

МОДЕРНИЗАЦИЯ И РЕМОНТ ПК

18-е издание

UPGRADING AND REPAIRING PCs

18th Edition

Scott Mueller

que[®]

800 East 96th Street
Indianapolis, Indiana 46240

МОДЕРНИЗАЦИЯ И РЕМОНТ ПК

18-е издание

Скотт Мюллер



Москва • Санкт-Петербург • Киев
2009

ББК 32.973.26-018.2.75

М98

УДК 681.3.07

Издательский дом “Вильямс”

Главный редактор *С.Н. Тригуб*

Зав. редакцией *В.Р. Гинзбург*

Перевод с английского и редакция *С.А. Храмова*

По общим вопросам обращайтесь в Издательский дом “Вильямс” по адресу:

info@williamspublishing.com, <http://www.williamspublishing.com>

Мюллер, Скотт.

М98 Модернизация и ремонт ПК, 18-е издание. : Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2009. — 1280 с. (+ 242 с. на CD) : ил. — Парал. тит. англ.

ISBN 978-5-8459-1497-2 (рус.)

ББК 32.973.26-018.2.75

Все названия программных продуктов являются зарегистрированными торговыми марками соответствующих фирм.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения издательства Que Corporation.

Authorized translation from the English language edition published by Que Publishing, Copyright © 2008.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the publisher.

Russian language edition is published by Williams Publishing House according to the Agreement with R&I Enterprises International, Copyright © 2009.

Научно-популярное издание

Скотт Мюллер

Модернизация и ремонт ПК, 18-е издание

Литературный редактор *Л.Н. Красножон*

Верстка *О.В. Романенко*

Художественный редактор *В.Г. Павлютин*

Корректоры *Л.А. Гордиенко, Л.В. Чернокозинская*

Подписано в печать 08.11.2008. Формат 70x100/16

Гарнитура Petersburg. Печать офсетная

Усл. печ. л. 103,2. Уч.-изд. л. 101,43

Тираж 2000 экз. Заказ № 0000

Отпечатано по технологии СТР

в ОАО “Печатный двор” им. А. М. Горького

197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., 15

ООО “И. Д. Вильямс”, 127055, г. Москва, ул. Лесная, д. 43, стр. 1

ISBN 978-5-8459-1497-2 (рус.)

ISBN 978-0-7897-3697-0 (англ.)

© Издательский дом “Вильямс”, 2009

© Que Publishing, 2008

Оглавление

Об авторе	17
Введение	19
1 Происхождение персональных компьютеров	25
2 Компоненты ПК, его возможности и структура системы	43
3 Типы и спецификации микропроцессоров	57
4 Системные платы и шины	235
5 BIOS: базовая система ввода-вывода	431
6 Оперативная память	491
7 Интерфейс ATA/IDE	559
8 Устройства магнитного хранения данных	615
9 Накопители на жестких дисках	641
10 Накопители со сменными носителями <i>(на компакт-диске)</i>	687
11 Устройства оптического хранения данных	727
12 Установка и конфигурирование накопителей	831
13 Видеоадаптеры и мониторы	863
14 Аудиоустройства	955
15 Последовательный, параллельный и другие интерфейсы ввода-вывода	993
16 Устройства ввода	1025
17 Подключение к Интернету <i>(на компакт-диске)</i>	1067
18 Локальные сети <i>(на компакт-диске)</i>	1113
19 Блоки питания и корпуса	1165
20 Сборка и модернизация компьютера	1249
21 Модификации: разгон и охлаждение	1287
22 Средства диагностики и техническое обслуживание	1319
A Словарь терминов <i>(на компакт-диске)</i>	1393
Б Аббревиатуры <i>(на компакт-диске)</i>	1477
Предметный указатель	1497

Содержание

Об авторе	17		
Введение	19		
1 Происхождение персональных компьютеров	25		
История развития компьютеров: период до появления первого ПК	26		
Основные этапы развития компьютеров	26		
Механические калькуляторы	29		
Первый механический компьютер	29		
Электронные компьютеры	30		
Современные компьютеры	31		
От электронных ламп к транзисторам	31		
Интегральные схемы	33		
Первый микропроцессор	33		
История персонального компьютера	37		
Рождение ПК	37		
ПК компании IBM	38		
Индустрия ПК четверть века спустя	39		
2 Компоненты ПК, его возможности и структура системы	43		
Что такое ПК	44		
Кто определяет стандарты в индустрии программного обеспечения для ПК	45		
Кто контролирует рынок аппаратных средств ПК	47		
Спецификации персональных компьютеров	51		
Типы систем	52		
Компоненты системы	55		
3 Типы и спецификации микропроцессоров	57		
История микропроцессоров до появления ПК	58		
История развития процессоров с 1971 года до наших дней	58		
Параметры процессоров	62		
Шина данных	62		
Шина адреса	63		
Внутренние регистры (внутренняя шина данных)	68		
Режимы процессора	69		
Быстродействие процессора	74		
Тактовая частота процессора и системной платы	81		
Эффективность процессоров Cugix	83		
Эффективность процессоров AMD	83		
Разгон процессора	85		
Кэш-память	87		
Как работает кэш-память	89		
Кэш-память второго уровня	90		
Кэш-память третьего уровня	91		
Функции процессора	95		
Режим управления системой (SMM)	95		
Суперскалярное выполнение	96		
Технология MMX	97		
Инструкции SSE, SSE2 и SSE3	98		
3DNow!, Enhanced 3DNow! и 3DNow! Professional	99		
Динамическое выполнение	100		
Архитектура двойной независимой шины	101		
Технология Hyper-Threading	101		
Многоядерная технология	103		
Производство процессоров	105		
Перемаркировка процессора	110		
Корпус PGA	111		
Корпуса SEC и SEP	112		
Гнезда для процессоров	114		
Гнездо ZIF	116		
Socket 1	116		
Socket 2	117		
Socket 3	118		
Socket 4	118		
Socket 5	119		
Socket 6	120		
Socket 7 (Super7)	120		
Socket 8	121		
Socket 370 (PGA-370)	121		
Socket 423	123		
Socket 478	123		
Socket A (Socket 462)	124		
Socket 603	125		
Socket 754	125		
Socket 939 и Socket 940	126		
Socket LGA775 (Socket-T)	126		
Socket AM2	127		
Socket F (1207FX)	127		
Разъемы процессора	127		
Напряжение питания процессоров	129		
Проблемы нагрева и охлаждения	132		
Математические сопроцессоры	132		
Ошибки процессоров	134		
Кодовые названия процессоров	135		
Первое поколение процессоров: P1 (086)	138		
Процессоры 8086 и 8088	138		
Процессоры 80186 и 80188	139		
Сопроцессор 8087	139		
Второе поколение процессоров: P2 (286)	139		
Процессор 286	139		

Сопроцессор 80287	140	Электропитание процессора Pentium 4	
Третье поколение процессоров: P3 (386)	141	и вопросы охлаждения	212
Процессор 386	141	Процессоры Xeon	213
Процессор 386DX	142	Восьмое поколение процессоров	
Процессор 386SX	142	(64-разрядных)	214
Процессор 386SL	142	AMD Athlon 64 и Athlon 64 FX	214
Сопроцессор 80387	143	Процессор AMD Sempron (Socket 754)	219
Четвертое поколение процессоров: P4 (486)	143	AMD Opteron	220
Процессоры 486	144	Многоядерные процессоры	221
Процессоры 486DX	145	Процессоры Pentium D и Pentium	
Процессор 486SL	147	Extreme Edition	221
Процессор 486SX	147	Процессоры Intel Core 2	222
487SX	148	Процессоры AMD Athlon 64 X2	
Процессоры 486DX2/OverDrive и		и 64 FX	225
586DX4	149	Модернизация процессора	230
Pentium OverDrive для компьютеров		Процессоры OverDrive	230
с процессорами SX2 и DX2	150	Индексы быстродействия процессора	231
AMD 486 (5x86)	151	Причины неисправности процессоров	231
Syrix/PI 486	152		
Пятое поколение процессоров: P5 (586)	152	4 Системные платы и шины	235
Процессоры Pentium	152	Формфакторы системных плат	236
Процессоры Pentium первого		PC и XT	238
поколения	156	Полноразмерная плата AT	239
Процессоры Pentium второго		Baby-AT	241
поколения	157	LPX	243
Процессор Pentium MMX	159	NLX	246
Ошибки процессора Pentium	160	ATX	250
Проверка процессора на наличие		microATX	257
дефекта блока FPU	161	FlexATX	260
Ошибки, связанные с управлением		DTX и mini-DTX	261
питанием	161	ITX и mini-ITX	261
Модели и номера изменений		BTX	263
процессора Pentium	161	WTX	267
AMD-K5	162	Системные платы оригинальной	
Шестое поколение процессоров: P6 (686)	163	разработки	268
Динамическое выполнение	163	Объединительные платы	269
Двойная независимая шина	164	Гнезда для процессоров	271
Другие улучшения процессоров		Наборы микросхем системной логики	273
шестого поколения	164	Эволюция наборов микросхем	274
Процессор Pentium Pro	164	Наборы микросхем системной логики	
Процессор Pentium II	168	компании Intel	275
Процессор Celeron	178	Номера моделей наборов микросхем	
Процессор Pentium III	186	системной логики Intel	277
Другие процессоры шестого поколения	192	Архитектура графической системы	
Nexgen Nx586	193	Intel Integrated Graphics	277
Серия AMD-K6	193	Наборы микросхем системной логики	
Процессоры AMD Athlon, Duron и		для процессоров AMD	279
Athlon XP	196	Архитектура "северный/южный мост"	279
Процессор AMD Duron	198	Hub-архитектура	280
Процессор AMD Athlon XP	201	Высокоскоростные соединения	
Процессор Athlon MP	203	между микросхемами северного	
Процессор Sempron (Socket A)	204	и южного мостов	282
Syrix/IBM 6x86 (MI) и 6x86MX (MII)	204	Первые наборы микросхем системной	
Процессор VIA C3	205	логики 386/486 компании Intel	284
Седьмое поколение процессоров: P7		Пятое поколение микросхем системной	
(Intel Pentium 4)	206	логики Pentium (P5)	284
Pentium 4 Extreme Edition	212	Шестое поколение микросхем системной	
		логики Pentium Pro и Pentium II/III (P6)	286

Intel 810, 810E и 810E2	287	Наборы микросхем ULI для процессора Athlon 64	351
Семейство Intel 815	292	Наборы микросхем VIA для процессора Athlon 64	352
Поддержка памяти PC133	294	Наборы микросхем NVIDIA для процессора Athlon 64	355
Intel 820 и 820E	294	Наборы микросхем SiS для процессора Athlon 64	357
Intel 840	296	Микросхема Super I/O	361
Третье поколение наборов микросхем системной логики (не Intel) для шестого поколения процессоров (P6)	298	Распределение CMOS-памяти	362
Седьмое и восьмое поколения микросхем системной логики для Pentium 4/D и Core 2	300	Разъемы системной платы	363
Семейство Intel 850	306	Типы, назначение и функционирование шин	371
Семейство Intel 845	308	Шина процессора	376
Семейство Intel 865	309	Шина памяти	382
Набор микросхем Intel 848P	309	Назначение разъемов расширения	382
Набор микросхем Intel 875P	310	Типы шин ввода-вывода	383
Семейство Intel 915	310	Шина ISA	383
Семейство Intel 925X	311	Шина MCA	386
Семейство Intel 945 Express	311	Шина EISA	386
Наборы микросхем Intel 955X и 975X	312	Локальные шины	387
Наборы микросхем Intel 96x	312	Локальная шина VESA	391
Наборы микросхем 3x	313	PCI-Express	395
Наборы микросхем системной логики сторонних производителей для процессоров Intel	313	Системные ресурсы	400
Наборы микросхем системной логики SiS	314	Прерывания	401
Наборы микросхем системной логики ULI для Pentium 4	319	Усовершенствованный программируемый контроллер прерываний APIC	407
Наборы микросхем системной логики ATI	321	Каналы прямого доступа к памяти (DMA)	409
Наборы микросхем системной логики VIA	323	Устранение конфликтов, возникающих при использовании ресурсов	414
Наборы микросхем системной логики для процессоров Athlon/Duron/Athlon XP	326	Разрешение конфликтов вручную	415
Наборы микросхем системной логики AMD	327	Как избежать проблем: специальные платы	420
Наборы микросхем системной логики VIA для AMD	330	Системы Plug and Play	424
Наборы микросхем системной логики SiS для процессоров AMD	337	Выбор системной платы	426
Набор микросхем системной логики (ALiMagik 1) для AMD	342	Документация к системной плате	428
Наборы микросхем системной логики NVIDIA nForce для процессоров AMD	343	Оптимальное соотношение быстродействия компонентов	429
Наборы микросхем системной логики ATI Radeon IGP	345	5 BIOS: базовая система ввода-вывода	431
Наборы микросхем системной логики Intel для рабочих станций	347	Основы BIOS	432
Набор микросхем Intel 860	347	Аппаратная и программная части BIOS	434
Набор микросхем Intel E7205	348	Системная BIOS	436
Набор микросхем Intel E7505	348	Микросхемы ROM	437
Набор микросхем Intel E7525	348	Затенение ПЗУ	439
Наборы микросхем системной логики для процессора Athlon 64	349	Типы микросхем ПЗУ	439
Набор микросхем AMD 8000 (8151)	349	Производители ROM BIOS	444
Наборы микросхем ATI для процессора Athlon 64	350	Обновление BIOS	448
		Где взять обновленную версию BIOS	449
		Определение версии BIOS	449
		Проверка даты создания BIOS	450
		Создание резервной копии BIOS	451
		Восстановление параметров CMOS BIOS	452
		Распределение CMOS-памяти	459

Замена микросхемы ROM BIOS	461	Контроль четности	538
Вопросы совместимости с 2000 годом	462	Схема проверки четности	539
Среда предварительной загрузки	462	Код коррекции ошибок	542
Параметры CMOS	464	Увеличение объема памяти	543
Запуск программы Setup BIOS	464	Стратегии модернизации	543
Основное меню программы Setup BIOS	465	Выбор и установка модулей памяти	545
Параметры меню Main	466	Приобретение модулей памяти	545
Параметры меню Advanced	468	Замена модулей памяти более	
Параметры меню Security	478	емкими версиями	547
Параметры меню Power	478	Установка модулей памяти DIMM или	
Параметры меню Boot		RIMM	548
(Boot Sequence или Order)	480	Установка модулей SIMM	550
Параметры меню Exit	481	Устранение ошибок памяти	551
Дополнительные параметры		Процедуры локализации дефекта памяти	554
программы настройки BIOS	481	Логическая организация памяти	556
Plug and Play BIOS	482	7 Интерфейс ATA/IDE	559
Идентификаторы устройств,		Краткий обзор	560
соответствующих спецификации Plug		История развития интерфейса IDE	560
and Play	483	Происхождение IDE	561
Интерфейс ACPI	483	Интерфейсы IDE для различных	
Инициализация устройств Plug and		системных шин	562
Play	484	Происхождение ATA	563
Сообщения об ошибках BIOS и MBR	484	Стандарты ATA	565
Основные сообщения об ошибках		Стандарт ATA-1	566
загрузки BIOS	485	Стандарт ATA-2	567
Сообщения об ошибках загрузки MBR	487	Стандарт ATA-3	567
Ошибки преобразования геометрии	489	Стандарт ATA/ATAPI-4	568
6 Оперативная память	491	Стандарт ATA/ATAPI-5	569
Основные понятия	492	Стандарт ATA/ATAPI-6	570
Память типа ROM	494	Стандарт ATA/ATAPI-7	571
Память типа DRAM	495	Стандарт SATA/ATAPI-8	572
Кэш-память — SRAM	496	Параллельный интерфейс ATA	572
Типы ОЗУ и производительность	501	Разъем ввода-вывода	
Память FPM	502	параллельного ATA	572
Память EDO	503	Кабель ввода-вывода	
Память SDRAM	504	параллельного ATA	575
Память DDR SDRAM	506	Длинные и круглые кабели	576
Память DDR2 SDRAM	507	Управляющие сигналы параллельного	
Память DDR3	509	интерфейса ATA	577
Память RDRAM	510	Подключение двух жестких	
Модули памяти	513	дисков PATA	578
Модули SIMM, DIMM и RIMM	514	Режимы обмена данными PIO	
Регистровые модули	519	параллельного ATA	580
Назначение выводов модулей SIMM	520	Режимы обмена данными DMA	
Назначение выводов модулей DIMM	523	параллельного ATA	581
Назначение выводов модулей DDR DIMM	525	Serial ATA	582
Назначение выводов модулей DDR2		Кабели и разъемы SATA	584
DIMM	526	Конфигурирование устройств SATA	586
Назначение выводов модулей DDR3		Второе поколение устройств SATA	587
DIMM	528	AHCI	588
Назначение выводов модулей RIMM	529	Режимы обмена данными SATA	589
Определение объема и других		Функции ATA	590
характеристик модулей памяти	531	Команды интерфейса ATA	590
Банки памяти	534	Режим безопасности ATA	591
Быстродействие памяти	535	Защищенная область	592
Контроль четности и коды коррекции		Интерфейс ATAPI (ATA Packet	
ошибок (ECC)	536	Interface)	593

Ограничения емкости дисков ATA	594	1-дюймовые накопители	646
Префиксы десятичных и двоичных множителей	594	Принципы работы накопителей на жестких дисках	647
Ограничения BIOS	595	Несколько слов о наглядных сравнениях	649
Методы адресации CHS и LBA	596	Дорожки и секторы	650
Преобразования CHS/LBA и LBA/CHS	597	Форматирование дисков	653
Команды BIOS и команды ATA	597	Основные компоненты жестких дисков	657
Ограничения CHS (преодоление ограничений в 528 Мбайт)	598	Диски	657
CHS-трансляция (преодоление ограничений в 528 Мбайт)	600	Рабочий слой диска	659
Преодоление ограничений емкости в 2,1 и 4,2 Гбайт	602	Головки чтения/записи	660
Трансляция LBA-Assist	604	Механизмы привода головок	662
Преодоление ограничения емкости в 8,4 Гбайт	607	Воздушные фильтры	670
Преодоление барьера в 137 Гбайт	608	Акклиматизация жестких дисков	671
Ограничения операционных систем и разнородного программного обеспечения	610	Шпиндельный двигатель	672
PATA/SATA RAID	611	Платы управления	673
8 Устройства магнитного хранения данных	615	Кабели и разъемы накопителей	674
Хранение данных на магнитных носителях	616	Элементы конфигурации	674
История развития устройств хранения данных на магнитных носителях	616	Характеристики накопителей на жестких дисках	674
Как магнитное поле используется для хранения данных	617	Емкость	675
Конструкции головок чтения/записи	621	Быстродействие	677
Ферритовые головки	621	Надежность	682
Головки с металлом в зазоре	622	Стоимость	685
Тонкопленочные головки	622	10 Накопители со сменными носителями (на компакт-диске)	687
Магниторезистивные головки	623	Назначение накопителей со сменными носителями	688
Гигантские магниторезистивные головки	625	Дополнительная память	688
Ползунки	626	Резервное копирование данных	688
Способы кодирования данных	628	Дополнительные загрузочные устройства	689
Частотная модуляция (FM)	629	Передача данных между системами	689
Модифицированная частотная модуляция (MFM)	630	Установка драйверов с дискет	689
Кодирование с ограничением длины поля записи (RLL)	630	Сравнение дисковых, ленточных и флэш-технологий	690
Сравнение способов кодирования	632	Магнитные дисковые накопители	691
Декодеры PRML	633	Магнитные ленточные накопители	691
Измерение емкости накопителя	633	Флэш-память	691
Поверхностная плотность записи	634	Интерфейсы для съемных накопителей	691
Повышение плотности записи с помощью AFC	637	Дисковод: прошлое и настоящее	693
Перпендикулярная магнитная запись	637	Альтернативы дисководам	693
9 Накопители на жестких дисках	641	Дисковод формата 3,5 дюйма для дисков объемом 1,44 Мбайт	694
Что такое жесткий диск	642	Интерфейсы накопителей на гибких дисках	695
Достижения в развитии накопителей	642	Компоненты дисковода	695
Формфакторы	644	Использование дисковода операционной системой	703
5,25-дюймовые накопители	645	Перемычка смены дискеты	705
3,25-дюймовые накопители	645	Конструкция 3,5-дюймовых дискет	706
2,5-дюймовые накопители	645	Типы и параметры дискет	707
1,8-дюймовые накопители	646	Правила обращения с дискетами и дисководами	708
		Установка дисковода	709
		Решение возможных проблем	709

Магнитные устройства хранения высокой емкости	709	Накопители CD-RW	798
Iomega Zip	711	Спецификации MultiRead	801
Iomega REV	711	Обеспечение надежности записи компакт-дисков	802
Магнитооптические накопители	711	Программное обеспечение записи оптических дисков	805
Магнитооптическая технология	711	Извлечение цифрового звука	806
Флэш-память	712	Диски CD-R/RW “For Music Use Only”	808
Типы устройств флэш-памяти	713	Защита от копирования компакт-дисков	808
Сравнение устройств флэш-памяти	716	Управление цифровыми правами	810
Перемещение устройств флэш-памяти из камеры в компьютер	718	Стандарты перезаписываемых DVD	810
Ключевые факторы, влияющие на выбор накопителя на съемных носителях	719	DVD-RAM	811
Технология Microdrive	722	DVD-R	813
Жесткие диски, используемые для резервного копирования данных	723	DVD-R DL	814
Накопители на магнитной ленте	723	DVD-RW	814
Недостатки ленточных накопителей резервного копирования	724	DVD+RW и DVD+R	815
Преимущества ленточных накопителей резервного копирования	725	DVD+R DL	817
11 Устройства оптического хранения данных	727	Многоформатные перезаписывающие накопители DVD	817
Оптические технологии	728	Установка приводов CD/DVD и программного обеспечения для них	818
Оптические технологии на основе компакт-дисков	728	Загрузка с гибкого диска с поддержкой накопителя CD/DVD	818
Немного истории	729	Загрузочные компакт-диски и DVD — El Torito	820
Технология записи компакт-дисков	730	Создание диска для восстановления	821
Массовое производство CD-ROM	730	Создание загрузочного CD/DVD на случай непредвиденных обстоятельств	821
Уход за оптическими носителями	742	LightScribe и другие технологии маркировки дисков	822
Накопители DVD	743	Решение проблем, связанных с оптическими накопителями	823
История DVD	744	Обновление прошивки перезаписывающих накопителей CD/DVD	826
Технология и производство DVD	745	12 Установка и конфигурирование накопителей	831
Дорожки и секторы DVD	746	Установка накопителей любых типов	832
Обработка ошибок DVD	749	Установка жесткого диска	832
Емкость DVD (слои и стороны)	750	Конфигурация накопителя	832
Кодирование данных на диске	753	Конфигурация контроллера	833
Стандарт Blu-ray Disc	754	Монтаж накопителей	835
Стандарт HD-DVD	755	Конфигурация системы	840
Форматы оптических носителей	756	Форматирование	841
Форматы компакт-дисков и накопителей	756	Организация разделов жесткого диска	841
Файловые системы CD-ROM	768	Форматирование высокого уровня	850
Стандарты и форматы DVD	774	Ограничения программ FDISK и FORMAT	851
Защита от копирования дисков формата DVD	776	Замена существующего диска	852
Спецификации и типы накопителей CD/DVD	780	Перенос данных на новый диск в MS-DOS	852
Параметры накопителей	780	Перенос данных на новый диск в Windows 9x/Me	853
Интерфейс	788	Перенос данных на новый диск в Windows 2000/XP/Vista	854
Механизм загрузки	789		
Другие особенности накопителей на компакт-дисках	791		
Записывающие накопители на компакт-дисках	792		
Накопители CD-R	793		

Устранение неполадок и ремонт жестких дисков	854	14 Аудиоустройства	955
Тестирование жесткого диска	855	Первые звуковые адаптеры	956
Форматирование низкого уровня	856	Ограничения совместимости Sound Blaster Pro	957
Установка оптического накопителя	858	DirectX и звуковые адаптеры	957
Конфигурация накопителя	858	Поддержка старых звуковых устройств посредством виртуализации	957
Установка встроенного накопителя	859	История развития мультимедиа	958
Конфигурация системы	861	Компоненты аудиосистемы	959
Установка накопителя на гибких дисках	861	Разъемы звуковых плат	959
13 Видеоадаптеры и мониторы	863	Дополнительные разъемы	962
Технологии отображения информации	864	Управление громкостью	964
Жидкокристаллические мониторы	864	MIDI-синтезаторы	965
Как работает электронно-лучевой монитор	877	Сжатие данных	966
Плазменные дисплеи	880	Многофункциональные сигнальные процессоры	966
Критерии выбора монитора	880	Драйверы звуковых плат	967
Тестирование монитора	895	Звуковые карты для звукооператоров	967
Жидкокристаллические и плазменные проекторы	897	Звуковые платы: основные понятия и термины	968
Критерии выбора проектора	898	Природа звука	968
Уход за монитором	900	Оценка качества звукового адаптера	968
Видеоадаптеры	901	Дискретизация	969
Адаптер VGA	902	Кто есть кто в мире звуковых адаптеров	970
Типы видеоадаптеров	905	Производители наборов микросхем с собственными звуковыми адаптерами	970
Системные платы с интегрированным графическим ядром	905	Основные производители звуковых микросхем	972
Компоненты видеосистемы	908	Наборы микросхем системной логики с интегрированной аудиосистемой	972
Выбор графического и системного наборов микросхем	910	Электровакуумные аудиосистемы	975
Видеопамять	911	Объемный звук	976
Цифроаналоговый преобразователь	916	Позиционный звук	976
Шина	916	Обработка трехмерного звука	977
Видеодрайвер	919	Проблемы, связанные с поддержкой DirectX	978
Использование нескольких мониторов	921	Вопросы поддержки аудио в Windows Vista и DirectX 10	978
Ускорители трехмерной графики	924	Установка звуковой платы	979
Как работает ускоритель трехмерной графики	925	Выбор разъема расширения	979
Интерфейс прикладного программирования	931	Подключение акустической системы и завершение	981
Рендеринг сцен с использованием двух графических процессоров	933	установки звуковой платы	982
Наборы микросхем для обработки трехмерной графики	935	Подключение стереосистемы	983
Модернизация или установка нового видеоадаптера	942	Устранение неисправностей звуковых плат	983
TV-тюнеры и устройства захвата видеоизображений	943	Аппаратные конфликты	983
Гарантия и поддержка	944	Другие неисправности звуковых плат	984
Сравнение видеоадаптеров на основе одного набора микросхем	944	Акустические системы	988
Устройства формирования видеосигнала	945	Системы объемного звучания	990
Устройства захвата изображения	946	Микрофоны	991
Платы Desktop Video (DTV)	947	15 Последовательный, параллельный и другие интерфейсы ввода-вывода	993
Неисправности адаптеров и мониторов	950	Знакомство с портами ввода-вывода	994
Устранение неисправностей мониторов	952	Преимущества последовательного соединения	994
Устранение неисправностей видеоадаптеров и драйверов	952	Сравнение IEEE 1394 и USB 1.1/2.0	995

Производительность: мифы и реальность	996	Колесо прокрутки	1054
Универсальная последовательная шина USB	999	Устройство TrackPoint II/III/IV	1054
Технические характеристики USB	1000	Альтернативные устройства	1057
Включение поддержки USB	1005	Трекболы	1058
USB 2.0/Hi-Speed USB	1006	Указательный джойстик Ergonomic Mouse компании 3М	1059
Стандарт USB On-The-Go	1007	Игровые устройства ввода	1059
Беспроводной интерфейс USB	1008	Аналоговые джойстики и игровой порт	1059
Адаптеры USB	1008	Игровые порты USB	1060
IEEE 1394 (FireWire или i.Link)	1009	Вопросы совместимости	1060
Стандарты 1394	1009	Беспроводные устройства ввода данных	1060
Технические характеристики 1394a	1010	Как работают беспроводные устройства ввода данных	1061
Технические характеристики 1394b	1011	Возможные проблемы беспроводных устройств	1064
Последовательные порты	1013	17 Подключение к Интернету (на компакт-диске)	1067
Расположение последовательных портов	1014	Интернет и локальные сети	1068
Микросхема UART	1016	Сравнение широкополосного и аналогового доступа к Интернету	1069
Высокоскоростные последовательные порты	1017	Широкополосный доступ к Интернету	1070
Конфигурация последовательных портов	1017	Выше скорость — меньше свободы	1070
Тестирование последовательных портов	1018	Кабельные модемы	1071
Параллельные порты	1020	Подключение к Интернету с помощью кабельного модема	1071
Стандарт IEEE 1284	1020	Использование кабельного модема	1071
Конфигурация параллельных портов	1022	Полоса пропускания сети CATV	1074
Тестирование параллельных портов	1023	Производительность сети CATV	1075
16 Устройства ввода	1025	Безопасность в сети CATV	1075
Клавиатуры	1026	Цифровая абонентская линия (DSL)	1075
Расширенные 101- и 102-клавишная клавиатуры	1026	Принцип работы DSL	1076
104-клавишная клавиатура Windows	1027	Использование DSL	1077
Индикатор Num Lock	1028	Основные типы DSL	1078
Устройство клавиатуры	1029	Стоимость услуг DSL-доступа к Интернету	1079
Конструкции клавиш	1029	Безопасность линий DSL	1080
Интерфейс клавиатуры	1034	Технические проблемы DSL	1081
Автоматическое повторение	1036	Фиксированная беспроводная широкополосная сеть	1081
Номера клавиш и скан-коды	1037	HughesNet и StarBand — доступ к Интернету с помощью спутника	1082
Международные раскладки клавиатуры и языки	1038	Принцип работы HughesNet	1083
Разъемы для подключения клавиатуры и мыши	1039	StarBand	1084
Клавиатуры с интерфейсом USB	1040	Реальная производительность	1084
Клавиатуры с дополнительными функциональными возможностями	1041	Сеть ISDN	1085
Поиск неисправностей и ремонт клавиатуры	1042	Преимущества ISDN	1086
Разборка клавиатуры	1044	Условия использования ISDN	1087
Чистка клавиатуры	1044	Аппаратные средства ISDN	1087
Рекомендации по выбору клавиатуры	1045	Сравнение высокоскоростных средств доступа к Интернету	1088
Устройства позиционирования	1045	Запасной вариант доступа	1089
Мышь шарового типа	1047	Выделенные линии	1089
Оптическая мышь	1048	Линии T-1 и T-3	1089
Интерфейсы устройств позиционирования	1049	Сравнение услуг скоростного доступа к Интернету	1091
Устранение неисправностей мыши	1052	Безопасность доступа к Интернету	1091
		Асинхронные (коммутируемые) модемы	1091

Стандарты модемов	1093	Концентраторы/коммутаторы для Ethernet	1142
Боды и биты в секунду	1094	Оборудование беспроводных сетей	1146
Стандарты модуляции	1094	Сетевые протоколы	1151
Протоколы коррекции ошибок	1096	IP и TCP/IP	1151
Стандарты сжатия данных	1096	Протокол IPX	1152
Фирменные стандарты	1097	Протокол NetBEUI	1153
Модемы со скоростью передачи 56 Кбит/с	1098	Альтернативные способы организации домашней сети	1153
Ограничения модемов в 56 Кбит/с	1098	HomePNA	1153
Первые стандарты передачи 56 Кбит/с	1099	Организация сети с помощью линий электропередачи	1155
Стандарты факс-модемов	1102	Установка сети	1156
Рекомендации по выбору коммутируемого модема	1102	Сетевой адаптер	1156
Совместное использование подключения к Интернету	1106	Кабельное соединение компьютеров	1157
Сравнение шлюзов, прокси-серверов и маршрутизаторов	1106	Концентратор/коммутатор/точка доступа	1158
Маршрутизаторы	1107	Шлюзы для других сетей	1158
Поиск и устранение неисправностей модемов	1108	Запишите сведения о сети	1158
Диагностика проблем совместного доступа к Интернету	1108	Установка сетевого программного обеспечения	1158
Использование индикаторов для диагностирования соединения	1109	Конфигурирование сетевого программного обеспечения	1159
Модем не набирает номер	1109	Настройка сети в Windows Vista	1160
Компьютер блокируется после установки или использования внутреннего модема, терминального адаптера или сетевой карты	1110	Полезные советы	1161
Компьютер не обнаруживает внешний модем	1110	Установка	1161
Диагностика модема с помощью звуковых сигналов	1111	Совместный доступ к ресурсам	1161
18 Локальные сети (на компакт-диске)	1113	Настройка системы безопасности	1161
Основные темы этой главы	1114	Совместный доступ к Интернету	1162
Что такое сеть	1114	Прямое кабельное соединение	1162
Типы сетей	1115	Возможные проблемы сетевого программного обеспечения и их решение	1162
Требования к сети	1115	Использование сети	1163
Беспроводные сети	1116	TCP/IP	1163
Архитектура “клиент/сервер” и одноранговые сети	1116	19 Блоки питания и корпуса	1165
Сеть “клиент/сервер”	1116	Роль блока питания	1166
Одноранговая сеть	1117	Назначение и принципы работы блоков питания	1166
Сравнение одноранговой сети и сети “клиент/сервер”	1117	Положительное напряжение	1167
Обзор сетевых протоколов	1119	Отрицательное напряжение	1168
Проводная Ethernet	1120	Сигнал Power_Good	1169
Беспроводная Ethernet	1121	Формфакторы блоков питания	1170
Какой из беспроводных стандартов лучше	1127	Устаревшие формфакторы	1172
Bluetooth	1128	Современные формфакторы	1175
Аппаратное обеспечение сети	1129	Выключатели питания	1187
Сетевые адаптеры	1129	ATX и более новые стандарты	1187
Сетевые кабели	1132	Выключатели PC/XT/AT и LPX	1189
Топологии сети	1140	Разъемы питания системной платы	1191
		Разъемы блоков питания AT/LPX	1191
		Разъемы питания ATX и ATX12V 1.x	1192
		Совместимость с существующими и будущими решениями	1204
		Собственная (нестандартная) конструкция ATX компании Dell	1206
		Дополнительные разъемы питания	1209
		Разъемы питания периферийных устройств	1209

Разъем питания дисководов	1210	Установка системной платы	1267
Разъемы питания Serial ATA	1211	Установка процессора и теплоотвода	1267
Соединители PCI Express x16 (SLI)	1212	Установка модулей памяти	1269
Спецификации блоков питания	1214	Закрепление системной платы	
Нагрузка блоков питания	1214	в корпусе	1269
Мощность блоков питания	1215	Подключение блока питания	1274
Другие параметры блоков питания	1217	Подключение к системной плате	
Коррекция коэффициента мощности	1219	кабелей от устройств ввода-вывода	
Сертификаты безопасности блоков		и других соединителей	1277
питания	1220	Установка накопителей	1279
Расчет потребляемой мощности	1221	Установка нового видеоадаптера	
Вопросы выключения питания	1223	и драйвера	1281
Управление питанием	1226	Установка плат расширения	1281
Системы, обладающие сертификатом		Закрываем корпус и подключаем	
Energy Star	1226	внешние кабели	1281
Усовершенствованная система		Настройка параметров BIOS	1281
управления питанием	1227	Возможные проблемы и способы	
Усовершенствованная конфигурация		их устранения	1283
и интерфейс питания	1228	Установка операционной системы	1284
Проблемы, связанные с блоками питания	1230	Создание разделов на жестком диске	
Перегрузка блока питания	1232	в DOS и Windows 98/Me	1284
Недостаточное охлаждение	1232	Форматирование жесткого диска	
Цифровые мультиметры	1233	в DOS и Windows 98/Me	1284
Специальная измерительная		Настройка накопителя на жестких	
аппаратура	1236	дисках с помощью Windows	
Ремонт блоков питания	1237	2000/XP/Vista	1285
Замена блоков питания	1237	Установка важных драйверов	1285
Выбор блока питания	1237	Подготовка к разборке или модернизации	
Советы и рекомендации относительно		компьютера	1285
блоков питания	1238		
Защитные устройства в сети питания	1239	21 Модификации:	
Ограничители выбросов	1240	разгон и охлаждение	1287
Ограничители выбросов		Разгон	1288
в телефонной линии	1241	Кварцевые кристаллы	1289
Сетевые фильтры-стабилизаторы	1241	История разгона	1290
Источники бесперебойного питания	1242	Тактовые генераторы современных ПК	1292
Батареи RTC/NVRAM	1244	Советы по разгону	1293
Современные батареи CMOS	1245	Частота шины и коэффициенты	
Устаревшие или уникальные		умножения	1294
батареи CMOS	1246	Охлаждение	1295
Устранение неполадок батареи CMOS	1247	Теплоотводы	1295
		Жидкостное охлаждение	1304
		Корпуса с улучшенными	
		температурными характеристиками	1310
20 Сборка и модернизация	1249	22 Средства диагностики	
компьютера		и техническое обслуживание	1319
Компоненты компьютера	1250	Диагностика ПК	1320
Корпус с блоком питания	1251	Программы диагностики	1320
Процессор	1253	Самопроверка при включении (POST)	1321
Системная плата	1255	Диагностика аппаратного обеспечения	1331
Накопители на жестких дисках	1258	Диагностические программы общего	
Накопители на сменных носителях	1259	назначения	1331
Устройства ввода	1259	Диагностические программы	
Видеоадаптер и монитор	1260	операционной системы	1332
Звуковая плата и акустические		Загрузка	1332
системы	1261	Загрузка: начальный этап, не	
Вспомогательные компоненты	1261	зависящий от типа установленной	
Программные и аппаратные ресурсы	1262	операционной системы	1333
Сборка и разборка компьютеров	1263		
Подготовка к работе	1263		

Загрузка DOS	1337	Стандартные заменяемые компоненты	1374
Загрузка Windows 9x/Me	1337	Заменить или переустановить?	1375
Загрузка Windows NT/2000/XP	1340	Решение проблем путем замены компонентов	1375
Особенности процесса загрузки Windows Vista	1341	Выявление неисправностей при загрузке системы	1376
Инструменты и приборы	1341	Проблемы при выполнении теста POST	1378
Подручные инструменты	1342	Проблемы аппаратного обеспечения после загрузки	1378
Вопросы безопасности	1346	Проблемы программного обеспечения	1378
Несколько слов о крепежных деталях	1348	Проблемы с адаптерами	1379
Измерительные приборы	1349	Способы решения наиболее распространенных проблем	1379
Специальные инструменты для энтузиастов	1354		
Программа профилактических мероприятий	1356	А	Словарь терминов (на компакт-диске)
Методы активного профилактического обслуживания	1357		1393
Пассивные профилактические меры	1367	Б	Аббревиатуры (на компакт-диске)
Основные направления поиска и устранения неисправностей	1373		1477
Современные ПК: сложность и надежность	1373	Предметный указатель	1497

Об авторе

Скотт Мюллер является президентом компании Mueller Technical Research (MTR), занимающейся исследованиями технологий персональных компьютеров (ПК) и обучением сотрудников различных компаний. Начиная с 1982 года MTR предоставляет консультационные услуги по внедрению самых современных и высокоэффективных аппаратных средств в инфраструктуру крупных компаний, а также проводит корпоративные технические семинары. В списке клиентов MTR значатся компании из рейтинга Fortune 500, государственные организации США и других стран, известные корпорации, занимающиеся разработкой программных и аппаратных систем, а также многочисленные энтузиасты современных технологий. Семинары Скотта Мюллера прослушали тысячи профессионалов по всему миру.

Скотт проводит по всей стране семинары, посвященные различным аспектам ПК (включая решение разнообразных проблем, поддержку, сопровождение, ремонт и модернизацию), сертификации A+ и восстановлению данных. Эти семинары очень познавательны и не дают слушателям скучать. Для организаций, в которых более 10 служащих, Скотт может разработать и провести специальные семинары.

Хотя Скотт проводит курсы и семинары начиная с 1982 года, наибольшую известность он получил как автор самой долгоживущей, популярной и содержательной книги о персональных компьютерах — *Модернизация и ремонт ПК*. Эта книга не только выдержала 18 переизданий, но и стала основой для целой серии новых книг.

За последние 20 с небольшим лет Скотт написал немало книг, в числе которых *Модернизация и ремонт ПК* (18 изданий); *Модернизация и ремонт ноутбуков* (два издания); *Upgrading and Repairing Windows*; *Upgrading and Repairing PCs: A+ Certification Study Guide* (два издания), *Upgrading and Repairing PCs Technician's Portable Reference* (два издания); *Upgrading and Repairing PCs Field Guide*; *Upgrading and Repairing PCs Quick Reference*; *Upgrading and Repairing PCs, Linux Edition*; *Killer PC Utilities*; *The IBM PS/2 Handbook*; и наконец, *Que's Guide to Data Recovery*.

Скотт подготовил несколько видеокурсов, посвященных оборудованию ПК, в том числе шестичасовой семинар *Upgrading and Repairing PCs Training Course: A Digital Seminar from Scott Mueller*, распространяемый на компакт-дисках. За последние несколько лет Скотт также подготовил и другие видеокурсы, в том числе *Upgrading and Repairing PCs Video: 12th Edition* и *Your PC: The Inside Story*, два часа видеоряда к книге *Upgrading and Repairing PCs* (12–18-е издания), а также к книгам *Upgrading and Repairing Laptops* и *Upgrading and Repairing Windows*.

Подробную информацию об учебных семинарах MTR можно получить на сайтах

www.m-tr.com

www.upgradingandrepairingpcs.com

Скотт ведет частный форум, предназначенный специально для тех, кто приобрел одну из его последних книг (<http://forum.scottmeller.com>). Следует отметить, что отправлять сообщения разрешено только зарегистрированным пользователям.

Основным достижением Скотта стала книга *Модернизация и ремонт ПК*, которая благодаря огромному объему продаж (более 2 млн. экземпляров) приобрела известность как самая популярная книга этого направления на рынке. О Скотте писали в журнале *Forbes*, он сам написал несколько статей для журналов *PC World* и *Maximum PC*, для своего форума, различных компьютерных и автомобильных газет, а также для сайта этой книги.

Если у вас есть какие-либо предложения для следующей редакции этой книги, комментарии к материалу в целом, а также если есть вопросы, ответы на которые вы хотели бы получить в книге, отправьте Скотту сообщение по адресу scottmueller@compuserve.com.

Когда Скотт не работает над книгой и не ведет семинаров, он обычно возится в гараже со своими любимыми автомобилями.

Благодарности

Новое, 18-е издание этой книги продолжает предоставлять самую последнюю достоверную и содержательную информацию о современном ПК. Данное издание существенно переработано по сравнению с предыдущими. Проводить необходимые исследования и создавать книгу мне помогало множество людей, за что хотелось бы поблагодарить их от всего сердца.

Прежде всего, спасибо моей жене и незаменимому помощнику Линн. Она использовала свои творческие и технические способности для создания видеоматериала к этой книге. Я чрезвычайно горд тем, что она сделала. Самоотверженность, с которой она работала, просто впечатляет!

Хочу выразить особую признательность Рикку Кугену (Rick Kughen) из издательства Que. На протяжении многих лет именно благодаря его усилиям настоящая книга, а также другие книги серии *Upgrading and Repairing* постоянно находились на вершине популярности. Его кабинет напоминает музей книги *Модернизация и ремонт ПК*, в котором вместе с полным собранием ее изданий находятся различные элементы ПК, периферийные устройства и компоненты систем.

Я благодарю Тодда Бракке (Todd Brakke), который в очередной раз доказал, что он один из лучших редакторов. Его превосходные советы и предложения обеспечили максимально возможную актуальность книги. Особая благодарность — Барту Риду (Bart Reed), который очень помог с техническим редактированием, а также Джине Кануз (Gina Kanouse) и Бетси Харрис (Betsy Harris), которым удалось втиснуть настоящее издание в очень плотный план издательства. Хотелось бы поблагодарить всех остальных редакторов, художников, дизайнеров и технических специалистов издательства Que, благодаря которым удалось получить полноценную книгу и выпустить ее в свет. Это великолепная команда, способная выпускать самые совершенные компьютерные книги на рынке. Я очень рад, что мне выпало счастье работать рука об руку с такими людьми.

Хочу выразить признательность издателю Грегу Виганду (Greg Wiegand), стоявшему за всеми изданиями книги *Модернизация и ремонт ПК* и моими видеопроектами. Грег — мотоциклист-энтузиаст, и я надеюсь, что однажды мы проедемся вместе.

Большое спасибо сотрудникам Que, которые сделали все, дабы я почувствовал, что все мы — члены одной команды; именно благодаря им я пишу настолько хорошие книги, насколько это вообще возможно.

Кроме того, хотелось бы поблагодарить Марка Сопера (Mark Soper), колоссальный опыт которого помог мне заполнить “белые пятна” этой книги. Особая благодарность — Марку Реддину (Mark Reddin), который был первым техническим редактором этой книги, начиная с 13-го издания, и который не только тщательно проверил все детали, но также внес многочисленные предложения относительно неохваченных тем. Его вклад был чрезвычайно важен и позволил обеспечить высокий уровень достоверности и полноценный охват материала.

Спасибо читателям, которые направили мне немало замечаний и предложений. Некоторые из них проделали дополнительную работу, которая заслуживает отдельного упоминания. Следует отметить Мика Хабера (Micah Haber) и Криса Биэна (Chris Beahan), которые внимательно ознакомились с материалом всей книги и прислали мне комментарии и предложения по каждой из глав. Пожалуйста, присылайте мне свои комментарии и даже критические замечания. Я отношусь к ним исключительно серьезно и учитываю при подготовке к изданию следующих редакций книги. Именно открытое общение с читателями позволяет постоянно поддерживать настоящую книгу на гребне современных технологий и успеха.

И наконец, я благодарю тысячи людей, которые посетили мои семинары. Они даже не подозревали, как много нового я узнал для себя, слушая их вопросы!

Введение

Добро пожаловать в новое, 18-е издание книги *Модернизация и ремонт ПК*! Несмотря на то что эта книга первой была посвящена компьютерному “железу” и с момента ее первого издания в 1988 году вышло множество широко разрекламированных книг по данной тематике, ни одна из них не может сравниться с той, которую вы держите в руках, по глубине и качеству информации. Это издание — не просто еще одна компьютерная книга, а наиболее всесторонняя, полная и точная книга по аппаратному обеспечению персональных компьютеров (ПК) из всех присутствующих на рынке. В ней глубоко исследуются компьютеры, подчеркиваются различия между ними и описываются параметры конфигурирования каждой из систем.

В новой редакции сотни страниц дополнены, отредактированы или переработаны. В настоящее время компьютерные технологии развиваются быстрее, чем когда бы то ни было, и в этом издании предоставлена наиболее полная, точная, всесторонняя и содержательная информация.

Книга предназначена для пользователей, профессионалов и энтузиастов, которые хотят знать о компьютере все: с чего все началось, как они развивались, как их модернизировать и поддерживать, а также как устранять неисправности. Здесь рассматривается широкий диапазон PC-совместимых компьютеров — от 8-разрядных машин до современных 64-разрядных рабочих станций с двухъядерными процессорами. Тем, кто хочет узнать все о современном ПК, начиная с истории и заканчивая последними тенденциями, просто не обойтись без этой книги и прилагаемого к ней компакт-диска.

В книге подробно описываются новейшее аппаратное обеспечение и дополнительные компоненты, благодаря которым ПК становятся все более удобными в использовании, эффективными и быстродействующими. В ней представлена детальная информация обо всех компьютерных процессорах, будь то “старичок” 8088 или последние двухъядерные процессоры от компаний Intel и AMD.

Немалое внимание уделяется и другим важнейшим компонентам современного ПК, также играющим огромную роль в обеспечении работоспособности и надежности компьютера. Эта книга поможет разобраться, почему набор микросхем системной платы является основным компонентом ПК и что может случиться, если мощности старого блока питания окажется недостаточно для обеспечения работы только что приобретенного сверхмощного процессора. Большой объем материала посвящен таким решениям и технологиям, как новые процессоры, графические адаптеры, звуковые платы, PCI Express 2.x, устройства HD DVD и Blu-ray, интерфейсы Serial ATA, USB 2.0 и FireWire, и другим, в том числе доскональному анализу клавиатуры и мыши.

Что нового в этом издании

Многие из вас уже успели приобрести одно или даже несколько предыдущих изданий. Насколько я могу судить по письмам и сообщениям, полученным по электронной почте, вы, в первую очередь, хотите узнать, что же нового содержится в очередном издании. Итак, приведу краткий перечень основных изменений.

Полностью обновлено описание новейших семейств процессоров от компаний Intel и AMD, а также наборов микросхем и системных плат, необходимых для их поддержки. Не обойдены вниманием и двух-ядерные и четырехъядерные процессоры, влияние которых на дальнейшее развитие компьютерных вычислений невозможно переоценить.

Приведена подробная история развития наборов микросхем системной логики и материнских плат, особенно применительно к поддержке новой шины PCI Express. Также рассматривается влияние типа шины, используемой для взаимодействия процессора и набора микросхем, на общий уровень производительности системы.

Рынок графических акселераторов развивается так быстро, как никакая другая отрасль компьютерной индустрии. В настоящем издании подробно рассматриваются новейшие графические процессоры, наборы микросхем и такое новое направление, как одновременное использование двух видеоадаптеров для повышения производительности видеоподсистемы компьютера, в частности — технология SLI компании NVIDIA и технология Crossfire компании ATI.

Поскольку энергопотребление современных компьютеров постоянно растет, старого блока питания может оказаться недостаточно для вашей новой “игрушки”. Исходя из этого, материал главы, посвященной блокам питания, значительно изменен и дополнен новой информацией о расчете энергопотребления и методах экономии энергии (и денег) при помощи режимов ACPI.

Как всегда, вашему вниманию предлагаются новые качественные иллюстрации. На них повышена техническая детализация, что поможет понять сложные вопросы или выполнить конкретную задачу.

К настоящему изданию, как и к предыдущему, прилагается компакт-диск. На нем вы, как и раньше, найдете справочник технических терминов, список аббревиатур и полные электронные версии предыдущих изданий книги.

Как и для предыдущих редакций, мне пришлось провести серьезные исследования, чтобы текст в книге полностью отвечал современным тенденциям в области компьютерного оборудования.

О чем эта книга

Главное назначение настоящего издания — помочь вам освоить компьютер и научиться его модернизировать и ремонтировать. Эта книга даст вам полное представление о компьютерах, которые были разработаны на базе первого IBM PC и сейчас называются PC-совместимыми системами. В ней рассматривается все, что имеет отношение к компьютерной технике (материнские платы, процессоры и даже корпуса и блоки питания), обсуждаются вопросы сервисного обслуживания различных узлов компьютеров, приводятся наиболее уязвимые элементы компьютера и методики поиска неисправностей. Здесь вы также познакомитесь с мощными аппаратными и программными диагностическими средствами, с помощью которых можно определить и устранить причину неисправности.

Быстродействие и производительность ПК постоянно растут. Появление каждого нового процессора — это еще один шаг вперед в развитии компьютерной технологии. В настоящем издании представлены все процессоры, используемые в PC-совместимых компьютерных системах.

В книге описываются важнейшие различия между основными системными архитектурами от технологии ISA до последнего стандарта интерфейса PCI Express. Предоставляемая информация поможет вам при покупке ПК, его модернизации в будущем и решении разнообразных проблем.

В современных компьютерах емкость различных накопителей растет буквально в геометрической прогрессии. Поэтому в книге упоминаются быстродействующие накопители на жестких дисках, не только находящиеся в серийном производстве, но и планируемые к выпуску.

Освоив представленный в книге материал, вы сможете модернизировать и отремонтировать практически любой компьютер и его компоненты.

Для кого предназначена эта книга

Безусловно, для вас!

Книга ориентирована на читателей, которые хотят по-настоящему разобраться в работе ПК. В каждом разделе подробно обсуждаются распространенные (и не очень) проблемы, причины их возникновения и методы устранения. Например, информация об интерфейсах и способах настройки дисковых накопителей расширит ваши познания в области диагностики их неисправностей. К примеру, вы получите представление о конфигурации дисковой системы и ее интерфейсах, что повысит ваши способности в области диагностики и устранения неполадок на новый уровень. Вы будете лучше представлять, что происходит в компьютере, сможете де-

лать собственные выводы и руководствоваться собственным опытом, а не действовать механически, по заранее составленной схеме.

Книга написана для тех, кому самостоятельно приходится выбирать, обслуживать, настраивать, эксплуатировать и ремонтировать компьютеры. Чтобы заниматься всем этим, нужно обладать более глубокими знаниями, чем рядовые пользователи. Вам следует точно знать, какие инструменты понадобятся для решения той или иной задачи и как правильно ими воспользоваться.

Благодаря этой книге миллионы пользователей научились правильно модернизировать и собирать ПК. В число ее приверженцев входят как специалисты, так и начинающие пользователи. Но существует одна общая черта, которая их всех объединяет: они верят, что эта книга изменила их жизнь.

Структура книги

Книга организована по главам, в каждой из которых освещаются те или иные компоненты ПК. Несколько глав являются вводными или предварительными и не относятся к конкретным системам или технологиям. В то же время большинству компонентов ПК посвящена отдельная глава (или раздел), которая поможет быстро найти интересующую информацию. Обратите внимание на переработанный, по сравнению с предыдущими редакциями, предметный указатель, без которого найти в столь объемной книге те или иные сведения может оказаться весьма затруднительно.

Главы 1 и 2 являются вводными. В главе 1, “Происхождение персональных компьютеров”, изложена история развития компьютеров компании IBM и совместимых с ними моделей. В главе 2, “Компоненты ПК, его возможности и структура системы”, описаны типы ПК и различия между ними, в том числе разновидности системных шин, от которых в основном и зависит принадлежность компьютера к тому или иному классу. В этой главе также представлен обзор типов ПК, благодаря которому вы сможете лучше ориентироваться в остальном материале книги.

В главе 3, “Типы и спецификации микропроцессоров”, вашему вниманию предлагается подробное описание процессоров производства компаний Intel и AMD. Поскольку процессор — один из важнейших компонентов ПК, в настоящем издании представлено наиболее полное и подробное описание процессоров, которое я когда-либо предлагал вниманию читателей. Здесь подробно рассматриваются новые модели процессоров, а также гнезда для их установки.

В главе 4, “Системные платы и шины”, рассматриваются материнские платы и их факторы (от Baby-AT до ATX и VTX), наборы микросхем и компоненты системных плат. Применяемые наборы микросхем могут либо улучшить хороший компьютер, либо “перекрыть кислород” быстродействующему центральному процессору. В этой главе описываются новейшие наборы микросхем для процессоров, используемых в настоящее время, к числу которых относятся наборы микросхем от Intel, AMD, VIA, NVIDIA, SiS, ALi и других компаний. Здесь можно найти любую необходимую информацию, касающуюся архитектуры высокоскоростных шин, таких как PCI и PCI Express. Глава охватывает множество тем, начиная с частоты шины системной платы для набора микросхем и заканчивая стандартным расположением монтажных отверстий для установки системной платы.

В главе 5, “BIOS: базовая система ввода-вывода”, подробно рассматривается системная BIOS, в том числе ее типы, функции, а также возможности модернизации. В нее включен обновленный обзор настроек BIOS. Здесь вы также найдете список кодов BIOS и ее сообщений об ошибках.

В главе 6, “Оперативная память”, детально описывается оперативная память ПК. Процессор, память и системная плата — вот три основных компонента современного компьютера. От их правильного выбора зависит общая производительность системы. Тем, кому непонятны различия между системной памятью и кэш-памятью, кэш-памятью первого и второго уровней, внешней памятью и интегрированной кэш-памятью второго уровня, модулями памяти SIMM, DIMM и RIMM, стандартами SDRAM от DDR до DDR3, эта глава предоставит ответы на все их вопросы.

В главе 7, “Интерфейс ATA/IDE”, речь идет об интерфейсе ATA/IDE, включая все его разновидности и спецификации. Вы узнаете о том, почему режимы 133 Мбит/с и 300 Мбит/с этого параллельного и последовательного интерфейсов ATA лишь незначительно повышают быстродействие системы. В главу также включено описание улучшенного интерфейса контроллера Serial ATA AHCI, расширяющего возможности и быстродействие интерфейса SATA.

Глава 8, “Устройства магнитного хранения данных”, посвящена принципам хранения данных на магнитных носителях. Независимо от того, что вы помните о принципах электромагнетизма из школьного курса, эта глава изменит ваше классическое представление о данных и накопителях как о чем-то непостижимом.

В главе 9, “Накопители на жестких дисках”, детально обсуждаются методы хранения информации на жестких дисках и ее извлечения с помощью двойного щелчка на имени файла.

В главе 10, “Накопители со сменными носителями”, рассматриваются все типы накопителей со сменными носителями, которые можно найти как в устаревших, так и в самых современных компьютерных системах. Здесь описываются различные типы устройств: от дисководов и накопителей Zip до флэш-накопителей и накопителей на магнитной ленте.

В главе 11, “Устройства оптического хранения данных”, рассматриваются накопители на оптических носителях, таких как CD и DVD, а также новейшие технологии HD DVD и Blu-ray.

В главе 12, “Установка и конфигурирование накопителей”, описывается процесс установки и конфигурирования всех типов устройств хранения данных, а также уделяется внимание вопросам создания разделов на жестких дисках и их форматирования.

В главе 13, “Видеоадаптеры и мониторы”, рассматриваются аппаратные средства отображения информации, включая видеоадаптеры и мониторы. Вы узнаете, как работают электронно-лучевые и жидкокристаллические мониторы и какие из них наиболее полно соответствуют современным требованиям. Если вы — поклонник компьютерных игр и мультимедиа, обязательно изучите вопросы, касающиеся выбора видеоадаптера, оснащенного наиболее современным набором микросхем и объемом памяти, достаточным для решения стоящих перед вами задач.

В главе 14, “Аудиоустройства”, внимание сосредоточено на аппаратных средствах, включая звуковые платы и акустические системы. Качественное воспроизведение звука постепенно становится важной частью любого приличного компьютера, и в этой главе рассматриваются те параметры, на которые следует обращать внимание при выборе звуковой платы, а также типы современных аудиоадаптеров.

В главе 15, “Последовательный, параллельный и другие интерфейсы ввода-вывода”, обсуждаются вопросы ввода и вывода на уровне аппаратных средств системы, включая последовательные и параллельные порты и новейшие технологии USB и FireWire (IEEE1394/i.LINK). Кроме того, здесь рассматриваются новые разработки USB 2.0, USB On-The-Go, беспроводные интерфейсы USB и FireWire 800.

В главе 16, “Устройства ввода”, описываются клавиатуры, устройства указания и игровые порты, в том числе беспроводные периферийные устройства, позволяющие управлять компьютером даже после перерезания кабелей.

В главе 17, “Подключение к Интернету”, сравниваются возможности высокоскоростного доступа к информации с использованием либо медленного коммутируемого подключения, либо одного из множества высокоскоростных методов, включая DSL, кабельные модемы и спутниковую связь.

Глава 18, “Локальные сети”, посвящена настройке кабельных и беспроводных сетей дома или в небольшом офисе. В ней описываются установка сетевых адаптеров, подготовка к работе сетевых кабелей Ethernet и настройка сетевых служб Windows.

Глава 19, “Блоки питания и корпуса”, является детальным исследованием блоков питания, которые остаются главным источником проблем и сбоев, возникающих в компьютерах. При покупке нового компьютера на блок питания чаще всего не обращают никакого внимания, поэтому источником всех проблем обычно ошибочно считают операционную систему Windows, память или другие системные компоненты. Также здесь приводятся подробные

спецификации на разъемы питания, используемые в различных системах, начиная с АТ и заканчивая АТХ и ВТХ, включая нестандартные, которые могут стать источником проблем. Новая информация о системе управления электропитанием способна за год многократно окупить стоимость настоящей книги, если вы правильно сконфигурируете эту систему.

В главе 20, “Сборка и модернизация компьютера”, речь идет о том, на что следует обратить внимание при покупке ПК и его модернизации. Процессы сборки и разборки компьютера здесь описываются поэтапно и сопровождаются профессиональными фотографиями, которые помогут как следует во всем разобраться.

В главе 21, “Модификации: разгон и охлаждение”, описываются различные способы повышения быстродействия системы по сравнению с заложенной в стандартной конфигурации. Здесь подробно рассматриваются различные схемы охлаждения — от воздушного до жидкостного и даже криогенного. Кроме того, приводятся различные модификации корпусов, позволяющие улучшить охлаждение, в том числе достаточно простые способы улучшения охлаждения существующих систем, затраты на которые не превысят 10 долларов.

В главе 22, “Средства диагностики и техническое обслуживание”, раскрываются особенности технического обслуживания ПК, диагностические процедуры и методы решения всевозможных проблем. Кроме того, в ней представлены инструменты, имеющиеся в арсенале опытных техников. Среди них наверняка найдутся такие, которых вы никогда не видели.

Что содержится на прилагаемом компакт-диске

К этой книге прилагается компакт-диск, на котором представлен не менее важный материал, чем на ее страницах.

На нем вы найдете мой знаменитый технический справочник, хранилище файлов PDF с материалом предыдущих изданий этой книги (на русском и английском языках), список производителей оборудования, а также детальный перечень кодов BIOS в формате PDF, который можно вывести на печать и всегда держать под рукой.

На диск также записаны два приложения: словарь терминов и список аббревиатур и сокращений, плюс главы 10, 17 и 18, которые вынужденно перенесены на диск из-за ограничений по объему книги.

Все это вместе с материалом книги даст вам несравненно больше информации об аппаратной части компьютера, чем любой другой источник.

Сайт книги

Не забудьте посетить мой сайт www.upgradingandrepairingpcs.com. На нем вы найдете большой объем материала, который поможет вам при изучении этой книги. Он заполнен просто “тоннами” полезной информации — от файлов видеозаписи до изменений в содержании книги и технологических новинок. Сайт предназначен для того, чтобы на протяжении года держать вас в курсе наиболее значительных событий в области аппаратных компонентов ПК.

На сайте есть видеоматериалы из предыдущих изданий, не говоря уже о том, что это наилучшее место поиска информации по всем темам книг о модернизации и ремонте, выпущенных издательством QUE. Только за последний год мы выпустили следующие книги: *Upgrading and Repairing Servers*, *Upgrading and Repairing Windows* и *Upgrading and Repairing Networks, 5th Edition*. На этом сайте вы также узнаете, какие новые мои книги готовятся к публикации.

Кроме того, сайт используется в качестве форума (www.forum.scottmueller.com), специально предназначенного для тех, кто приобрел мои книги и DVD. На нем я отвечаю на вопросы читателей и предлагаю другую адекватную помощь, так что не стесняйтесь задавать вопросы. Я мог бы отвечать каждому персонально, но мне хотелось бы, чтобы описанное решение конкретной проблемы было доступно и другим участникам форума. Каждый посетитель сайта может просмотреть этот форум, но, чтобы отправить свой вопрос, нужно зарегистрироваться (пароль для регистрации на форуме записан на диске). Однако даже без регистра-

ции форум является беспрецедентным источником информации, так как открывает доступ к ответам на вопросы читателей, заданные за годы работы форума.

Личное замечание

Бывшего менеджера серии автомобилей Corvette компании General Motors Дейва Мак-Леллана (Dave McLellan) как-то спросили: “Какую из моделей серии Corvette вы предпочитаете?” На это он ответил: “Ту, которая появится в следующем году”. Настоящее издание книги *Модернизация и ремонт ПК* – это модель следующего года уже сегодня. За ним последует еще один год и...

Я убежден, что эта книга – наилучшее издание такого рода из всех существующих ныне на рынке. Такой вывод позволили сделать многочисленные отзывы слушателей моих семинаров и преданных читателей этой книги. Я благодарен всем, кто помогал мне в работе над книгой, а также всем моим читателям, большинство из которых, как выяснилось, не пропустили ни одного ее издания. Встречаясь со многими из вас на семинарах, которые я веду с 1982 года, я с огромным удовольствием выслушиваю комментарии и критические замечания. Возможно, вам будет интересно узнать, что данную книгу я начал писать еще в 1985 году; затем использовал ее исключительно на своих семинарах по аппаратным средствам ПК, а в 1988 году она вышла в свет в издательстве Que.

Я писал и переписывал ее почти непрерывно более 20 лет! Благодаря вашим комментариям, предложениям и поддержке *Модернизация и ремонт ПК* стала одной из самых полных и понятных книг по аппаратным средствам персональных компьютеров. Новое, 18-е издание, которое вы держите в руках, лучше всех предыдущих. И в этом немалая ваша заслуга. Я с нетерпением жду ваших отзывов о новом издании.

Скотт

Ждем ваших отзывов!

Вы, читатель этой книги, и есть главный ее критик. Мы ценим ваше мнение и хотим знать, что было сделано нами правильно, что можно было сделать лучше и что еще вы хотели бы увидеть изданным нами. Нам интересны любые ваши замечания в наш адрес.

Мы ждем ваших комментариев и надеемся на них. Вы можете прислать нам бумажное или электронное письмо либо просто посетить наш сайт и оставить свои замечания там. Одним словом, любым удобным для вас способом дайте нам знать, нравится ли вам эта книга, а также выскажите свое мнение о том, как сделать наши книги более интересными для вас.

Отправляя письмо или сообщение, не забудьте указать название книги и ее авторов, а также свой обратный адрес. Мы внимательно ознакомимся с вашим мнением и обязательно учтем его при отборе и подготовке к изданию новых книг.

Наши электронные адреса:

E-mail: info@williamsublishing.com

WWW: <http://www.williamsublishing.com>

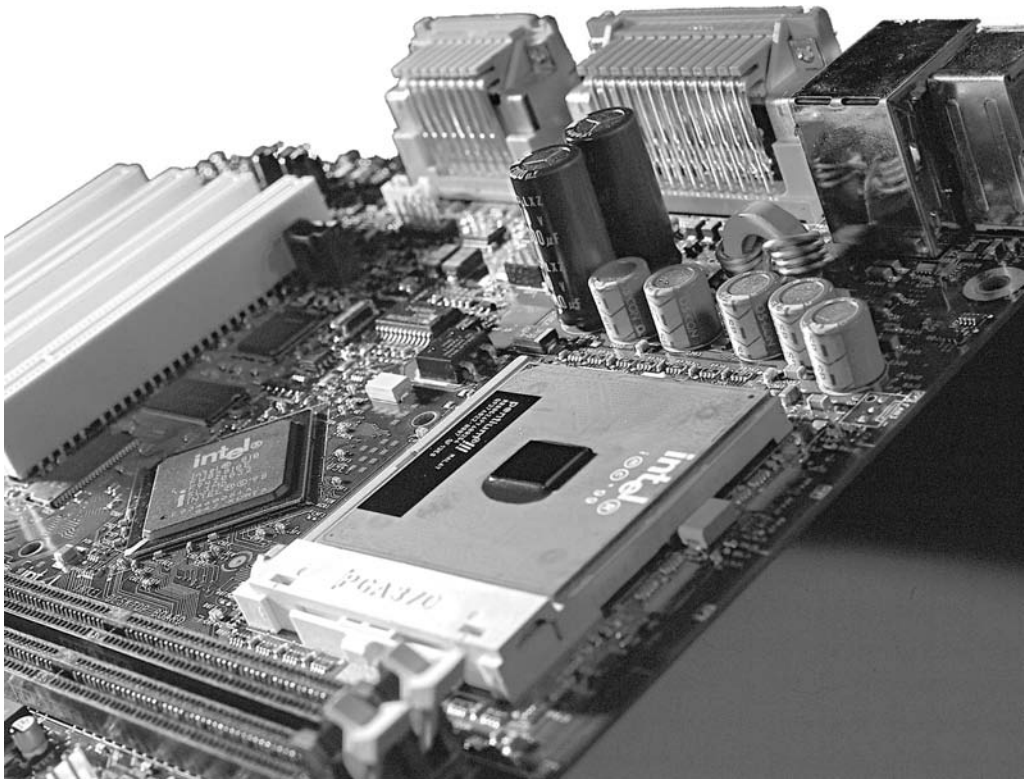
Наши почтовые адреса:

в России: 127055, г. Москва, ул. Лесная, д. 43, стр. 1

в Украине: 03150, Киев, а/я 152

Глава 1

Происхождение персональных компьютеров



История развития компьютеров: период до появления первого ПК

Персональный компьютер (ПК) так или иначе стал воплощением множества открытий и изобретений. Прежде чем обсуждать его устройство и возможности, скажем несколько слов об основных этапах развития компьютерной технологии.

Первые компьютеры были очень похожи на простейшие калькуляторы. Они прошли путь от простых механических до сложных цифровых электронных устройств.

Основные этапы развития компьютеров

Ниже перечислены события, которые тем или иным образом повлияли на развитие компьютерной техники.

1617 год	Джон Непер создал деревянную машину для простейших вычислений
1642 год	Блез Паскаль описал машину для суммирования чисел
1822 год	Чарльз Бэббидж представил механическое устройство, названное позднее <i>аналитической машиной</i> , которое можно считать первой настоящей вычислительной машиной
1906 год	Ли Де Форест запатентовал вакуумный триод, использовавшийся в качестве переключателя в первых электронных компьютерах
1936 год	Алан Тьюринг опубликовал статью <i>On Computable Numbers</i> (О вычислимых числах). В ней он описал воображаемый компьютер, который назвал <i>Машина Тьюринга</i> . Этот компьютер считается одним из прародителей современных компьютеров. В дальнейшем Тьюринг работал над взломом кода Enigma. Конрад Цузе начал работу над серией компьютеров и в 1941 году создал компьютер Z3. Это была первая работающая модель электрического двоичного компьютера, в котором использовались электромеханические переключатели и реле
1937 год	Джон Атанасов начал работу над компьютером Атанасова-Берри (ABC), который впоследствии будет официально признан первой электронно-вычислительной машиной
1943 год	Томас Флауэрс разработал Colossus — секретный специализированный компьютер, предназначенный для расшифровки перехваченных сообщений немецких войск
1945 год	Джон фон Нейман написал статью <i>First Draft of a Report on the EDVAC</i> (Первый черновик отчета о EDVAC), в которой рассматривалась архитектура современных программируемых компьютеров
1946 год	Джон Мошли и Джон Преспер Эккерт создали электронно-вычислительную машину ENIAC
1947 год	23 декабря Джон Бардин, Уолтер Браттейн и Уильям Шокли успешно протестировали первый транзистор, совершивший переворот в полупроводниковой технике
1949 год	В Кембриджском университете Морис Уилкс создал первый практический программируемый компьютер EDSAC
1950 год	Исследовательская организация в Миннеаполисе представила первый коммерческий компьютер ERA 1101
1952 год	В Бюро переписи населения США установлен компьютер UNIVAC I
1953 год	Компания IBM создала первый электронный компьютер 701
1954 год	Впервые появился в продаже полупроводниковый транзистор стоимостью 2,5 доллара, созданный Гордоном Тилом из компании Texas Instruments, Inc. IBM выпустила первый массовый калькулятор 650; в течение этого же года было продано 450 экземпляров данной модели
1955 год	Компания Bell Laboratories анонсировала первый транзисторный компьютер TRADIC
1956 год	В Массачусетском технологическом институте создан первый многоцелевой транзисторный программируемый компьютер TX-0. С появлением модели IBM 305 RAMAC начинается эра устройств магнитного хранения данных
1958 год	Джек Килби из Texas Instruments, Inc. создал первую интегральную схему, состоящую из транзисторов и конденсаторов на одной полупроводниковой пластине
1959 год	IBM создала серию мэйнфреймов 7000 — первых транзисторных компьютеров для крупных компаний. Роберт Нойс (компания Fairchild Camera and Instrument Corp.) создал интегральную схему, расположив соединительные каналы непосредственно на кремниевой пластине
1960 год	Компания Bell Laboratories разработала первый коммерческий модем Dataphone, преобразующий цифровые компьютерные данные в аналоговый сигнал для передачи по сети. В компании DEC создан первый мини-компьютер PDP-1 стоимостью 120 тыс. долларов
1961 год	По данным журнала <i>Datamation</i> , продукция IBM занимала 81,2% компьютерного рынка; в этом году IBM анонсировала серию систем 1400
1964 год	Суперкомпьютер CDC 6600, созданный Сеймуром Креем, выполнял около 3 млн. инструкций в секунду, что в три раза больше, чем у Stretch — его ближайшего конкурента компании IBM. IBM анонсировала семейство компьютеров System/360 (6 совместимых модификаций и 40 периферийных устройств). Впервые в мире была проведена транзакция в реальном времени на системе IBM SABRE

1965 год	Digital Equipment Corporation анонсировала первый успешный коммерческий проект мини-компьютера PDP-8
1966 год	Компания Hewlett-Packard представила компьютер для бизнеса HP-2115, который по производительности не уступал большим корпоративным системам
1969 год	По распоряжению Министерства обороны США были созданы четыре сайта сети ARPAnet, ставшей прообразом сегодняшней сети Интернет. Два сайта были установлены на территории Калифорнийского университета (один — в Санта-Барбаре, а другой — в Лос-Анджелесе) и по одному — в SRI International и в Университете штата Юта
1971 год	В лаборатории IBM в Сан-Хосе создана 8-дюймовая дискета. В журнале <i>Electronic News</i> впервые появилась реклама микропроцессоров Intel 4004. В журнале <i>Scientific American</i> впервые появилась реклама одного из первых персональных компьютеров Kenback-1 стоимостью 750 долларов
1972 год	Hewlett-Packard представила систему HP-35 с постоянной памятью. Дебют микропроцессора Intel 8008. Стив Возняк создал “синий ящик” — генератор тональной частоты, позволяющий делать бесплатные телефонные звонки
1973 год	Роберт Меткалф описал метод сетевого соединения Ethernet в исследовательском центре Пало-Альто компании Xerox. Компания Micral выпустила первый коммерческий ПК на основе микропроцессора Intel 8008. Дон Ланкастер создал на основе телевизионного приемника первый буквенно-цифровой монитор TV Typewriter
1974 год	В исследовательском центре Пало-Альто компании Xerox создана рабочая станция, в качестве устройства ввода которой использовалась мышь. Компания Scelbi объявила о создании компьютера “Селби-8Н” — первого коммерческого компьютера на базе микропроцессора Intel 8008
1975 год	Появилась первая коммерческая сеть с пакетной коммутацией Telenet — гражданский аналог ARPAnet. В январском выпуске журнала <i>Popular Electronics</i> описан компьютер Altair 8800, созданный на базе процессора Intel 8080. Прототип модуля визуального отображения (VDM), разработанный Ли Фелзенштейном, стал первой реализацией алфавитно-цифрового дисплея с общей памятью для ПК
1976 год	Стив Возняк создал компьютер Apple I, смонтированный на одной плате. Компанией Shugart Associates анонсированы первый 5,25-дюймовый гибкий диск и дисковод. Создан первый коммерческий векторный процессор Cray I
1977 год	Компания Tandy Radio Shack выпустила компьютер TSR-80. Создан компьютер Apple II. Компания Commodore выпустила компьютер PET (Personal Electronic Transactor)
1978 год	Digital Equipment Corporation создала компьютер VAX 11/780, способный адресовать 4,3 Гбайт виртуальной памяти
1979 год	Компания Motorola выпустила микропроцессор 68000
1980 год	Джон Шох из исследовательского центра Пало-Альто компании Xerox обнаружил первого компьютерного “червя” — небольшую программу, которая распространялась в сети в поиске свободных процессоров. Компания Seagate Technologies выпустила первый жесткий диск для микрокомпьютеров. Разработан первый оптический диск, емкость которого в 60 раз превышала емкость 5,25-дюймового гибкого диска
1981 год	Компания Xerox представила Star — первый ПК с графическим интерфейсом пользователя (GUI). Адам Осборн выпустил первый портативный компьютер Osborne I стоимостью 1795 долларов. Компания IBM выпустила свой первый персональный компьютер PC. Компания Sony анонсировала первую 3,5-дюймовую дискету и дисковод. Компании Philips и Sony представили дисковод CD-DA (компакт-диск с цифровой звукозаписью). Проигрыватель компакт-дисков, созданный компанией Sony, стал первым на компьютерном рынке
1983 год	Компания Apple выпустила компьютер Lisa с первым графическим интерфейсом пользователя. Компания Compaq Computer Corp. выпустила первый клон компьютера IBM PC
1984 год	Apple приступила к выпуску первого “обреченного” на успех компьютера с графическим интерфейсом пользователя, который принес 1,5 млн. долларов только за этот год. Компания IBM выпустила компьютер PC-AT (PC Advanced Technology), который по быстродействию в три раза превосходил ранее созданные модели. Этот компьютер был разработан на базе микропроцессора Intel 286 и имел 16-разрядную шину ISA. Компьютер AT считается родоначальником всех современных ПК
1985 год	Компания Philips выпустила первый музыкальный компакт-диск и накопитель CD-ROM
1986 год	Компания Compaq выпустила компьютер Deskpro 386, в котором впервые был установлен процессор Intel 386
1987 год	Компания IBM приступила к производству компьютеров семейства PS/2, в которых были установлены 3,5-дюймовый дисковод и VGA-видеоадаптер
1988 год	Один из основателей компании Apple Стив Джобс, покинув ее, создал собственную компанию — NeXT. Compaq и другие производители PC-совместимых систем разработали новую, улучшенную архитектуру компьютера.

	Роберт Моррис создал и запустил своего “червя” в ARPAnet; заражено по различным оценкам от 6 до 60 тысяч сайтов
1989 год	Компания Intel выпустила процессор 486, который содержал миллион транзисторов
1990 год	Тим Бернерс-Ли, сотрудник Женевской лаборатории физики высоких энергий (CERN), разработал гипертекстовый язык разметки (HTML), тем самым начав эру Всемирной паутины (World Wide Web — WWW)
1993 год	Intel выпустила первый процессор Pentium из семейства P5. Кроме того, Intel разработала для него набор микросхем системной логики
1995 год	Intel начала продавать процессор Pentium Pro (первый представитель семейства P6). Компания Microsoft представила первую 32-разрядную операционную систему Windows 95
1997 год	Компания Intel выпустила процессор Pentium II, построенный на базе Pentium Pro с поддержкой инструкций MMX
1997 год	Компания AMD представила процессор K6, совместимый с Intel P5 (Pentium)
1998 год	Microsoft анонсировала новую версию своей операционной системы Windows 98. Компания Intel выпустила Celeron, представляющий собой дешевую версию процессора Pentium II. Первые процессоры этого типа выпускались без кэш-памяти, но уже через несколько месяцев Intel представила версии с уменьшенной, но более быстродействующей кэш-памятью второго уровня
1999 год	Компания AMD представила процессор Athlon. Intel выпустила процессор Pentium III, построенный на базе Pentium II с поддержкой инструкций SSE (Streaming SIMD Extensions)
2000 год	Компания Microsoft выпустила Windows Me (Millennium Edition) и Windows 2000. Компаний Intel и AMD объявили о выпуске процессоров с тактовой частотой 1 ГГц. AMD представила Duron, более дешевую версию процессора Athlon с уменьшенным объемом кэш-памяти второго уровня. Intel представила Pentium 4, новейший процессор с 32-разрядной архитектурой (IA-32) семейства Intel.
2001 год	Компания Intel выпустила процессор Itanium, первый 64-разрядный (IA-64) процессор для ПК Отмечается 20-я годовщина со дня выпуска первого компьютера — IBM PC. Intel представила первый процессор с рабочей частотой 2 ГГц, которым стала одна из версий Pentium 4. Потребовалось 28,5 лет для того, чтобы пройти путь от 108 кГц до 1 ГГц, и всего лишь 18 месяцев для того, чтобы повысить рабочую частоту процессора от 1 до 2 ГГц. Microsoft выпустила Windows XP Home и Professional, впервые объединив потребительскую (9x/Me) и корпоративную (NT/2000) операционные системы на основе технологии Windows NT
2002 год	На рынке появился первый процессор Pentium 4, преодолевший рубеж 3 ГГц. В процессоре также впервые реализована технология Hyper-Threading (HT), позволяющая одному физическому процессору одновременно выполнять два потока приложений. Компания Intel выпустила процессор Pentium M, разработанный специально для мобильных систем и обеспечивающий малое энергопотребление, а значит, длительное время работы от батарей и при этом относительно высокое быстродействие. Процессор Pentium M — основа торговой марки Centrino компании Intel
2003 год	AMD представила Athlon 64 — первый 64-разрядный процессор, ориентированный на использование в домашних и офисных системах. Комитет IEEE официально утвердил стандарт высокоскоростного беспроводного взаимодействия по сети 802.11g, обеспечивающий скорость передачи данных 54 Мбит/с при использовании того же диапазона 2,4 ГГц, что и стандарт 802.11b, с которым он обратно совместим. Стандарт 802.11g получил широкое распространение на рынке еще до того, как был официально утвержден
2004 год	Intel представила новое ядро процессора Pentium 4 под кодовым названием Prescott; это первый процессор для ПК, выпускаемый с использованием 0,09-микронной технологии. Intel представила технологию EM64T (Extended Memory 64 Technology) — 64-разрядное расширение к архитектуре IA-32 компании Intel. EM64T программно совместима (и нацелена на тот же сегмент рынка) с технологией x86-64 (AMD64), разработанной AMD; при этом она не совместима с 64-разрядными процессорами Itanium
2005 год	Microsoft представила операционную систему Windows XP x64 Edition, которая поддерживает процессоры с расширениями AMD64 и EM64T. Началась эра многоядерных процессоров. Intel представила двухъядерные процессоры Pentium D 8xx и Pentium Extreme Edition 8xx. Впоследствии компания AMD представила двухъядерные процессоры Athlon 64 X2
2006 год	Компания Apple представила первый компьютер Macintosh, основанный на архитектуре и технологиях PC, что в четыре раза повысило быстродействие традиционных компьютеров Mac. Компания Intel представила первый четырехъядерный процессор для ПК — Core 2 Extreme. Компания Microsoft выпустила долгожданную систему Windows Vista для корпоративных пользователей. На потребительский рынок эта система вышла в начале 2007 года
2007 год	Компания Intel выпустила набор микросхем системной логики серии 3x с поддержкой памяти DDR3 и интерфейса PCI Express 2.0, что вдвое увеличило общую пропускную способность шины

Механические калькуляторы

Одним из самых первых вычислительных устройств является абак, используемый уже более 2000 лет. Абак представляет собой деревянную доску, разделенную на полосы, по которым передвигались камешки или кости. Существует ряд правил, согласно которым костяшки перемещаются в правую или левую сторону абака, что позволяет выполнять различные арифметические операции. (Бухгалтерские счета являются дальним родственником абака.)

Математические вычисления с помощью арабских цифр пришли в Европу только в VIII–IX веках. Первая европейская механическая счетная машина была создана Джоном Непером (создателем логарифмов) в начале XVII века. Она могла выполнять операцию умножения двух чисел.

В 1642 году Блез Паскаль создал прообраз цифровой вычислительной машины, позволяющей выполнять сложение чисел. Машина предназначалась отцу Паскаля, который работал сборщиком налогов. Позднее, в 1671 году, Готфрид Вильгельм фон Лейбниц разработал вычислительную машину, построив ее только в 1694 году. Она позволяла складывать и умножать числа.

Первый коммерческий механический калькулятор был создан Чарльзом Ксавьером Томасом в 1820 году. Это была “совершенная машина” — она выполняла операции сложения, вычитания, умножения и деления.

Первый механический компьютер

Отцом этого компьютера можно по праву назвать Чарльза Бэббиджа, профессора математики Кембриджского университета. Эта машина, созданная в 1812 году, могла решать полиномиальные уравнения различными методами. Создав в 1822 году небольшую рабочую модель своего компьютера и продемонстрировав ее Британскому правительству, Бэббидж получил средства на дальнейшее развитие системы. Новая машина была создана в 1823 году. Она была паровой, полностью автоматической и даже распечатывала результаты в виде таблицы.

Работа над этим проектом продолжалась еще 10 лет, и в 1833 году был создан первый “многоцелевой” компьютер, названный *аналитической машиной*. Она могла оперировать числами с 50 десятичными знаками и сохраняла до тысячи значений. В ней впервые было реализовано условное выполнение операций — прообраз современного оператора IF.

Аналитическая машина Бэббиджа вполне заслуженно считается предшественницей современного компьютера, так как содержит все ключевые элементы, из которых состоит компьютер.

- **Устройство ввода данных.** В машине Бэббиджа применен принцип ввода данных с помощью перфокарт, когда-то используемый в ткацких станках на текстильных фабриках.
- **Блок управления.** Для управления или программирования вычислительного устройства использовался барабан, содержащий множество пластин и штифтов.
- **Процессор (или вычислительное устройство).** Вычислительный механизм высотой около трех метров, содержащий сотни осей и несколько тысяч шестеренок.
- **Запоминающее устройство.** Блок, содержащий еще больше осей и шестеренок, позволяющий хранить в памяти до тысячи 50-разрядных чисел.
- **Устройство вывода.** Пластины, связанные с соответствующей печатной машиной, использовались для печати полученных результатов.

К сожалению, из-за недостаточной точности механической обработки шестеренок и механизмов первый потенциальный компьютер так и не был полностью построен. Технологический уровень производства того времени был слишком низок.

Интересно, что идея использования перфорационных карт, впервые предложенная Бэббиджем, воплотилась только в 1890 году. Тогда проводился конкурс на лучший метод табулирования материалов переписи США, победителем которого стал служащий бюро переписи Гер-

ман Холлерит, предложивший идею *перфокарт*. Для обработки данных переписи вручную служащим бюро потребовались бы годы, а благодаря перфорационным картам время табулирования сократилось примерно до шести недель. Впоследствии Холлерит основал компанию *Tabulating Machine Company*, которая много лет спустя стала известна как *IBM*.

Одновременно с другими компаниями, *IBM* разработала целую серию улучшенных счетно-перфорационных систем, содержавших огромное количество электромеханических реле и микродвигателей. Системы позволяли автоматически устанавливать определенное количество перфокарт в положение “считывание”, выполнять операции сложения, умножения и сортировки данных, а также выводить результаты вычислений на перфорационных картах. Такие счетно-аналитические машины позволяли обрабатывать от 50 до 250 перфокарт в минуту, каждая из которых могла содержать 80-разрядные числа. Перфорационные карты служили не только средством ввода и вывода, но и хранилищем данных. На протяжении более чем 50 лет счетно-перфорационные машины использовались для самых разнообразных математических вычислений; именно с них начался путь многих компьютерных компаний.

Процесс разработки счетно-аналитических машин достиг своей кульминации, когда в 1936–1941 годах Конрад Цузе создал электромеханические системы, то, что мы называем *Z3*. Эти машины можно рассматривать как первые двоичные компьютеры, использующие электромеханические переключатели и реле.

Электронные компьютеры

Физик Джон Атанасов вместе с Клиффордом Берри с 1937 по 1942 год работали в Университете штата Айова над созданием первой цифровой электронно-вычислительной машины. Компьютер Атанасова–Берри (названный впоследствии *ABC — Atanasoff-Berry Computer*) стал первой системой, в которой были использованы современные цифровые коммутационные технологии и вакуумные лампы, а также концепции двоичной арифметики и логических схем. После долгого судебного разбирательства 19 октября 1973 года федеральный судья США Эрл Ларсон аннулировал патент, ранее выданный Эккерту и Мошли, официально признав Атанасова изобретателем первого электронного цифрового компьютера.

Использование вычислительной техники во время второй мировой войны послужило серьезным толчком для развития компьютеров. В 1943 году англичанин Алан Тьюринг завершил работу над созданием военного компьютера “Колосс”, используемого для расшифровки перехваченных немецких сообщений. К сожалению, работа Тьюринга не была оценена по достоинству, так как конструкция “Колосса” в течение еще многих лет после окончания войны была засекречена.

Помимо расшифровки неприятельских кодов, постепенно возникла потребность в выполнении баллистических расчетов и решении других военных задач. В 1946 году Джон Эккерт и Джон Мошли вместе с сотрудниками Школы электротехники Мура Университета штата Пенсильвания создали первую большую электронно-вычислительную машину для военных целей. Эта система получила название *ENIAC* (*Electrical Numerical Integrator and Calculator*). Она работала с десятизначными числами и выполняла около 300 умножений в секунду, находя значения каждого произведения в таблице, хранящейся в оперативной памяти. Эта система работала примерно в тысячу раз быстрее, чем электромеханические релейные вычислительные машины предыдущего поколения.

В компьютере *ENIAC* было около 18 тыс. электронно-вакуумных ламп; он занимал полезную площадь, равную примерно 167 м², и потреблял приблизительно 180 тыс. ватт электроэнергии. Для ввода и вывода данных использовались перфорационные карты, регистры выполняли роль сумматоров, а также предоставляли доступ вида “чтение/запись” к хранилищу данных.

Выполняемые команды, составляющие ту или иную программу, создавались с помощью определенной монтажной схемы и переключателей, которые управляли ходом вычислений. По существу, для каждой выполняемой программы приходилось изменять монтажную схему и расположение переключателей.

Патент на электронно-вычислительную машину был первоначально выдан Эккерту и Мошли, но впоследствии, как вы уже знаете, он был аннулирован и предоставлен Джону Атанасову, создавшему компьютер Атанасова–Берри (АВС).

Немногом ранее, в 1945 году, математик Джон фон Нейман продемонстрировал, что компьютер может представлять собой целостную физическую структуру и эффективно выполнять любые вычисления с помощью соответствующего программного управления без изменения аппаратной части. Другими словами, он доказал, что программы можно изменять, не меняя аппаратного обеспечения. Этот принцип стал основополагающим правилом для будущих поколений быстродействующих цифровых компьютеров.

Первое поколение современных программируемых электронно-вычислительных машин, использующих описанные нововведения, появилось в 1947 году. В их число вошли коммерческие компьютеры EDVAC и UNIVAC, в которых впервые использовалось оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), предназначенное для хранения данных и модулей программы. Как правило, программирование выполнялось непосредственно на машинном языке, несмотря на то что к середине 1950-х годов наука программирования сделала большой шаг вперед. Символом новой компьютерной эры стал UNIVAC (Universal Automatic Computer), первый по-настоящему универсальный буквенно-цифровой компьютер общего назначения. Он применялся не только в научных или военных, но и в коммерческих целях.

Современные компьютеры

После появления UNIVAC темпы эволюции компьютеров заметно ускорились. В первом поколении компьютеров использовались вакуумные лампы, на смену которым пришли меньшие по размерам и более эффективные транзисторы.

От электронных ламп к транзисторам

Современный компьютер представляет собой набор электронных переключателей, которые используются как для представления информации в двоичном коде (в виде двоичных единиц — битов), так и для управления ее обработкой. Эти электронные переключатели могут находиться в двух состояниях — “включено” и “выключено”, — что позволяет использовать их для хранения двоичной информации.

В первых компьютерах использовались так называемые *триоды* — вакуумные лампы, изобретенные Ли Де Форестом в 1906 году (рис. 1.1). Триод состоит из трех основных элементов, расположенных в стеклянной вакуумной лампе: катода, анода и разделяющей их сетки. При нагревании внешним источником питания катод испускает электроны, которые собираются на аноде. Сетка, расположенная в середине лампы, позволяет управлять потоком электронов. Когда на сетку подается ток отрицательного потенциала, электроны отталкиваются от нее и собираются вокруг катода; при подаче тока положительного потенциала электроны проходят через сетку и улавливаются анодом. Таким образом, изменяя значение потенциала сетки, можно моделировать состояние анода “включено/выключено”.

К сожалению, вакуумная лампа в качестве переключателя оказалась малоэффективной. Она потребляла много электроэнергии и выделяла большое количество тепла — весьма существенная проблема для вычислительных систем того времени. Вакуумные лампы оказались ненадежными, главным образом из-за постоянного перегрева: в больших системах лампы приходилось менять каждые два часа или даже чаще.

Изобретение *транзистора* явилось одним из наиболее революционных событий эпохи ПК. В 1947 году инженеры Bell Laboratory Джон Бардин и Уолтер Браттейн изобрели транзистор, который был представлен широкой общественности в 1948 году. Несколько месяцев спустя Уильям Шокли, один из сотрудников компании Bell, разработал модель биполярного транзистора. В 1956 году эти ученые были удостоены Нобелевской премии в области физики. Транзистор, который, по сути, представляет собой твердотельный электронный переключатель, заменил громоздкую и неудобную вакуумную лампу. Поскольку потребляемая транзи-

сторонами мощность незначительна, построенные на их основе компьютеры имели гораздо меньшие размеры и отличались более высокими быстродействием и эффективностью.

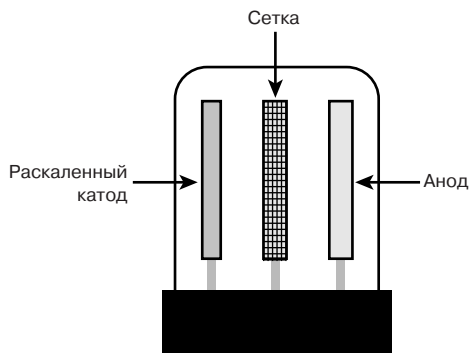


Рис. 1.1. Три основных компонента вакуумной трубки триода

Переход от вакуумных ламп к транзисторам положил начало тенденции к миниатюризации, которая продолжается и сегодня. Современные ноутбуки и даже карманные компьютеры, питающиеся от аккумуляторных батарей, имеют большую производительность вычислений, чем многие ранние системы, занимавшие целую комнату и потреблявшие невероятное количество электроэнергии.

Несмотря на все многообразие типов, транзисторы состоят главным образом из кремния и германия, а также добавок определенного состава. Проводимость материала зависит от состава введенных примесей и может быть отрицательной, т.е. N-типа (при добавлении фосфора, в результате чего образуются свободные электроны), или положительной, P-типа (при добавлении бора, в результате чего образуются “дырки”, т.е. атомы с недостающими электронами). Материал обоих типов является проводником, позволяющим электрическому току выбирать любое направление. Однако при соединении материалов разных типов возникает барьер, в результате чего электрический ток определенной полярности течет только в одном направлении. Именно поэтому такой материал называется полупроводником.

Для создания транзистора материалы P- и N-типа следует разместить “спиной друг к другу”, т.е. поместить пластину одного типа между двумя пластинами другого типа. Если материал средней пластины обладает проводимостью P-типа, то транзистор будет обозначен как NPN, а если N-типа — то как PNP.

В транзисторе NPN одна из пластин, на которую обычно подается отрицательный потенциал, называется *эмиттером*; средняя пластина называется *базой*, и последняя пластина, выполненная из того же материала, что и первая, называется *коллектором*. В транзисторах NPN эмиттер и коллектор выполнены из материала N-типа, а база — из материала P-типа (рис. 1.2). База помещена над кремнием P-типа, разделяющим эмиттер и коллектор, и отделена от него слоем двуокиси кремния. При обычных условиях между кремнием N- и P-типа нет проводимости, что предотвращает поток электронов между эмиттером и коллектором. Когда на базу подается положительное напряжение, этот электрод создает поле, затягивающее электроны эмиттера и коллектора в кремний P-типа, как бы превращая эту область в кремний N-типа. Это создает путь для перемещения электронов, т.е. электрический ток. Транзистор переходит во включенное состояние.

Транзистор PNP работает прямо противоположным образом. Для эмиттера и коллектора используется кремний P-типа, а для базы — N-типа. Когда на базу подается отрицательное напряжение, создается поле, привлекающее электроны с эмиттера и коллектора в кремний N-типа, в результате чего возникает электрический ток и транзистор переходит во включенное состояние.

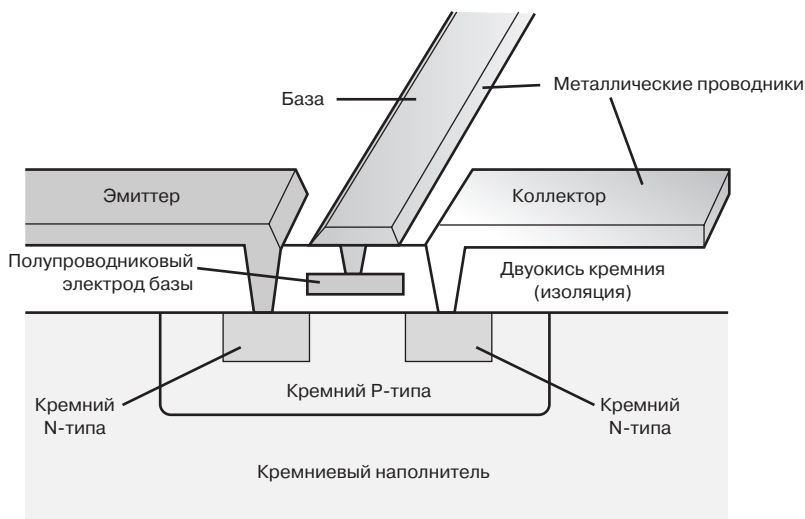


Рис. 1.2. Транзистор NPN в разрезе

Когда транзисторы PNP и NPN комбинируются в композицию *триггера* (т.е. переключателя), замыкаясь друг на друга, ток подается только при переключении транзистора из одного состояния в другое. Далее два транзистора поддерживают друг друга в этом состоянии в замкнутом контуре, используя минимальный ток. По этой причине практически все современные процессоры используют технологию CMOS (комплементарных МОП-транзисторов).

По сравнению с вакуумной лампой транзистор более эффективен в качестве переключателя, к тому же имеет миниатюрные размеры. В 2003 году исследователи компании IBM представили миру самый маленький кремниевый транзистор, имеющий размеры 6 нм (т.е. миллиардных долей метра). Существуют и другие технологии, такие как углеродные нанолампы, позволяющие создавать даже меньшие транзисторы, вплоть до молекулярной и атомарной величины.

Хотя вакуумные лампы были вытеснены транзисторами и интегральными схемами, они все же остаются популярными в сфере высококачественного аудиооборудования, так как позволяют достичь более чистого и ясного звучания, чем транзисторы. Поскольку ПК все чаще используются для обработки и воспроизведения звука, компания AOpen (подразделение Acer) представила системную плату (AX4B-533 Tube) со вдвоянной вакуумной лампой и специальной архитектурой, уменьшающей генерацию помех. Используя эту системную плату, можно достичь великолепных результатов при воспроизведении музыкальных композиций.

Интегральные схемы

В 1959 году сотрудники компании Texas Instruments изобрели *интегральную схему* — полупроводниковое устройство, в котором без проводов соединяется несколько расположенных на одном кристалле транзисторов. В первой интегральной схеме их было всего шесть. Для сравнения заметим, что четырехъядерный процессор содержит в себе два двухъядерных, каждый из которых состоит из 291 млн. транзисторов. Таким образом, в корпусе одной микросхемы процессора сосредоточена сила 582 млн. транзисторов.

Первый микропроцессор

Компания Intel была основана 18 июля 1968 года Робертом Нойсом, Гордоном Муром и Эндрю Гроувом. Ученые поставили перед собой вполне определенную цель: создать практичную и доступную полупроводниковую память. Ничего подобного ранее не создавалось, учитывая тот факт, что запинающее устройство на кремниевых микросхемах стоило, по край-

ней мере, в сто раз дороже обычной для того времени памяти на магнитных сердечниках. Стоимость полупроводниковой памяти достигала одного доллара за бит, в то время как запоминающее устройство на магнитных сердечниках стоило всего лишь около цента за бит. Вот что сказал Роберт Нойс: “Нам было необходимо сделать лишь одно — уменьшить стоимость в сто раз и тем самым завоевать рынок. Именно этим мы в основном и занимались”.

В 1970 году Intel выпустила микросхему памяти емкостью 1 Кбит, намного превысив емкость существующих в то время микросхем. (1 Кбит равен 1024 бит, один байт состоит из 8 бит, т.е. эта микросхема могла хранить всего 128 байт информации, что по современным меркам ничтожно мало.) Созданная микросхема, известная как динамическое оперативное запоминающее устройство 1103 (DRAM), стала к концу следующего года наиболее продаваемым полупроводниковым устройством в мире. К этому времени Intel выросла из горстки энтузиастов в компанию, насчитывающую более ста служащих.

Японская компания Busicom обратилась к Intel с просьбой разработать набор микросхем для семейства высокоэффективных программируемых калькуляторов. В то далекое время логические микросхемы разрабатывались непосредственно для конкретного приложения или программы. Большинство заказанных микросхем было предназначено для выполнения строго определенного круга задач, поэтому ни одна из них не могла получить широкого распространения.

Первоначальная конструкция калькулятора компании Busicom предусматривала минимум 12 микросхем различных типов. Инженер компании Intel Тед Хофф отклонил данную концепцию и вместо этого разработал однокристалльное логическое устройство, получающее команды приложения из полупроводниковой памяти. Этот центральный процессор работал под управлением программы, которая позволяла адаптировать функции микросхемы для выполнения поступающих задач. Микросхема была универсальной по своей природе, т.е. ее применение не ограничивалось калькулятором. Логические же модули других конструкций имели только одно назначение и строго определенный набор встроенных команд. Новая микросхема могла считывать из памяти набор команд, которые и использовались для управления ее функциями. Тед Хофф стремился разработать вычислительное устройство, размещенное в одной микросхеме и выполняющее самые разные функции в зависимости от получаемых команд.

С этой микросхемой была связана одна проблема: все права на нее принадлежали исключительно компании Busicom. Тед Хофф и другие разработчики понимали, что данная конструкция имеет практически неограниченное применение, позволяя преобразовывать “несуразные” машины в настоящие интеллектуальные системы. Они настаивали на том, чтобы Intel купила права на созданную микросхему. Основатели Intel Гордон Мур и Роберт Нойс всячески поддерживали создание новой микросхемы, в то время как другие сотрудники компании были обеспокоены тем, что это нанесет удар по основной деятельности Intel — продаже оперативной памяти. Каждый микрокомпьютер Intel, состоящий из четырех микросхем, содержал в те времена по два модуля памяти. Вот что сказал бывший коммерческий директор Intel: “Вначале я относился к этой архитектуре, как к способу выгодной реализации большого количества микросхем памяти, и именно в это направление мы собирались вкладывать дополнительные средства”.

Компания Intel предложила Busicom вернуть заплаченные ею за лицензию 60 тыс. долларов в обмен на право распоряжаться разработанной микросхемой. Японская компания, находящаяся в тяжелом финансовом положении, согласилась. В это время ни один из производителей, равно как и сама Intel, не смог в полной мере оценить важность этого события. Как оказалось впоследствии, именно эта сделка определила будущее Intel. В 1971 году появился первый 4-разрядный микрокомпьютерный набор 4004 (термин *микросхем* появился значительно позже). Микросхема размером с ноготь большого пальца содержала 2300 транзисторов, стоила 200 долларов и по своим параметрам была сопоставима с первой электронно-вычислительной машиной ENIAC. Как уже отмечалось, в системе ENIAC, созданной в 1946 году, было около 18 тыс. вакуумных электронных ламп, и она занимала примерно 85 м³. Мик-

процессор 4004 выполнял 60 тыс. операций в секунду, что являлось на то время невероятным достижением.

В 1972 году был выпущен преемник 4004 — 8-разрядный микропроцессор 8008. А в 1981 году семейство процессоров Intel пополнилось новой 16-разрядной моделью 8086 и 8-разрядной 8088. Эти процессоры получили в течение всего лишь одного года около 2500 наград за технологические новшества и достижения в сфере вычислительных систем. В число призеров вошла и одна из разработок IBM, ставшая впоследствии первым персональным компьютером.

Примечание

Под термином *PC* понимается тип персонального компьютера, в котором используется процессор архитектуры Intel и который базируется на архитектуре систем PC, XT и AT компании IBM. До появления PC существовали и другие типы персональных компьютеров, однако архитектура PC получила наибольшее распространение с момента появления на рынке в 1981 году.

В 1982 году Intel представила микропроцессор 286, содержащий 134 тыс. транзисторов. По эффективности он превосходил другие 16-разрядные процессоры того времени примерно в три раза. Благодаря концепции внутрикристалльной памяти он стал первым микропроцессором, совместимым со своими предшественниками. Этот качественно новый микропроцессор был затем использован в эпохальном компьютере PC-AT компании IBM.

В 1985 году появился 32-разрядный процессор Intel 386. Он содержал 275 тыс. транзисторов и выполнял более 5 млн. операций в секунду (Million Instruction Per Second — MIPS). Компьютер DESKPRO 386 компании Compaq был первым ПК, созданным на базе нового микропроцессора.

Следующим из семейства Intel стал процессор 486, появившийся в 1989 году. Он содержал уже 1,2 млн. транзисторов и первый встроенный сопроцессор, а также работал в 50 раз быстрее процессора 4004; его производительность была эквивалентна производительности мощных мэйнфреймов.

В 1993 году Intel представила первый процессор Pentium, производительность которого выросла в пять раз по сравнению с производительностью семейства Intel 486. Этот процессор содержал 3,1 млн. транзисторов и выполнял до 90 млн. операций в секунду, что примерно в 1500 раз выше быстродействия процессора 4004.

Примечание

Основанием для перехода Intel от нумерации процессоров (386/486) к использованию различных названий (Pentium/Pentium Pro) послужило то, что числовое значение не позволяло должным образом обеспечить безопасность зарегистрированной торговой марки и избежать использования того же номера для нумерации идентичной микросхемы, разработанной конкурентами.

Процессор семейства P6, называемый Pentium Pro, появился на свет в 1995 году. Он содержал 5,5 млн. транзисторов и являлся первым процессором, кэш-память второго уровня которого была размещена непосредственно на кристалле, что позволяло значительно повысить его быстродействие. Даже в наше время процессор Pentium Pro, выполняющий до 300 млн. команд в секунду, все еще используется в многопроцессорных серверах и высокоэффективных рабочих станциях.

Компания Intel пересмотрела архитектуру P6 (Pentium Pro) и в мае 1997 года представила процессор Pentium II. Он содержит 7,5 млн. транзисторов, упакованных, в отличие от традиционного процессора, в картридж, что позволило разместить кэш-память L2 непосредственно в модуле процессора. В апреле 1998 года семейство Pentium II пополнилось дешевым процессором Celeron, используемым в домашних ПК, и профессиональным процессором Pentium II Xeon, предназначенным для серверов и рабочих станций. В 1999 году Intel выпустила процессор Pentium III, который представлял собой, по сути, Pentium II, содержащий инструкции SSE (Streaming SIMD Extensions).

В то время как процессор Pentium стремительно завоевывал доминирующее положение на рынке, AMD приобрела компанию NexGen, работавшую над процессором Nx686. В результате слияния компаний появился процессор AMD K6. Этот процессор как в аппаратном, так и в программном отношении был совместим с процессором Pentium, т.е. устанавливался в гнездо Socket 7 и выполнял те же программы. AMD продолжила разработку более быстрых версий процессора K6 и завоевала значительную часть рынка ПК среднего класса.

В 1998 году Intel впервые интегрировала кэш-память второго уровня (которая работала на полной тактовой частоте ядра процессора) непосредственно в кристалл процессора, что позволило существенно повысить его быстродействие. Для этого вначале был использован процессор второго поколения Celeron (созданный на основе ядра Pentium II), а также кристалл Pentium PPE (с расширенными вычислительными возможностями), применяемый только в портативных системах. Первым процессором для настольных вычислительных машин старшей модели, содержащим встроенную кэш-память второго уровня и работающим с полной частотой ядра, стал процессор второго поколения Pentium III (созданный на основе ядра Coppermine), представленный в конце 1999 года. После этого практически все основные производители процессоров также начали встраивать кэш-память второго уровня в кристалл процессора, и эта тенденция сохраняется по сей день.

В 1999 году компания AMD представила процессор Athlon, который позволил ей конкурировать с Intel на рынке высокоскоростных настольных ПК практически на равных. Этот процессор оказался весьма удачным, и компания Intel получила в его лице достойного соперника в области высокопроизводительных систем. Сегодня успех процессора Athlon не вызывает сомнений, однако во время выхода его на рынок на этот счет были опасения. Дело в том, что, в отличие от своего предшественника K6, который был совместим как на программном, так и на аппаратном уровне с процессором Intel, Athlon был совместим только на уровне программного обеспечения — он требовал специфичного набора микросхем системной логики и специального гнезда.

2000 год ознаменовался появлением на рынке новых разработок обеих компаний. Так, AMD впервые представила процессоры Athlon Thunderbird и Duron. Процессор Duron, по существу, идентичен процессору Athlon и отличается от него только меньшим объемом кэш-памяти второго уровня; Thunderbird, в свою очередь, использовал интегрированную кэш-память, что позволило значительно повысить его быстродействие. Duron представляет собой более дешевую версию процессора Athlon, которая была разработана в первую очередь для того, чтобы составить достойную конкуренцию недорогим процессорам Celeron, созданным в Intel.

Компания Intel в конце 2000 года представила Pentium 4, новейший процессор из семейства IA-32.

В 2000 году произошло еще одно знаменательное событие, имеющее историческое значение: компании Intel и AMD преодолели барьер в 1 ГГц, который до того времени многим казался недостижимым.

В 2001 году Intel представила новую версию процессора Pentium 4 с рабочей частотой 2 ГГц, который стал первым процессором ПК, достигшим подобного быстродействия. Кроме того, компанией AMD был представлен процессор Athlon XP, созданный на основе нового ядра Palomino, а также Athlon MP, разработанный специально для многопроцессорных серверных систем. В течение 2001 года AMD и Intel продолжили работу над повышением быстродействия разрабатываемых микросхем и улучшением параметров существующих процессоров Pentium III/Celeron, Pentium 4 и Athlon/Duron.

В 2002 году Intel представила процессор Pentium 4, впервые достигший рабочей частоты 3,06 ГГц. Последующие за ним процессоры будут также поддерживать технологию Hyper-Threading (HT), благодаря которой компьютер с одним процессором превращается в виртуальную двухпроцессорную систему. Одновременное выполнение двух потоков приложений дает для процессоров с технологией HT прирост производительности 25–40% по сравнению с обычными процессорами Pentium 4. Это вдохновило программистов заняться разработкой многопоточковых программ, и подготовило почву для появления в скором будущем настоящих многоядерных процессоров.

В 2003 году AMD выпустила первый 64-разрядный процессор Athlon 64 (кодирование ClawHammer, или K8). В отличие от серверных 64-разрядных процессоров Itanium и Itanium 2, оптимизированных для новой 64-разрядной архитектуры программных систем и довольно медленно работающих с традиционными 32-разрядными программами, Athlon 64 воплощает в себе 64-разрядное расширение семейства x86, представителями которого являются более ранние процессоры Athlon, Pentium 4 и др. В этом же году компания Intel выпустила первый процессор, в котором была реализована кэш-память третьего уровня — Pentium 4 Extreme Edition. В него было встроено 2 Мбайт кэш-памяти, существенно увеличено количество транзисторов, также выросла и производительность.

В 2004 году примеру Intel последовала и компания AMD, выпустив процессор EM64T, использовавший тот же набор 64-разрядных расширений, который ранее был определен компанией AMD как AMD64.

В 2005 году компании Intel и AMD представили миру свои первые двухъядерные процессоры; по большому счету это два процессорных ядра, интегрированных на одной подложке. Хотя системные платы, поддерживающие установку двух и более процессоров, на протяжении многих лет использовались в серверах, в сегменте настольных ПК многоядерные архитектуры появились впервые. Вместо того чтобы постоянно наращивать тактовые частоты процессоров, как это делалось до настоящего времени, производители решили увеличивать быстродействие, объединяя два и более ядер в одном процессоре. Это позволило устранить ряд узких мест, а также снизить уровень энергопотребления.

В 2006 году компания Intel выпустила новый процессор под названием Core 2, взяв за основу архитектуру двухъядерных мобильных процессоров Pentium M/Core Duo. Этот процессор изначально имел два ядра, а год спустя за ним последовала четырехъядерная версия, содержащая связку из двух двухъядерных процессоров в одной микросхеме.

История персонального компьютера

Четвертое и все последующие поколения компьютеров включают в себя микропроцессоры собственной архитектуры. Первые ПК относились именно к четвертому поколению. Появление ПК стало возможным после изобретения относительно дешевых микропроцессоров и памяти.

Рождение ПК

В 1973 году были разработаны первые микропроцессорные комплекты на основе микропроцессора 8008. Правда, они годились разве что для демонстрации своих возможностей и включения индикаторов. В конце 1973 года Intel выпустила микропроцессор 8080, быстродействие которого было в 10 раз выше, чем у 8008, и который мог адресовать память объемом до 64 Кбайт. Это стало толчком к промышленному производству ПК.

В 1975 году фотография комплекта Altair компании MITS была помещена на обложку январского номера журнала *Popular Electronic*. Этот комплект, который можно считать первым ПК, состоял из процессора 8080, блока питания, лицевой панели с множеством индикаторов и 256 байт (не килобайт!) памяти. Стоимость комплекта составляла 395 долларов, и покупатель должен был сам собрать компьютер. Для сборки компьютера нужен был паяльник, чтобы объединить компоненты в единую цепь (не то что сегодня, когда для сборки компьютера достаточно одной отвертки).

Примечание

Компания Micro Instrumentation and Telemetry Systems была основана в 1969 году Эдом Робертсом для производства и продажи инструментов и передатчиков. В начале 1970-х годов Эд Робертс стал единственным владельцем компании, вскоре после чего он разработал компьютер Altair. В январе 1975 года, когда Altair был представлен на рынке, компания называлась MITS, Inc. В 1977 году Робертс продал MITS компании Perdec, после чего сменил профессию и, закончив медицинскую школу, стал практикующим врачом.

Этот ПК был построен по схеме с открытой системной шиной (разъемами), названной *S-100*, что позволяло другим компаниям разрабатывать дополнительные платы и периферийное оборудование. Появление нового процессора стимулировало разработку различного программного обеспечения, включая операционную систему CP/M (Control Program for Microprocessors) и первую версию языка программирования BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) от компании Microsoft.

В 1975 году IBM впервые выпустила устройство, которое можно было бы назвать *персональным компьютером*. Модель 5100 имела память емкостью 16 Кбайт, встроенный дисплей на 16 строк по 64 символа, интерпретатор языка BASIC и кассетный накопитель DC-300. Однако стоимость компьютера (около 9 тыс. долларов) для рядового покупателя оказалась слишком высокой, особенно если учесть, что множество любителей (названных позже хакерами) предлагали собственные комплекты всего за 500 долларов. Очевидно, что ПК компании IBM не могли выдержать такой конкуренции на рынке и продавались очень плохо.

До появления известного сейчас IBM PC (модель 5150) были разработаны модели 5110 и 5120. Хотя эти компьютеры и предшествовали IBM PC, они не имели с ним ничего общего. IBM PC был больше похож на выпущенную в 1980 году для применения в офисах модель System/23 DataMaster. На самом деле многие из инженеров, участвовавших в разработке IBM PC, ранее работали в компании DataMaster.

В 1976 году новая компания Apple Computer вышла на рынок с компьютером Apple I стоимостью 666,66 долларов. Его системная плата была привинчена к куску фанеры, а корпуса и блока питания не было вообще. Было выпущено всего несколько экземпляров этого компьютера, которые впоследствии продавались коллекционерам за 20 тыс. долларов. Но появившийся в 1977 году компьютер Apple II стал прообразом большинства последующих моделей, включая и IBM PC.

К 1980 году на рынке доминировали две базовые модели компьютерных систем. Это был Apple II, имевший множество преданных пользователей и гигантское количество программ, и несколько других моделей, происходивших от комплекта Altair. Эти компьютеры были совместимы друг с другом, имели одну операционную систему (CP/M) и стандартные разъемы расширения с шиной S 100 (со 100-контактными разъемами). Все они собирались различными компаниями и продавались под разными названиями. Но в большинстве случаев ими использовались одинаковые программные и аппаратные компоненты. Интересно отметить, что ни один компьютер не был совместим ни с одним из двух основных современных стандартов ПК — ни с IBM, ни с Macintosh.

Новый конкурент, появившийся на горизонте, дал возможность определить факторы будущего успеха ПК: открытая архитектура, слоты расширения, сборная конструкция, а также поддержка аппаратного и программного обеспечения различных компаний. Конкурентом, как ни удивительно, оказался компьютер компании IBM, до сих пор занимавшейся только мощными промышленными мэйнфреймами. Этот компьютер, по существу, напоминал раннюю версию Apple, в то время как системы Apple приобретали черты, которые все ожидали увидеть в компьютерах IBM. Открытая архитектура IBM PC и закрытая архитектура компьютеров Macintosh произвели настоящий переворот в компьютерной индустрии.

ПК компании IBM

В конце 1980 года IBM наконец-то решила выйти на стремительно развивающийся рынок дешевых ПК. Для разработки нового компьютера она основала в городе Бока-Ратон (штат Флорида) свое отделение Entry Systems Division. Небольшую группу из 12 человек возглавил Дон Эстридж, а главным конструктором стал Льюис Эггебрехт. Именно эта группа и разработала первый настоящий IBM PC. (Модель 5100, разработанную в 1975 году, IBM считала интеллектуальным программируемым терминалом, а не подлинным компьютером, хотя, в сущности, это был настоящий компьютер.) Почти все инженеры группы ранее работали над проектом компьютера System/23 DataMaster, поэтому именно он оказался фактическим прообразом IBM PC.

Многое в конструкции IBM PC было заимствовано от DataMaster. Так, например, раскладка и электрическая схема клавиатуры были скопированы с DataMaster; правда, в IBM PC дисплей и клавиатура были автономны, в отличие от DataMaster, где они объединялись в одно устройство (что было неудобно).

Были заимствованы и некоторые другие компоненты, включая системную шину (разъемы ввода-вывода), причем использовались не только те же самые 62-контактные разъемы, но и разводка контактов. В IBM PC применялись те же контроллеры прерываний и прямого доступа к памяти (DMA), что и в DataMaster. При этом платы расширения, разработанные для DataMaster, можно было использовать и в IBM PC.

Однако в DataMaster применялся процессор 8085 компании Intel, который мог адресовать всего 64 Кбайт памяти и имел 8-разрядные внутреннюю и внешнюю шины данных. Из-за этих ограничений в IBM PC использовался процессор 8088, который имел адресное пространство 1 Мбайт и 16-разрядную внутреннюю шину данных, но внешняя шина данных оставалась 8-разрядной. Благодаря 8-разрядной внешней шине данных и аналогичной системе команд можно было использовать устройства, разработанные ранее для DataMaster.

Компания IBM создала компьютер менее чем за год, максимально внедрив в него имевшиеся разработки и компоненты других производителей. Группе Entry Systems Division была предоставлена большая независимость, чем другим подразделениям: им было разрешено использовать услуги и продукцию других фирм в обход бюрократического правила, предписывающего использовать в разработках только изделия IBM. В то время компания IBM заключила контракт с небольшой и мало кому известной компанией Microsoft на разработку операционной системы и языков программирования для создаваемого компьютера. Этот контракт и стал первой ступенькой для Microsoft в направлении того, чем она стала сегодня, — доминирующего разработчика программного обеспечения для персональных компьютеров.

Примечание

Интересно, что IBM сначала обратилась к Digital Research, создателю операционной системы CP/M, но та не заинтересовалась этим предложением. Тогда за дело взялась Microsoft, которая позднее превратилась в крупнейшую в мире компанию — изготовителя программных продуктов. IBM фактически предложила им сотрудничать и поддержать новый компьютер, и компания Microsoft успешно справилась с задачей.

С рождением IBM PC 12 августа 1981 года в мире микрокомпьютерной индустрии появился новый стандарт. С тех пор были проданы сотни миллионов PC-совместимых компьютеров и периферийных устройств. Программного обеспечения для этого семейства создано больше, чем для любой другой системы.

Индустрия ПК четверть века спустя

После появления первого IBM PC прошло более четверти века, и за это время, конечно, многое изменилось. Например, IBM-совместимые компьютеры, ранее использовавшие процессор 8088 с тактовой частотой 4,77 МГц, теперь на основе процессора Core 2 работают с тактовой частотой 3 ГГц и выше, быстродействие современных систем выросло более чем в *50000(!) раз* (имеется в виду общая производительность, а не только тактовая частота). Первый IBM PC имел два односторонних накопителя на гибких дисках емкостью 160 Кбайт и использовал операционную систему DOS 1.0, а современные компьютеры могут работать с жесткими дисками емкостью 1 Тбайт (1 триллион байтов) и выше.

В компьютерной индустрии производительность процессора и емкость дисковых накопителей удваиваются, как правило, каждые полтора-два года (этот закон носит имя Гордона Мура, одного из основателей Intel).

Данный закон выполняется с самого начала истории ПК, и все говорит о том, что темпы роста могут только увеличиваться.

Следует отметить еще один важный момент: IBM перестала быть единственным производителем PC-совместимых компьютеров. Конечно, IBM разрабатывала и продолжает разрабатывать стандарты, которым должны соответствовать совместимые компьютеры, но она

уже не является монополистом на рынке. Часто новые стандарты для ПК разрабатывают другие компании.

Закон Мура

В 1965 году Гордон Мур при подготовке доклада о перспективах развития компьютерной памяти обнаружил интересную особенность: емкость каждой новой микросхемы памяти удваивается по сравнению с ее предшественницей, а сама новая микросхема появляется каждые 18–24 месяца. Построив линию тренда, Мур отметил, что производительность компьютеров будет увеличиваться экспоненциально по времени.

Эту зависимость стали называть *законом Мура*. Кстати, этот закон не только описывает рост емкости оперативной памяти, но и часто используется для определения степени роста быстродействия процессоров и емкости жестких дисков. За 30 лет количество транзисторов процессора увеличилось более чем в 250 тыс. раз: от 2,3 тыс. в процессоре 4004 до 582 млн. в Core Duo Extreme. Предполагается, что в 2008 году рубеж в один миллиард транзисторов будет преодолен.

Сегодня Intel и AMD разрабатывают большинство стандартов аппаратного обеспечения, а Microsoft — программного. Именно из-за того, что продукты этих двух компаний доминируют на рынке ПК, сами персональные компьютеры стандарта PC часто называют *системой Wintel*. Хотя изначально компания AMD выпускала по лицензии процессоры Intel и только затем представила собственные процессоры (AMD 484, K5/K6), совместимые по контактам с процессорами Pentium, начиная с семейства Athlon, она перешла к созданию процессоров собственной архитектуры, которые стали достойными конкурентами для Pentium.

За последние несколько лет были разработаны такие стандарты, как шины PCI, PCI Express и AGP, формфакторы системных плат ATX и NLX, гнезда и разъемы процессоров, а также многие другие нововведения, которые ясно демонстрируют лидерство Intel в развитии ПК. Кроме того, Intel создает наборы микросхем системной логики, поддерживающие перечисленные выше технологии и новые процессоры. Хотя в прошлом компания AMD только время от времени создавала наборы микросхем системной логики для своих процессоров, с приобретением ею компании ATI она может начать более агрессивно завоевывать пространство на рынке.

Компания Microsoft является лидером на рынке программного обеспечения и постоянно развивает операционную систему Windows, приложения Office и т.п. Как Intel, так и Microsoft формируют спрос на Интернет, мультимедиа и прочие современные технологии. Интерактивные компьютерные игры, монтаж DVD-фильмов, широкополосный доступ к Интернету и печать изображений с фотографическим качеством — все эти возможности для многих становятся причиной покупки нового ПК. Хотя продажи компьютеров резко упали по сравнению со взрывом середины и конца 1990-х годов, пользователи по-прежнему приобретают новые системы для работы или развлечения. Сотни компаний выпускают PC-совместимые компьютеры, известны тысячи производителей электронных компонентов. Все это способствует как расширению рынка, так и улучшению потребительских качеств PC-совместимых компьютеров.

PC-совместимые компьютеры столь широко распространены не только потому, что совместимую аппаратуру легко собирать, но и потому, что операционные системы предоставляет не IBM, а другие компании, в частности Microsoft. Ядром программного обеспечения компьютера является базовая система ввода-вывода (BIOS), производимая различными компаниями, например Phoenix, AMI и др. Многие производители лицензируют программное обеспечение BIOS и операционные системы, предлагая совместимые компьютеры. Вобрав в себя все лучшее, что было в системах CP/M и UNIX, DOS стала доступной для большинства существовавших программных продуктов. Успех Windows привел к тому, что разработчики программ все чаще стали создавать свои продукты для PC-совместимых компьютеров.

Системы Macintosh компании Apple никогда не пользовались таким успехом, как PC-совместимые модели. Это связано с тем, что Apple сама распоряжается всем программным обеспечением и не предоставляет его другим компаниям для использования в совместимых компьютерах. Собственническая маркетинговая политика компании Apple привела к тому, что ее доля на рынке персональных компьютеров снизилась до 3–5%.

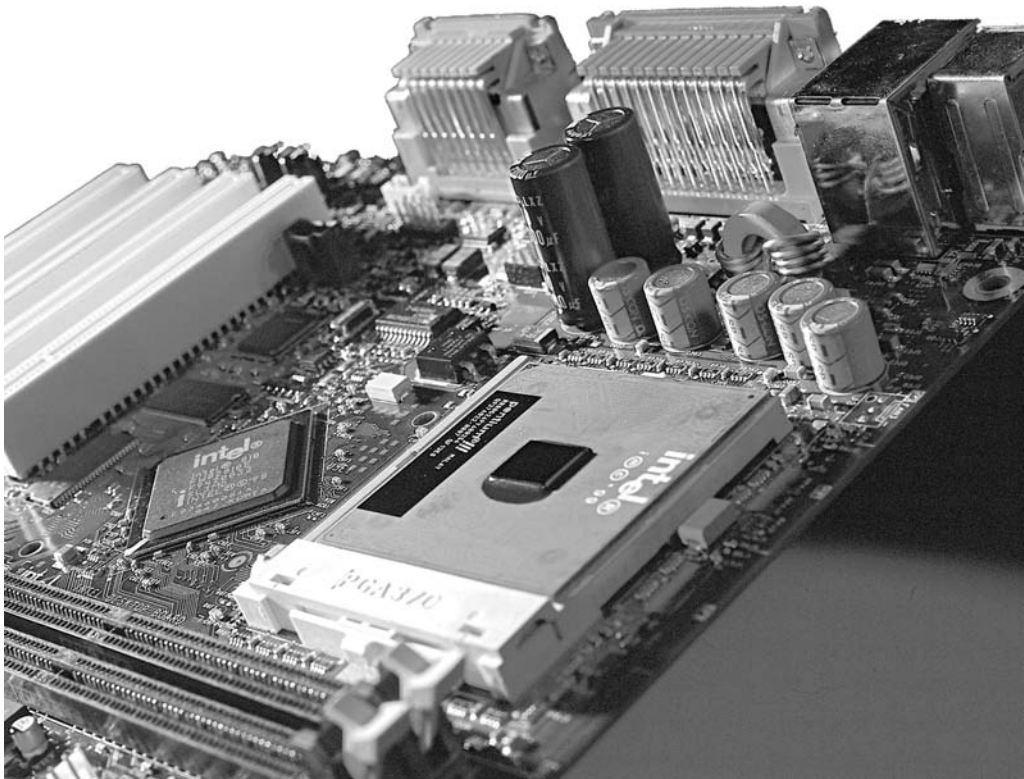
Однако в последние годы наметился позитивный сдвиг: компания все-таки обратила внимание на архитектуру PC и процессоры Intel x86, что вылилось в значительный рост производительности компьютеров Mac и в их больший уровень стандартизации, чем в предыдущих моделях. Несмотря на то что Apple до сих пор избегает внедрения абсолютно всех формообразующих факторов, используемых в архитектуре PC, с аппаратной точки зрения последние модели Mac на самом деле являются компьютерами PC. Они используют те же процессоры, те же память, шину и прочие элементы, которые уже давно используются в компьютерах PC, что позволит вскоре этим компьютерам составить достойную конкуренцию компьютерам PC. У читателя возникает естественный вопрос: “А существует ли книга, аналогичная данной, но посвященная компьютерам Mac?” Ответ таков: “Поскольку компьютеры Mac фактически уже превратились в PC, материал настоящей книги применим и к ним”. Время, конечно, все расставит по своим местам, но мне кажется, что переход на рельсы архитектуры PC был самым приятным сдвигом в политике компании Apple за последние годы.

Кроме всего прочего, компания Apple теперь способна стать достойным конкурентом компании Microsoft на рынке программного обеспечения, если будет продавать свою операционную систему в открытом виде, способном запускаться на компьютерах, выпускаемых другими компаниями. К сожалению, в настоящий момент операционная система OS X проверяет наличие на материнской плате специальной микросхемы, выпускаемой только компанией Apple. Естественно, уже давно найдены механизмы обхода этой проверки (см. www.osx86project.org), однако компания Apple их не особо приветствует.

Сдвиг Apple в сторону архитектуры PC является еще одним признанием популярности, которую та завоевала за четверть века. Учитывая индустриальную поддержку и постоянную эволюцию этой архитектуры, могу с уверенностью предсказать, что и в следующие 25 лет PC-совместимые системы будут преобладать на рынке персональных компьютеров.

Глава 2

Компоненты ПК, его возможности и структура системы



Что такое ПК

Начиная очередной семинар по аппаратным средствам, я обычно спрашиваю: “Что такое РС?” И немедленно получаю ответ, что *PC* — аббревиатура от *Personal Computer* (*персональный компьютер* — *ПК*), и это на самом деле так. Многие определяют ПК как любую небольшую компьютерную систему, приобретаемую и используемую одним человеком. К сожалению, это определение недостаточно точное. Я согласен, что РС — это персональный компьютер, однако далеко не все персональные компьютеры относятся к типу РС. Например, система Apple Macintosh, несомненно, является персональным компьютером, но я не знаю никого, кто назвал бы ее РС. Чтобы найти правильное определение РС, необходимо смотреть гораздо глубже.

Под РС подразумевается нечто гораздо более специфическое, нежели просто персональный компьютер. Естественно, это “нечто” как-то связано с первым компьютером IBM PC, появившимся в 1981 году. На самом деле именно компания IBM изобрела РС. Однако совершенно очевидно и то, что IBM не изобретала сам персональный компьютер как таковой. (История персональных компьютеров начинается в 1975 году, когда компания MITS представила Altair.) Гораздо вернее определить РС как любой “IBM-совместимый” персональный компьютер. Фактически уже много лет термин “РС” используется для обозначения или IBM-совместимых компьютеров, или их аналогов (таким образом, воздается должное тому, что IBM стояла у колыбели РС).

Некоторые личные наблюдения

Несмотря на то что компьютер Altair компании MITS часто называют первым персональным компьютером, согласно исследованиям Института археологии Blinkenlights (www.blinkenlight.com), первым ПК был Simon, созданный Эдмундом Беркли и описанный в его книге *Giant Brains, or Machines That Think* (*Гигантский мозг, или Мыслящие машины*). Планы машины Simon предлагались к продаже компанией Berkley Enterprises; также они были опубликованы в серии из 13 статей в журнале *Radio Electronics* в 1950–1951 годах.

Термин *персональный компьютер* впервые мог появиться 3 ноября 1962 года в статье Джона Мошли, бывшего участника команды создателей ENIAC. В этой статье описывалось видение автором будущего компьютерных вычислений. В частности, в ней говорилось: “Нет оснований предполагать, что обычный мальчик или девочка не сможет овладеть персональным компьютером”.

Первым устройством, официально названным персональным компьютером, стал настольный программируемый калькулятор Hewlett-Packard 9100A, выпущенный в 1968 году. В рекламе так и говорилось: “Новый персональный компьютер Hewlett-Packard 9100A всего за 4900 долларов”. В конце рекламного объявления говорилось: “Если вы скептически относитесь к рекламе или чувствуете неуверенность, попросите продемонстрировать его возможности. Это только подтвердит (правда, немного задержит) ваше решение войти в мир персональных компьютеров” (см. www.vintagecalculators.com).

Однако в действительности, несмотря на то что сотрудниками IBM в 1981 году был разработан и создан первый РС и именно эта компания руководила разработкой и совершенствованием стандарта РС в течение нескольких лет, в настоящее время она не контролирует этот стандарт. IBM потеряла контроль над стандартом РС в 1987 году, когда представила свою модель компьютеров PS/2. Вплоть до этого момента другие компании, производящие персональные компьютеры, буквально копировали систему IBM вплоть до чипов, соединителей и формфакторов плат; IBM же отказалась от многих стандартов, которые первоначально создала. Именно поэтому я стараюсь воздерживаться от использования термина “IBM-совместимый”, когда говорю о персональном компьютере РС.

В таком случае возникает вопрос: “Если РС — не IBM-совместимый компьютер, что же это?” Хотя правильнее было бы сформулировать его иначе: “Кто сегодня осуществляет контроль над стандартом РС?” Еще лучше разбить этот вопрос на две части и выяснить, кто определяет стандарты, во-первых, в индустрии программного обеспечения для РС и, во-вторых, в индустрии аппаратных средств РС.

Кто определяет стандарты в индустрии программного обеспечения для ПК

Когда я задаю этот вопрос на семинарах, многие, не задумываясь, отвечают: “Microsoft!” Полагаю, нет никаких оснований не согласиться с таким ответом. Несомненно, сегодня компания Microsoft удерживает контроль над разработкой операционных систем, используемых на ПК; ведь первоначально в большинстве ПК использовались ее операционные системы MS-DOS и Windows 3.1/95/98/NT, а теперь — Windows 2000/XP и новая система Windows Vista.

Контроль над разработкой операционных систем Microsoft использовала как рычаг, позволяющий контролировать разработку других типов программного обеспечения ПК (например, утилит и приложений). Так, многие утилиты, такие как программы кэширования и сжатия диска, дефрагментации, а также калькуляторы и записные книжки, которые первоначально предлагались независимыми компаниями, теперь включены в Windows. Компания Microsoft даже встроила в операционную систему браузер, текстовый процессор и проигрыватель файлов мультимедиа, что не на шутку испугало конкурентов, создающих аналогичные программы. Более тесная интеграция программного обеспечения для работы с сетями и пакетов программ-приложений с операционной системой позволила Microsoft еще больше усилить контроль над операционными системами по сравнению с другими компаниями. Именно поэтому Microsoft теперь доминирует на рынке программного обеспечения для ПК, предлагая самые разнообразные программы — от текстовых процессоров до электронных таблиц и систем управления базами данных.

Когда появились первые ПК, компания IBM привлекла Microsoft для разработки большей части программного обеспечения для своего компьютера. Сама IBM разрабатывала аппаратные средства, базовую систему ввода-вывода BIOS и при этом привлекала Microsoft для разработки дисковой операционной системы DOS и нескольких других программ и пакетов для своего компьютера. Однако то, что произошло дальше, многие считают самой дорогостоящей ошибкой в истории бизнеса. IBM не сумела обеспечить себе исключительные права на DOS, предоставив Microsoft право продавать код MS-DOS, разработанный для IBM, любой другой заинтересованной компании. Такие компании, как Compaq, лицензировали код операционной системы, по сути клонируя ее архитектуру, и поэтому пользователи зачастую приобретали ту же самую MS-DOS, отличие между разными версиями которой заключалось лишь в названии компании на коробке. Именно эта ошибка в договоре превратила Microsoft в доминирующую компанию на рынке программного обеспечения, и именно из-за этой ошибки впоследствии IBM потеряла контроль над тем стандартом PC, который сама же создала.

Будучи писателем (хотя я не создателем программных продуктов), я могу с уверенностью отметить, насколько подобный подход был недалек от истины. Допустим, представителям книжного издательства пришла в голову идея опубликовать популярную книгу, написать которую они поручили какому-либо автору за определенный гонорар. Однако контракт был составлен неграмотно, и автор понял, что может сам легально продавать эту книгу (хотя и под другим названием) всем конкурентам издательства. Безусловно, это вряд ли понравится издательству. Но именно это случилось, когда IBM предоставила соответствующую лицензию компании Microsoft в далеком 1981 году. В результате этого договора IBM утратила контроль над программным обеспечением, предназначенным для выпускаемых ею компьютеров.

Причина потери контроля IBM над этим стандартом состоит в том, что программное обеспечение можно защитить авторскими правами, в то время как авторские права на аппаратные средства могут быть защищены только в соответствии с патентами, что связано с трудностями и требует значительного времени (к тому же срок действия патента — всего 20 лет). Кроме того, для получения патента разработанная аппаратура должна быть уникальной и новой, а IBM в своих разработках опиралась на уже существующие элементы, которые мог приобрести любой радиолюбитель. Фактически наиболее важные элементы для первого ПК были разработаны Intel, например процессор 8088, генератор синхронизирующих импульсов 8284, таймер 8253/54, контроллер прерываний 8259, контроллер прямого доступа к памяти 8237,

периферийный интерфейс 8255 и контроллер шины 8288. Эти микросхемы составляли основу материнской платы первого персонального компьютера.

Поскольку проект первого компьютера нельзя было запатентовать, любая компания могла дублировать аппаратные средства IBM PC. Нужно было лишь приобрести те же микросхемы, что и IBM, у тех же производителей и поставщиков и разработать новую системную плату с аналогичной схемой. Чтобы помочь в этом, IBM даже издала полный набор схем своих системных плат и всех плат адаптеров в очень детализированном и легкодоступном техническом руководстве. У меня есть несколько этих первых руководств IBM, и я все еще заглядываю в них время от времени, когда хочу узнать что-нибудь об особенностях PC на уровне элементов. Несмотря на то что прошло уже много времени с момента печати этих руководств, они все еще появляются на вторичном книжном рынке и интерактивных аукционах типа eBay.

Труднее всего было скопировать программное обеспечение (имеется в виду программное обеспечение IBM PC), которое было защищено законом об авторском праве. Компания Phoenix Software (теперь известная как Phoenix Technologies) одной из первых разработала законные методы решения этой проблемы: оказывается, в соответствии с законом можно разработать (но не скопировать!) программы, которые функционально дублируют программное обеспечение, в частности BIOS. Система BIOS представляет собой набор управляющих программных компонентов, которые непосредственно “руководят” аппаратными устройствами компьютера. Эти компоненты называются драйверами устройств, поэтому BIOS является набором основных драйверов устройств, необходимых для управления системным аппаратным обеспечением и его контролем. Операционная система (подобная DOS или Windows) использует драйверы BIOS для взаимодействия с различными аппаратными и периферийными устройствами.

Метод, использованный компанией для дублирования BIOS IBM PC, представлял собой особую форму так называемой *чистой комнаты*. В компании Phoenix были организованы две группы инженеров по разработке программного обеспечения, причем особенно тщательно следили, чтобы во вторую группу входили специалисты, которые никогда прежде не видели код BIOS, разработанный IBM. Первая группа исследовала базовую систему ввода-вывода, разработанную IBM, и создавала полное ее описание. Вторая читала описание, составленное первой группой, и намеренно с нуля программировала новую систему BIOS, которая делала все то, что было описано в составленной спецификации. В результате появилась новая BIOS с кодом, хотя и не идентичным коду IBM, но имевшим точно такие же функциональные возможности.

Компания Phoenix назвала это подходом *чистой комнаты (clean room)*; он позволяет избежать любых потенциальных юридических осложнений. Поскольку первоначальная базовая система ввода-вывода IBM PC содержала только 8 Кбайт кода и имела ограниченные функциональные возможности, ее дублирование с помощью указанного подхода не составляло особого труда. По мере изменения базовой системы ввода-вывода IBM и другие компании, разрабатывавшие BIOS, обнаружили, что своевременно вносить изменения, соответствующие изменениям IBM, относительно просто. Команды теста POST (Power-On Self Test), являющегося частью BIOS, в большинстве базовых систем ввода-вывода даже сегодня занимают приблизительно 32–128 Кбайт. В настоящее время не только Phoenix, но и такие компании, как Award, AMI (American Megatrends) и Microid Research, разрабатывают программное обеспечение BIOS для производителей ПК.

После дублирования аппаратных средств и базовой системы ввода-вывода IBM PC осталось только воссоздать DOS, чтобы полностью воспроизвести систему, совместимую с системой IBM. Однако задача проектирования DOS с нуля была намного сложнее, поскольку DOS значительно превосходит по объему BIOS и содержит гораздо больше программ и функций. Кроме того, операционная система развивалась и изменялась чаще, чем BIOS. Это означает, что получить DOS для IBM-совместимого компьютера можно было, только получив права на ее использование. Вот здесь на сцену и вышла компания Microsoft. Как вы помните, IBM не потребовала от Microsoft подписать эксклюзивное лицензионное соглашение, что позволяло последней продавать DOS любому пользователю. Благодаря лицензии на копирование MS-

DOS удалось преодолеть последнее препятствие на пути создания IBM-совместимых компьютеров, которые теперь можно было производить независимо от желания IBM.

Примечание

Система MS-DOS и сама неоднократно подвергалась клонированию. Первый клон, известный под названием DR-DOS, был выпущен компанией Digital Research (разработчиком CP/M) в 1988 году. Со всех точек зрения система DR-DOS была более чем обычным клоном — в ней присутствовали средства, на тот момент недоступные в MS-DOS, что подтолкнуло компанию Microsoft к их добавлению и в MS-DOS. В 1991 году компания Novell приобрела DR-DOS, за ней последовали в 1996 году — Caldera (компания, выпустившая первую версию кода с открытой лицензией), в 1988 году — Lineo и наконец, в 2002 году, — DRDOS (www.drddos.com).

Бесплатные версии DOS с открытым кодом создавались, обновлялись и поддерживались независимо проектами DR-DOS/OpenDOS Enhancement Project (www.drddosprojects.com) и FreeDOS Project (www.freedomos.org).

Теперь понятно, почему нет никаких клонов или аналогов системы Macintosh Apple. Не потому, что компьютеры Mac нельзя продублировать; аппаратные средства Mac довольно просты и их легко воспроизвести, используя имеющиеся в наличии детали. Реальная проблема состоит в том, что Apple владеет операционной системой MAC OS и не позволяет никакой другой компании продавать Apple-совместимые системы. Кроме того, BIOS и OS весьма существенно интегрированы в Mac; эта BIOS очень большая, сложная и, по существу, является частью операционной системы. Поэтому метод “чистой комнаты” практически не позволяет продублировать ни BIOS, ни операционную систему.

Примечание

В 1996–1997 годах Apple лицензировала BIOS и операционную систему, что позволило компаниям Sony, Power Computing, Radius и даже Motorola начать выпуск недорогих Apple-совместимых систем. Появление относительно недорогих Apple-совместимых компьютеров стало пагубно влиять на развитие и доходы самой Apple, которая немедленно остановила действие лицензий. Отмена лицензий фактически означала, что Apple никогда не будет массовым производителем компьютеров и конкурировать с компьютерами PC с их операционной системой Windows. К минусам систем Apple относятся небольшая рыночная доля компании, высокие цены, небольшое количество доступных приложений и модернизируемых компонентов по сравнению с PC. При модернизации компьютера Macintosh основные комплектующие (такие, как материнские платы, блоки питания и корпуса) можно приобрести только у Apple по довольно высоким ценам, так что модернизация системы становится невыгодной.

Теперь, когда Apple перешла к архитектуре компьютеров PC, единственным отличием между компьютерами Mac и PC остается запущенная на них операционная система. Компьютер, на котором запущена OS X, автоматически становится Mac, а на котором Windows — PC. Это значит, что единственным фактором, поддерживающим уникальность компьютеров Mac, стала возможность запуска системы OS X. Вплоть до настоящего момента Apple включает в код операционной системы проверку наличия специальной микросхемы на материнской плате, что делает невозможной ее запуск на компьютерах других производителей. Хотя это некоторым образом и поддерживает позиции Apple на рынке аппаратных средств, для компании автоматически закрывается большой сектор рынка в части продажи системы OS X владельцам компьютеров PC, произведенных другими компаниями. К примеру, если бы во время задержки с выходом на рынок системы Windows Vista пользователям ПК была доступна система OS X, компании Apple удалось бы отвоевать у Microsoft существенный сектор рынка. В то же время, несмотря на все хитрости Apple, применяемые для предотвращения запуска системы OS X, проект OSx86 (www.osxproject.org) предоставляет пользователям информацию, как обойти ограничения запуска этой системы на стандартных компьютерах.

Кто контролирует рынок аппаратных средств ПК

Усвоив, что Microsoft контролирует рынок программного обеспечения для ПК, поскольку она получила права на операционную систему PC, попытаемся разобраться, что можно ска-

затянуть об аппаратных средствах. Нетрудно установить, что IBM имела контроль над стандартом аппаратных средств PC до 1987 года. Именно IBM разработала основной проект системной платы PC, архитектуру шины расширения (8/16-разрядная шина ISA), последовательный и параллельный порты, видеоадаптеры стандартов VGA и XGA, интерфейс гибких и жестких дисков, контроллеры, блок питания, интерфейс клавиатуры, интерфейс мыши и даже физические формфакторы всех устройств — от системной платы до плат расширения, источников питания и системного блока. Будучи разработанными IBM до 1987 года, они все еще продолжают влиять на возможности современных систем.

Наиболее важным является вопрос о том, какая компания ответственна за создание и приобретение новых проектов аппаратных средств ПК, интерфейсов и стандартов. Но, как правило, получить точный ответ не удастся: некоторые указывают на Microsoft (но эта компания контролирует рынок программного обеспечения, а не аппаратных средств), некоторые — на Compaq или иных крупных производителей компьютеров, и только немногие дают правильный ответ — Intel.

Вполне понятно, почему многие не сразу улавливают суть вопроса: ведь я спрашиваю, кто фактически отвечает за Intel PC. Причем я имею в виду не только компьютеры, на которых есть наклейка *Intel inside* (это ведь относится лишь к системам, имеющим процессор Intel), но и системы, разработанные и собранные с помощью комплектующих Intel или даже приобретенные через эту компанию. Вы можете со мной не согласиться, но я убежден, что большинство пользователей сегодня имеют Intel PC!

Конечно, это не означает, что они приобрели свои системы у Intel, так как известно, что эта компания не продает полностью собранные ПК. В настоящее время вы не можете ни заказать системный блок у Intel, ни приобрести компьютер марки Intel у кого бы то ни было. Речь идет исключительно о системных платах. По моему мнению, из всех составляющих самая важная — системная плата, и поэтому выпустившая ее компания теоретически должна быть признана законным производителем вашей системы.

Возвращаясь в те времена, когда компания IBM была главным поставщиком ПК, она в основном занималась выпуском материнских плат и заказывала большинство остальных комплектующих у других компаний.

Самые крупные компании — сборщики компьютеров разработали собственные системные платы. В соответствии с материалами журнала *Computer Reseller News* компании Compaq (теперь подразделение HP) и IBM — наиболее крупные производители настольных компьютеров в последние годы. Они разрабатывают и производят собственные системные платы, а также многие другие компоненты системы. Они даже разрабатывают микросхемы и компоненты системной логики для собственных плат. Несмотря на то что рынок сбыта этих отдельных компаний довольно велик, существует еще более крупный сегмент рынка, называемый в промышленности рынком “белой сборки”.

Термин *белая сборка* используется в различных отраслях промышленности для определения так называемых *стандартных* ПК, т.е. персональных компьютеров, собираемых из стандартных серийно выпускаемых системных компонентов. Обычно при сборке подобных систем используются корпуса белого цвета (а также бежевые или цвета слоновой кости), что и послужило причиной появления такого термина.

Возможность использования взаимозаменяемых стандартных компонентов является одним из преимуществ белой сборки. Подобная взаимозаменяемость является залогом будущих успешных модификаций и ремонтов, поскольку гарантирует изобилие системных компонентов, которые могут быть использованы для замены того или иного элемента. Старайтесь избегать так называемых “брендовых” систем, отдавая предпочтение стандартным.

Компании, проводящие политику белой сборки, в действительности не производят компьютерные системы, а собирают их, т.е. приобретают системные платы, корпуса, источники питания, дисководы, периферийные устройства и другие компоненты, собирают компьютеры и продают их как готовые изделия. Некоторые компании, такие как HP и Dell, выпускают

собственные “брендовые” системы, но не брезгают и сборкой компьютеров из комплектующих других производителей. В частности, модели HP Pavilion и Dell Dimension представляют собой обычные сборки из стандартных компонентов. В число производителей ПК, использующих стандартные комплектующие, входят и компании, выпускающие высококлассные игровые компьютеры, такие как VoodooPC (приобретенная компанией HP) и Alienware (приобретенная компанией Dell). В качестве других примеров можно привести Gateway и eMachines (приобретенная компанией Gateway), которые также собирают свои компьютеры из стандартных комплектующих. Следует заметить, что в любой из этих марок существуют свои исключения. Так, системы Dell Dimension XPS используют нестандартные блоки питания компании Dell. Рекомендую избегать таких компьютеров, поскольку в будущем могут возникнуть проблемы с их модернизацией и ремонтом.

Белой сборкой занимается множество известных компаний, таких как Acer, CyberPower, Micros Express и Systemax; число прочих компаний измеряется сотнями. По общему объему продаж сегодня они занимают самый существенный сегмент рынка ПК. Что интересно в феномене белой сборки, так это то, что и вы, и я можем купить те же комплектующие, что и производитель компьютера, и собрать в точности такую же модель. Правда, это обойдется нам несколько дороже, поскольку крупные компании имеют у производителей комплектующих существенные скидки. О собственноручной сборке компьютеров мы поговорим в главе 20.

Так кто же выпускает большую часть материнских плат для рынка белой сборки? Вы угадали — этим занимается Intel. Не только вышеназванные компании используют исключительно системные платы Intel; *большинство* компьютеров на рынке белой сборки собраны на основе этих материнских плат. Единственный сегмент рынка (примерно 20%), на котором не ощущается присутствия Intel, — это системы, поддерживающие процессоры AMD.

Хотя компания Intel по-прежнему является основным поставщиком компонентов для системных плат, ее лидерство уже не настолько очевидно. Реализация поддержки дорогостоящей оперативной памяти Rambus в первых системах Pentium 4 вынудила многих сборщиков перейти к альтернативным продуктам. Кроме того, основная часть системных плат Intel спроектирована таким образом, чтобы значительно осложнить разгон процессоров, в связи с чем многие компании, которые занимаются производством “заряженных” моделей, отдали предпочтение системным платам, предназначенным для установки процессоров AMD.

Компания AMD, в свою очередь, производит процессоры и наборы микросхем системной логики, но не занимается комплектацией системных плат. В этом она полностью полагается на целый ряд других изготовителей аппаратного обеспечения, занимающихся производством системных плат, предназначенных непосредственно для процессоров AMD. В сторонних платах используются либо наборы микросхем системной логики, созданные компанией AMD, либо чипсеты других компаний, разработанные специально для поддержки процессоров AMD. Компании, занимающиеся сборкой системных плат на основе процессоров AMD, изготавливают также и системные платы для компьютеров, создаваемых на базе процессоров Intel, конкурируя тем самым с системными платами самой Intel.

Спрашивается, как и когда компания Intel получила господство над содержимым персональных компьютеров? Конечно, Intel всегда была доминирующим поставщиком процессоров для PC, с тех пор как IBM выбрала Intel 8088 в качестве центрального процессора в первом IBM PC в 1981 году. Контролируя рынок процессоров, эта компания, естественно, контролировала и рынок микросхем, необходимых для установки процессоров в компьютеры. А это, в свою очередь, позволило Intel контролировать рынок микросхем системной логики. Она начала их продавать в 1989 году, когда появилась микросхема 82350 EISA (Extended Industry Standard Architecture), и к 1993 году стала самым большим (по объему) поставщиком микросхем системной логики для системных плат. Но в таком случае почему бы компании, производящей процессор и все другие микросхемы, необходимые для системной платы, не устранить посредников и не производить также системные платы целиком? Такой поворотный момент наступил в 1994 году, когда Intel стала самым крупным в мире производителем

системных плат. С тех пор она контролирует и этот рынок: в 1997 году Intel произвела их больше, чем восемь самых крупных производителей системных плат *вместе взятых* (объем сбыта превысил 30 млн. плат, а их стоимость — 3,6 млрд. долларов!). Следует отметить, что в эту сумму не вошли продажи отдельных комплектующих: процессоров и чипсетов. Эти платы устанавливаются в компьютерах PC различными сборщиками, поэтому большинство пользователей теперь покупают компьютеры, по сути произведенные Intel, и не важно, кто конкретно завинчивал винты в корпусе.

Без сомнения, Intel осуществляет контроль над стандартом аппаратных средств ПК, потому что она контролирует рынок системных плат ПК. Она не только выпускает подавляющее большинство системных плат, используемых в настоящее время в компьютерах, но и предоставляет основную массу процессоров и микросхем системной логики для системных плат другим производителям.

Компания Intel установила несколько современных стандартов аппаратных средств PC.

- PCI (Peripheral Component Interconnect) — интерфейс локальной шины.
- AGP (Accelerated Graphics Port — ускоренный графический порт) — интерфейс для высокоэффективных видеоадаптеров.
- PCI Express (кодовое название — 3GIO) — интерфейс, представляющий собой высокоэффективную шину для будущих PC, выбранный недавно специальной группой PCI SIG (PCI Special Interest Group) для замены ныне используемой шины PCI.
- Стандартные формфакторы материнских плат, такие как ATX (включая различные вариации, например microATX и FlexATX) и VTX (включая microVTX, nanoVTX и picoVTX). Стандарт ATX остается самым популярным; в 1996–1997 годах он заменил собой набивший оскомину формфактор Baby-AT, разработанный компанией IBM и поддержанный «на плаву» с начала 1980-х годов.
- DMI (Desktop Management Interface — настольный интерфейс управления), используемый для управления аппаратными средствами системы.
- DPMA (Dynamic Power Management Architecture — динамическая архитектура управления питанием) и APM (Advanced Power Management — усовершенствованное управление питанием) — стандарты управления энергопотреблением в ПК.

Компания Intel доминирует не только на рынке персональных компьютеров, но и в полупроводниковой промышленности в целом. В соответствии с данными о продажах, собранными компанией IC Insights, товарооборот Intel почти в два раза превышает объем продаж наиболее близкой полупроводниковой компании (Samsung) и более чем в шесть раз — объем продаж основного конкурента, которым является компания AMD (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Объемы продаж основных производителей полупроводников в 2006 году

Рейтинг в 2006 г.	Компания	Главный офис	Доход в 2006 г., млн. долл.	В % к общему доходу	Рейтинг в 2005 г.	Доход в 2005 г., млн. долл.	Разница, %
1	Intel	США	31542	12,1	1	35466	-11,1
2	Samsung	Южная Корея	19842	7,6	2	17710	+12,0
3	Texas Instruments	США	12600	4,8	3	10745	+17,3
4	Toshiba	Япония	10141	3,9	4	9077	+11,7
5	STMicroelectronics	Италия/ Франция	9854	3,8	5	8881	+11,0
6	Renesas	Япония	7900	3,0	7	8107	-2,6
7	Hynix	Южная Корея	7865	3,0	11	560	+41,5
8	AMD ¹	США	7506	2,9	15	3917	+91,6
9	Greyscale	США	5988	2,3	10	5598	+7,0

Рейтинг в 2006 г.	Компания	Главный офис	Доход в 2006 г., млн. долл.	В % к общему доходу	Рейтинг в 2005 г.	Доход в 2005 г., млн. долл.	Разница, %
10	NXP	Нидерланды	5874	2,3	9	5646	+4,0
11	NEC	Япония	5679	2,2	8	5708	-0,5
12	Quimonda	Германия	5413	2,1	—	—	—
13	Micron	США	5210	2,0	12	4775	+9,1
14	Infineon ²	Германия	5119	2,0	6	8297	-38,3
15	Sony	Япония	4852	1,9	13	4574	+6,1
16	Qualcomm	США	4529	1,7	16	3457	+31,0
17	Matsushita	Япония	4022	1,5	14	4131	-2,6
18	Broadcom	США	3668	1,4	20	2671	+37,3
19	Elpida	Япония	3527	1,4	28	1776	+98,6
20	Sharp	Япония	3341	1,3	17	3266	+2,3
21	IBM	США	3172	1,2	19	2792	+13,6
22	Rohm	Япония	2882	1,1	18	2909	-0,9
23	Analog Devices	США	2603	1,0	22	2428	+7,2
24	Spansion	Япония/США	2579	1,0	24	2054	+25,6
25	NVIDIA	США	2574	1,0	23	2069	+24,4
	Другие		81 912	31,5		76 362	+7,3
	ВСЕГО		260 194	100,0		237 976	+9,3

1. Компания ATI была приобретена компанией AMD в 2006 году, и ее объем продаж включен в 2006 год для компании AMD.

2. Компания Quimonda ранее существовала как подразделение компании Infineon, занимающееся памятью. В 2006 году это подразделение выделилось в отдельную компанию.

Как видите, нет ничего удивительного в том, что в материалах популярного сайта промышленных новостей, который называется *The Register* (www.theregister.com), при упоминании об этом промышленном гиганте чаще всего используется термин “Chipzilla”.

Кто контролирует рынок операционных систем, тот управляет и рынком программного обеспечения ПК, а кто контролирует рынок процессоров и, следовательно, системных плат, тому обеспечен и контроль над рынком аппаратных средств. Поскольку сегодня Microsoft и Intel совместно контролируют рынок программного обеспечения и оборудования ПК, неудивительно, что современный ПК часто называется системой типа *Wintel*.

Спецификации персональных компьютеров

На протяжении нескольких лет компании Microsoft и Intel выпускают серию документов, называемых *PC xx Design Guides* (за символами *xx* скрывается год выпуска), — набор стандартных спецификаций, предназначенных для разработчиков аппаратных средств и программного обеспечения, создающих изделия (и программы) для работы с Windows. Требования в этих руководствах являются частью требований к изделиям с логотипом *Designed for Windows* (Разработаны для Windows). Другими словами, если вы производите аппаратные средства или программный продукт и хотите украсить упаковку официальной эмблемой *Designed for Windows*, ваше изделие (программа) должно удовлетворять минимальным требованиям PC *xx*.

Ниже приведены существующие документы этой серии.

- *Hardware Design Guide for Microsoft Windows 95* (Руководство разработчика аппаратных средств для Microsoft Windows 95)
- *Hardware Design Guide Supplement for PC 95* (Приложение к руководству разработчика аппаратных средств PC 95)
- *PC 97 Hardware Design Guide* (Руководство разработчика аппаратных средств для PC 97)
- *PC 98 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 98)
- *PC 99 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 99)

- *PC 2000 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 2000)
- *PC 2001 System Design Guide* (Руководство системного разработчика по PC 2001)

Перечисленные руководства можно загрузить с сайта компании Microsoft по адресу:
<http://www.microsoft.com/whdc/system/platform/pcdesign/designguide/pcguides.msp>

Примечание

В этих документах нет ничего для конечного пользователя — они предназначены для производителей ПК. В некотором роде эти документы регулируют рынок, обеспечивая компаниям Microsoft и Intel доминирующее положение на нем.

Для получения подробной информации о системной архитектуре ПК, соответствующей последнему руководству *PS 2001 System Design*, посетите следующие сайты:

- <http://www.microsoft.com/hwdev/platform/default.asp> (обзор архитектуры платформы Microsoft);
- <http://developer.intel.com> (сайт разработчиков Intel-совместимых платформ).

Типы систем

Классифицировать ПК можно по нескольким (вообще говоря, по многим) категориям. Я предпочитаю делать это двумя способами: по типу программного обеспечения, которое они могут выполнять, и по типу главной шины системной платы компьютера, т.е. по типу шины процессора и ее разрядности. Поскольку в этой книге внимание концентрируется главным образом на аппаратных средствах, рассмотрим вначале именно такую классификацию.

Процессор считывает данные, поступающие через внешнюю соединительную шину данных процессора, которая непосредственно соединена с главной шиной на системной плате. Шина данных процессора (или главная шина) также иногда называется *локальной шиной*, поскольку процессор соединен непосредственно с ней. Любые другие устройства, соединенные с главной шиной, по существу, могут использоваться так, как при непосредственном соединении с процессором. Если процессор имеет 32-разрядную шину данных, то главная шина процессора на системной плате также должна быть 32-разрядной. Это означает, что система может пересылать в процессор или из процессора за один цикл 32 разряда (бита) данных.

У процессоров разных типов разрядность шины данных различается, причем разрядность главной шины на системной плате должна совпадать с разрядностью устанавливаемых процессоров. В табл. 2.2 перечислены все процессоры, выпускаемые компанией Intel, указана разрядность их шины данных и внутренних регистров.

Таблица 2.2. Процессоры Intel и разрядность их шины данных

Процессор	Разрядность	
	Шины данных	Внутренних регистров
8088	8	16
8086	16	16
286	16	16
386SX	16	32
386DX	32	32
486/AMD-5x86	32	32
Pentium/AMD K6	64	32
Pentium Pro/Celeron/II/III/4	64	32
AMD Duron/Athlon/Athlon XP	64	32
AMD64/EM64T	64	64

Говоря о *разрядности* процессоров, следует обратить внимание на то, что, хотя все процессоры Pentium имеют 64-разрядную шину данных, разрядность их внутренних регистров составляет только 32 бит, и они выполняют 32-разрядные команды. Процессоры AMD64 и EM64T имеют разрядность внутренних регистров 64 и могут работать как в 32-, так и в 64-разрядном режиме. Таким образом, с точки зрения программного обеспечения все процессоры от 386 до Athlon/Duron и Celeron/Pentium4 имеют 32-разрядные регистры и могут выполнять 32-разрядные инструкции. С электрофизической точки зрения эти 32-разрядные процессоры могут быть доступны по 16-разрядной (386), 32-разрядной (386DX и 486) и 64-разрядной (Pentium и далее) шинам данных. Разрядность шины данных является главным определяющим фактором конструкции материнской платы и памяти, поскольку именно этот показатель определяет, сколько битов можно передать за один цикл на микропроцессор и получить от него.

Процессоры, использующие технологии AMD64 и EM64T, имеют x86-совместимую 64-разрядную архитектуру, но способны выполнять и 32-разрядные инструкции, написанные для обычных процессоров x86.

Из табл. 2.2 следует, что абсолютно все процессоры Pentium и более новые имеют 64-разрядную шину процессора. Все процессоры Pentium, Pentium MMX, Pentium Pro и даже Pentium II/III/4 имеют 64-разрядную шину данных, что делает их сравнимыми с процессорами от AMD (семейство K6, Athlon, Duron, Athlon XP и Athlon 64).

На основе аппаратных средств можно выделить следующие категории систем:

- 8-разрядные;
- 16-разрядные;
- 32-разрядные;
- 64-разрядные.

С точки зрения разработчика, если не принимать во внимание разрядность шины, архитектура всех систем — от 16- до 64-разрядных — в своей основе практически не изменялась. Более старые 8-разрядные системы существенно отличаются. Можно выделить два основных типа систем (или два *класса* аппаратных средств):

- 8-разрядные системы (класс PC/XT);
- 16/32/64-разрядные системы (класс AT).

Здесь *PC* — это аббревиатура, образованная от *personal computer* (персональный компьютер), *XT* — *eXTended PC* (расширенный ПК), а *AT* — *advanced technology PC* (усовершенствованная технология ПК). Термины *PC*, *XT* и *AT*, используемые в этой книге, взяты из названий первоначальных систем IBM. Компьютер XT — это практически тот же PC, но в нем, в дополнение к дисководу для гибких дисков, который использовался в базовом компьютере PC для хранения информации, был установлен жесткий диск. В этих компьютерах использовались 8-разрядные процессоры 8088 и 8-разрядная шина ISA (Industry Standard Architecture — архитектура промышленного стандарта) для расширения системы. *Шина* — имя, присвоенное разъемам расширения, в которые можно установить дополнительные платы. Шина ISA называется 8-разрядной потому, что в системах класса PC/XT через нее можно отправлять или получать за один цикл только 8 бит данных. Данные в 8-разрядной шине отправляются одновременно по восьми параллельным проводам.

Компьютеры, в которых разрядность шины равна 16 или больше, называются компьютерами класса AT, причем слово *advanced* указывает, что их стандарты усовершенствованы по сравнению с базовым проектом, и эти нововведения впервые были реализованы в компьютере IBM AT. Обозначение “AT” применялось IBM для компьютеров, в которых использовались усовершенствованные разъемы расширения и процессоры (сначала 16-, а позже 32- и 64-разрядные). В компьютер класса AT можно установить любой процессор, совместимый с Intel 286 или последующими моделями процессоров (включая 386, 486, Pentium, Pentium Pro и Pentium II), причем разрядность системной шины должна быть равна 16 или больше. При проектировании систем самым важным фактором является архитектура системной шины наряду с базовой архитектурой памяти, реализацией запро-

сов прерывания (Interrupt ReQuest — IRQ), прямого доступа к памяти (Direct Memory Access — DMA) и распределением адресов портов ввода-вывода. Способы распределения и функционирования этих ресурсов аналогичны у всех компьютеров класса АТ.

В первых компьютерах АТ использовался 16-разрядный вариант шины ISA, который расширил возможности первоначальной 8-разрядной шины, применявшейся в компьютерах класса РС/ХТ. Со временем для компьютеров АТ было разработано несколько версий системной шины и разъемов расширения, в частности следующие:

- 16-разрядная шина ISA/АТ;
- 16-разрядная шина PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), она же PC Card;
- 16/32-разрядная шина EISA (Extended ISA);
- 16/32-разрядная PS/2 шина MCA (Micro Channel Architecture);
- 32-разрядная шина VL-Bus (VESA Local Bus);
- 32/64-разрядная шина PCI (Peripheral Component Interconnect);
- 32-разрядная шина PCMCIA, она же Cardbus;
- Шина PCI Express (последовательная);
- Шина ExpressCard (последовательная).

Компьютер с любой из упомянутых системных шин по определению относится к классу АТ, независимо от того, установлен в нем процессор Intel или совместимый с ним. Однако компьютеры АТ с процессором 386 и выше обладают возможностями, которых нет в компьютерах АТ первого поколения с процессором 286 (имеются в виду возможности адресации памяти, ее перераспределения и организации 32- и 64-разрядного доступа к данным). Большинство компьютеров с процессором 386DX и выше имеют 32-разрядную шину и в полной мере используют все ее возможности.

Долгое время компьютерные системы продолжали оснащаться 16-разрядными разъемами ISA для обеспечения обратной совместимости с устаревшими адаптерами. Однако практически все современные материнские платы лишены этого разъема и содержат только разъемы PCI/PCI Express и порт AGP. Однако как только материнские платы прекратили поддержку ISA, пришло время выбора между старыми интерфейсами PCI и AGP и новым PCI Express (предпочтение отдается последнему).

Эти и другие шины подробно описаны в главе 4, там же приведены их технические характеристики: разводки контактов, тактовые частоты, разрядность, принципы работы и т.д.

Основные различия между стандартами компьютеров классов РС/ХТ и АТ приведены в табл. 2.3. Эта информация относится ко всем РС-совместимым моделям ПК.

Таблица 2.3. Различия между компьютерами классов РС/ХТ и АТ

Параметр компьютера	Класс РС/ХТ (8-разрядный)	Класс АТ (16/32/64-разрядный)
Поддерживаемый тип процессора	x86 или x88	286 или выше
Режим процессора	Реальный	Реальный/защищенный/виртуальный реальный
Поддерживаемое программное обеспечение	Только 16-разрядное	16- или 32-разрядное
Разрядность шин (разъемов) расширения	8	16/32/64
Тип шин	Только ISA	ISA, EISA, MCA, PC Card, Cardbus, VL-Bus, PCI, PCI Express, AGP
Аппаратные прерывания	8 (используется 6)	16 (используется 11)
Каналы прямого доступа к памяти (DMA)	4 (используется 3)	8 (используется 7)
Максимальный объем ОЗУ	1 Мбайт	16 Мбайт или 4 Гбайт и более

Параметр компьютера	Класс PC/XT (8-разрядный)	Класс AT (16/32/64-разрядный)
Скорость передачи данных (быстродействие) контроллера гибкого диска	250 Кбит/с	250/300/500/1000 Кбит/с
Стандартный загрузочный накопитель	360 или 720 Кбайт	1,2/1,44/2,88 Мбайт
Интерфейс клавиатуры	Однонаправленный	Двунаправленный
Стандарт на CMOS-память/часы	Отсутствует	Совместимость с MC146818
Тип последовательных портов UART	8250В	16450/16550А или выше

Восьмиразрядные системы PC/XT уже очень давно не выпускаются. Если исключить из рассмотрения компьютерные музеи, все компьютеры сегодня относятся к классу AT.

Компоненты системы

Современный ПК одновременно и прост, и сложен. Он стал проще, так как за минувшие годы многие компоненты, используемые для сборки системы, были интегрированы с другими компонентами, и поэтому общее количество элементов уменьшилось. Он стал сложнее, так как каждая часть современной системы выполняет намного больше функций, чем в более старых компьютерах.

Все компоненты, необходимые для сборки современной компьютерной системы, перечислены в табл. 2.4, а более подробное описание вы найдете в соответствующих главах.

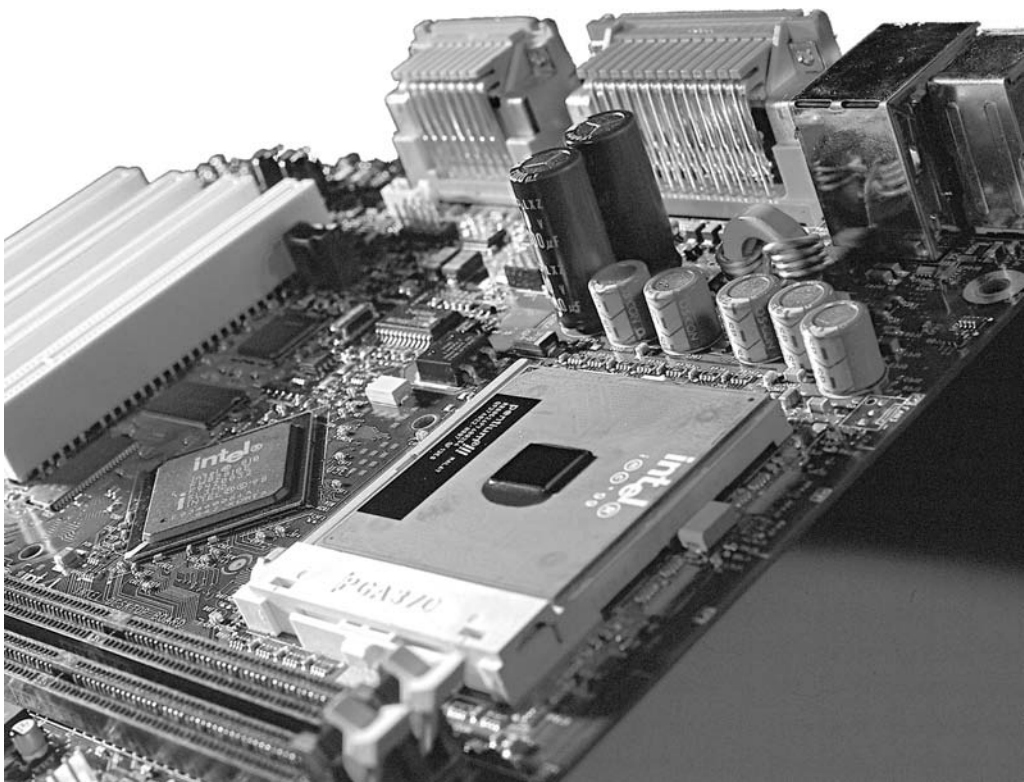
Таблица 2.4. Основные компоненты ПК

Компонент	Описание
Системная плата	Является центральной частью системы, к которой подключаются все аппаратные компоненты ПК. Системные платы подробно рассматриваются в главе 4
Процессор	Это “двигатель” компьютера. Его называют также центральным процессором или CPU (central processing unit). Микропроцессоры рассматриваются в главе 3
Оперативная память	Память системы часто называется оперативной или памятью с произвольным доступом (Random Access Memory — RAM). Это основная память, в которую записываются все программы и данные, используемые процессором в своей работе. Более подробная информация приведена в главе 6
Корпус/шасси	Это рама (или шасси), к которой крепятся системная плата, блок питания, дисководы, платы адаптеров и любые другие компоненты системы. Корпуса подробно рассматриваются в главе 19
Блоки питания	От блока питания электрическое напряжение подается к каждому отдельному компоненту ПК. Блоки питания подробно рассматриваются в главе 19
Дисковод гибких дисков	Прост, недорог и позволяет использовать сменный магнитный носитель. Во многих современных системах используются устройства на базе флэш-памяти, а также магнитных носителей иных типов. Подробно накопители на съемных носителях описаны в главе 10
Накопитель на жестких дисках	Жесткий диск — самый главный носитель информации в системе. Накопители на жестких дисках подробно рассматриваются в главе 9
Накопитель CD-ROM/DVD-ROM	Накопители CD-ROM (Compact Disc — компакт-диск) и DVD-ROM (Digital Versatile Disc — цифровой универсальный диск) представляют собой запоминающие устройства относительно большой емкости со сменными носителями и оптической записью информации. Оптические накопители подробно рассматриваются в главе 11
Клавиатура	Это основное устройство ПК, которое изначально было создано для того, чтобы пользователь мог управлять системой. О клавиатурах речь идет в главе 16
Мышь	Хотя на рынке присутствуют различные типы устройств позиционирования, первым и наиболее популярным остается манипулятор типа “мышь”, который подробно описывается в главе 16
Видеоадаптер ¹	Служит для управления отображением информации, которую вы видите на мониторе. Видеоадаптеры подробно рассматриваются в главе 13
Монитор (дисплей)	Подробная информация приведена в главе 13
Звуковая плата ¹	Это устройство позволяет ПК генерировать сложные звуки. Звуковые платы и акустические системы подробно описаны в главе 14
Сетевой адаптер/модем ¹	Многие модели ПК изначально оснащены сетевым адаптером, а иногда еще и модемом. Подробно сетевые адаптеры описаны в главе 18, а модемы — в главе 17

1. Эти адаптеры могут быть интегрированы в системную плату, что характерно для многих систем эконом-класса.

Глава 3

Типы и спецификации микропроцессоров



История микропроцессоров до появления ПК

“Мозгом” персонального компьютера является *микропроцессор*, или *центральный процессор* — CPU (*Central Processing Unit*). Микропроцессор выполняет вычисления и обработку данных (за исключением некоторых математических операций, осуществляемых в компьютерах, имеющих сопроцессор). Он является сегодня самым дорогостоящим компонентом компьютера (правда, стоимость отдельных современных графических адаптеров бывает и выше). В компьютерах верхнего ценового сектора рынка его стоимость иногда превосходит стоимость материнской платы в четыре раза. Создание микропроцессора обычно приписывают компании Intel, которая в 1971 году представила миру микросхему с номером 4004. И по сей день Intel продолжает контролировать рынок процессоров, хотя в последние годы ее несколько потеснила компания AMD. Это значит, что все PC-совместимые компьютеры используют либо процессор Intel, либо совместимый с ним, произведенный одним из конкурентов (в частности, AMD и VIA/Cyrix).

В настоящее время Intel доминирует на рынке процессоров, но так было далеко не всегда. Компания Intel прочно ассоциируется с изобретением первого процессора и его появлением на рынке. Но несмотря на это два наиболее известных в конце 1970-х годов процессора, используемых в ПК, *не* принадлежали Intel (один из них, правда, являлся прямым аналогом процессора Intel). В персональных компьютерах того времени чаще всего использовались процессоры Z-80 компании Zilog и 6502 компании MOS Technologies. Процессор Z-80 представлял собой улучшенный и более дешевый аналог процессора 8080. Сегодня в подобной ситуации оказались многочисленные клоны процессоров Intel Pentium, созданные компаниями AMD, Cyrix (теперь VIA), IDT и Rise Technologies. Более того, в некоторых случаях аналог приобретал большую популярность, чем оригинал. Компания AMD в последние годы заняла значительную часть рынка, но несмотря на это Intel все еще играет главенствующую роль на рынке процессоров ПК.

Когда-то давно у меня был компьютер, содержавший оба упомянутых процессора. Он состоял из основной системы Apple, созданной на базе процессора 6502 с тактовой частотой 1 МГц (да-да, именно 1 МГц), и системной платы Microsoft Softcard (платы Z-80), подключенной к одному из разъемов. Системная плата Softcard содержала, в свою очередь, процессор Z-80 с тактовой частотой 2 МГц. Такая конструкция позволяла использовать программное обеспечение для процессоров обоих типов в одной системе. Процессор Z-80 использовался в конце 1970-х — начале 1980-х годов и работал с операционной системой CP/M. Процессор 6502, в свою очередь, использовался в ранних версиях компьютеров Apple, еще до появления платформы Mac.

Звездный час компаний Intel и Microsoft наступил в 1981 году, когда IBM выпустила первый персональный компьютер IBM PC с процессором Intel 8088 (4,77 МГц) и операционной системой Microsoft Disk Operating System (DOS) версии 1.0. С этого момента практически во все компьютеры устанавливаются процессоры Intel и совместимые с ними, при этом каждая новая модель поддерживает программное обеспечение, работавшее со старым процессором — от 8088 до современных Core 2 и Athlon 64 X2. Из следующих разделов вы узнаете о процессорах, используемых в компьютерах PC с момента выпуска первого процессора, о технических параметрах этих микросхем и о том, почему за одно и то же время одни процессоры выполняют гораздо больше операций, чем другие.

История развития процессоров с 1971 года до наших дней

Интересен тот факт, что первый процессор был выпущен на 10 лет раньше первого компьютера IBM PC. Компания Intel создала свой первый процессор в 1971 году, а компания IBM свой первый ПК — в 1981 году. Но даже теперь, спустя более четверти века, мы продолжаем использовать системы, в той или иной мере сходные по архитектуре с первым ПК. Процессоры, установленные в наших компьютерах сегодня, большей частью имеют обратную со-

вместимость с процессором 8088, который компания IBM выбрала для своего первого персонального компьютера в 1981 году.

15 ноября 2001 года микропроцессор отпраздновал свое 30-летие. За эти годы его быстродействие увеличилось более чем в 18500 раз (с 0,108 МГц до 2 ГГц). История создания первого микропроцессора Intel 4004 описана в главе 1. Процессор 4004 был представлен 15 ноября 1971 года; он работал на частоте 108 кГц (108000 тактов в секунду, или всего 0,1 МГц). Процессор 4004 содержал 2300 транзисторов и производился с использованием 10-микронной технологии. Это означает, что все линии, дорожки и транзисторы располагались от других элементов на расстоянии около 10 микрон (миллионная часть метра). Данные передавались блоками по 4 бит за такт, а максимальный адресуемый объем памяти составлял 640 байт. Процессор 4004 предназначался для использования в калькуляторах, однако в конечном итоге нашел и другие применения в связи с широкими возможностями программирования. Например, процессор 4004 использовался для управления светофорами, при анализе крови и даже в исследовательской ракете Pioneer 10, запущенной NASA!

В апреле 1972 года Intel выпустила процессор 8008, который работал на частоте 200 кГц. Он содержал 3500 транзисторов и производился все по той же 10-микронной технологии. Шина данных была 8-разрядной, что позволяло адресовать 16 Кбайт памяти. Этот процессор предназначался для использования в терминалах и программируемых калькуляторах.

Следующая модель процессора, 8080, была анонсирована в апреле 1974 года. Этот процессор содержал 6000 транзисторов и мог адресовать уже 64 Кбайт памяти. На нем был собран первый персональный компьютер (не PC) Altair 8800. В этом компьютере использовалась операционная система CP/M, а Microsoft разработала для него интерпретатор языка BASIC. Это была первая массовая модель компьютера, для которого были написаны тысячи программ.

Со временем процессор 8080 стал настолько известен, что его начали копировать. В конце 1975 года несколько бывших инженеров Intel, занимавшихся разработкой процессора 8080, создали компанию Zilog. В июле 1976 года эта компания выпустила процессор Z-80, который представлял собой значительно улучшенную версию 8080. Этот процессор был несовместим с 8080 по контактному выводу, но сочетал в себе множество различных функций, например интерфейс памяти и схему обновления ОЗУ (RAM), что давало возможность разрабатывать более дешевые и простые компьютеры. В Z-80 был также включен расширенный набор команд процессора 8080, позволяющий использовать его программное обеспечение. В этот процессор вошли новые команды и внутренние регистры, поэтому программное обеспечение, разработанное для Z-80, могло использоваться практически со всеми версиями 8080. Первоначально процессор Z-80 работал на частоте 2,5 МГц (более поздние версии работали уже на частоте 10 МГц), содержал 8500 транзисторов и мог адресовать 64 Кбайт памяти.

Компания Radio Shack выбрала процессор Z-80 для своего первого персонального компьютера TRS-80 Model 1. Следует заметить, что Z-80 стал первым процессором, используемым во многих новаторских системах, в том числе в Osborne и Кауро. Этому примеру последовали другие компании, и вскоре Z-80 стал стандартным процессором для систем, работающих с операционной системой CP/M и наиболее распространенным программным обеспечением того времени.

Компания Intel не остановилась на достигнутом, и в марте 1976 года выпустила процессор 8085, который содержал 6500 транзисторов, работал на частоте 5 МГц и производился по 3-микронной технологии. Несмотря на то что он обогнал процессор Z-80 на несколько месяцев, ему так и не удалось достичь популярности последнего. Он использовался в основном в качестве управляющей микросхемы различных компьютеризованных устройств.

В этом же году компания MOS Technologies выпустила процессор 6502, который был абсолютно не похож на процессоры Intel. Он был разработан группой инженеров компании Motorola. Эта же группа работала над созданием процессора 6800, который в будущем трансформировался в семейство процессоров 68000. Цена первой версии процессора 8080 достигала 300 долларов, в то время как 8-разрядный процессор 6502 стоил всего около 25 долларов. Такая цена была вполне приемлема для Стива Возняка (Steve Wozniak), и он построил процессор

6502 в новые модели Apple I и Apple II. Процессор 6502 использовался также в системах, созданных компанией Commodore и другими производителями. Этот процессор и его преемники с успехом работали в игровых компьютерных системах, в число которых вошла приставка Nintendo Entertainment System (NES). Компания Motorola продолжила работу над созданием серии процессоров 68000, которые впоследствии были использованы в компьютерах Apple Macintosh. Второе поколение компьютеров Mac использовало процессор PowerPC, являющийся преемником 68000. Сегодня компьютеры Mac снова перешли на архитектуру PC и используют с ними одни процессоры, микросхемы системной логики и прочие компоненты.

В июне 1978 года Intel выпустила процессор 8086, который содержал набор команд под кодовым названием *x86*. Этот же набор команд до сих пор поддерживается в самых современных процессорах Core 2 и AMD Athlon 64 X2. Процессор 8086 был полностью 16-разрядным — внутренние регистры и шина данных. Он содержал 29000 транзисторов и работал на частоте 5 МГц. Благодаря 20-разрядной шине адреса он мог адресовать 1 Мбайт памяти. При создании процессора 8086 обратная совместимость с 8080 не предусматривалась. Но в то же время значительное сходство их команд и языка позволили использовать более ранние версии программного обеспечения. Это свойство впоследствии сыграло важную роль для быстрого перевода программ системы CP/M (8080) на рельсы PC.

Несмотря на высокую эффективность процессора 8086 его цена была все же слишком высока по меркам того времени и, что гораздо важнее, для его работы требовалась дорогая микросхема поддержки 16-разрядной шины данных. Чтобы уменьшить себестоимость процессора, в 1979 году Intel выпустила процессор 8088 — упрощенную версию 8086. Процессор 8088 использовал те же внутреннее ядро и 16-разрядные регистры, что и 8086, мог адресовать 1 Мбайт памяти, но в отличие от предыдущей версии использовал внешнюю 8-разрядную шину данных. Это позволило обеспечить обратную совместимость с ранее разработанным 8-разрядным процессором 8085 и тем самым значительно снизить стоимость создаваемых системных плат и компьютеров. Именно поэтому IBM выбрала для своего первого ПК “урезанный” процессор 8088, а не 8086.

Это решение имело далеко идущие последствия для всей компьютерной индустрии. Процессор 8088 был полностью программно-совместим с 8086, что позволяло использовать 16-разрядное программное обеспечение. В процессорах 8085 и 8080 использовался очень похожий набор команд, поэтому программы, написанные для процессоров предыдущих версий, можно было легко преобразовать для процессора 8088. Это, в свою очередь, позволяло разрабатывать разнообразные программы для IBM PC, что явилось залогом его будущего успеха. Не желая останавливаться на полпути, Intel была вынуждена обеспечить поддержку обратной совместимости 8088/8086 с большинством процессоров, выпущенных в то время.

В те годы еще поддерживалась обратная совместимость процессоров, что ничуть не мешало вводить различные новшества и дополнительные возможности. Одним из основных изменений стал переход от 16-разрядной внутренней архитектуры процессора 286 и более ранних версий к 32-разрядной внутренней архитектуре 386-го и последующих процессоров, относящихся к категории IA-32 (32-разрядная архитектура Intel). Эта архитектура была представлена в 1985 году, однако потребовалось еще 10 лет, чтобы на рынке появились такие операционные системы, как Windows 95 (частично 32-разрядные) и Windows NT (требующие использования исключительно 32-разрядных драйверов). И только еще через шесть лет появилась операционная система Windows XP, которая была 32-разрядной как на уровне драйверов, так и на уровне всех компонентов. Итак, на адаптацию 32-разрядных вычислений потребовалось 16 лет. Для компьютерной индустрии это довольно длительный срок.

Теперь наблюдается очередной “скачок” в развитии архитектуры ПК — компании Intel и AMD представили 64-разрядные расширения 32-разрядной архитектуры *Intel IA-64* (Intel Architecture, 64-bit — 64-разрядная архитектура Intel), выпустив процессоры Itanium и Itanium 2. Однако данная архитектура была абсолютно несовместима с существовавшей 32-разрядной. Архитектура IA-64 была анонсирована в 1994 году в рамках проекта по разработке компаниями In-

tel и HP нового процессора с кодовым именем Merced; первые технические детали были опубликованы в октябре 1997 года. В результате в 2001 году был выпущен процессор Itanium, поддерживающий архитектуру IA-64.

К сожалению, IA-64 не являлась расширением архитектуры IA-32, а была совершенно новой архитектурой. Это хорошо для рынка серверов (собственно, для этого IA-64 и разрабатывалась), однако совершенно неприемлемо для мира ПК, который всегда требовал обратной совместимости. Хотя архитектура IA-64 и поддерживает эмуляцию IA-32, при этом обеспечивается очень низкая производительность.

Компания AMD пошла по другому пути и разработала 64-разрядные расширения для архитектуры IA-32. В результате появилась архитектура AMD64 (которая также называется x86-64). Через некоторое время Intel представила собственный набор 64-разрядных расширений, который назвала EM64T (IA-32e). Расширения Intel практически идентичны расширениям AMD, что означает их совместимость на программном уровне. В результате впервые в истории сложилась ситуация, когда Intel следовала за AMD в разработке архитектуры ПК, а не наоборот.

Для того чтобы 64-разрядные вычисления стали реальностью, необходимы 64-разрядные операционные системы и драйверы. В апреле 2005 года компания Microsoft начала распространять пробную версию Windows XP Professional x64 Edition, поддерживающую дополнительные инструкции AMD64 и EM64T. Основные производители компьютеров уже поставляют готовые системы с предустановленной Windows XP Professional x64 и с 64-разрядной системой Windows Vista; они также разработали 64-разрядные драйверы для достаточно современных моделей устройств. Выпускаются и 64-разрядные версии Linux, благодаря чему каких-либо серьезных препятствий для перехода к 64-разрядным вычислениям нет.

Последним достижением можно считать выпуск компаниями Intel и AMD двух- и четырехъядерных процессоров. Они содержат два или четыре полноценных ядра на одной подложке; в результате один процессор теоретически может выполнять работу двух или четырех процессоров. Хотя многоядерные процессоры не обеспечивают значительного увеличения быстродействия в играх (которые в основном предполагают выполнение данных в один поток), они просто незаменимы в многозадачной среде. Если вы когда-нибудь пытались одновременно выполнять проверку компьютера на наличие вирусов, работать с электронной почтой, а также запускать какие-то другие приложения, то наверняка знаете, что такая нагрузка может «поставить на колени» даже самый быстрый одноядерный процессор. Поскольку двухъядерные процессоры сейчас выпускаются обеими компаниями, Intel и AMD, шансы на то, что вам удастся выполнить работу гораздо быстрее благодаря многозадачности, значительно возрастают. Современные двухъядерные процессоры также поддерживают 64-разрядные расширения AMD64 или EM64T, что позволяет воспользоваться преимуществами как двухъядерности, так и 64-разрядных вычислений.

Персональные компьютеры прошли долгий путь развития. Первый используемый в ПК процессор 8088 содержал 29 тыс. транзисторов и работал с частотой 4,77 МГц. Процессор AMD Athlon 64 FX содержит больше 105 млн. транзисторов, процессор Pentium 4 670 (ядро Prescott) работает с частотой 3,8 ГГц и содержит 169 млн. транзисторов, преимущественно благодаря наличию кэш-памяти второго уровня L2 объемом 2 Мбайт. Двухъядерные процессоры, содержащие два ядра и кэш-память на одной подложке, характеризуются еще большим количеством транзисторов. Процессор Intel Pentium D содержит 230 млн. транзисторов, а AMD Athlon 64 X2 — более 233 млн. Последние процессоры Core 2 Duo и Core 2 Quad содержат 291 и 582 млн. транзисторов соответственно; при этом в последний интегрирована кэш-память второго уровня объемом 8 Мбайт. Многоядерная архитектура и постоянно растущий объем кэш-памяти второго уровня приводят к постоянному росту количества транзисторов. Скоро эта отметка перевалит за один миллиард. Все это является практическим подтверждением *закона Мура*, в соответствии с которым быстродействие процессоров и количество содержащихся в них транзисторов удваивается каждые 1,5–2 года.

Параметры процессоров

При описании параметров и устройства процессоров часто возникает путаница. Мы рассмотрим некоторые характеристики процессоров, в том числе *разрядность шины данных* и *шины адреса*, а также *быстродействие*.

Процессоры можно классифицировать по двум основным параметрам: разрядности и быстродействию. Быстродействие процессора — довольно простой параметр. Оно измеряется в мегагерцах (МГц); 1 МГц равен миллиону тактов в секунду. Чем выше быстродействие, тем лучше (тем быстрее работает процессор). Разрядность процессора — параметр более сложный. В процессор входит три важных устройства, основной характеристикой каждого из которых является разрядность:

- шина ввода и вывода данных;
- шина адреса памяти;
- внутренние регистры.

Следует заметить, что шина данных процессора также называется *передней шиной* (Front Side Bus — FSB), *внутренней шиной процессора* (Processor Side Bus — PSB) или просто *шиной ЦПУ*. Все эти термины обозначают шину, соединяющую процессор с основными компонентами набора микросхем системной платы (северный мост или концентратор контроллера памяти). Компания Intel отдает предпочтение терминам “FSB” и “PSB”, в то время как в AMD используют исключительно обозначение “FSB”. Безусловно, можно использовать и просто название “шина процессора/ЦПУ” — менее сложный и в то же время достоверный термин.

Понятие разрядности процессоров может вызвать некоторую путаницу. Все современные процессоры имеют 64-разрядную шину данных, однако это не делает их действительно 64-разрядными. Такие процессоры, как Pentium 4 и Athlon XP, являются 32-разрядными — именно такую разрядность имеют их внутренние регистры. В то же время шины ввода-вывода процессора являются 64-разрядными, а шины адреса — 32-разрядными (этот показатель выше, чем у процессоров предыдущих поколений, например у Pentium или K6). Процессоры семейства Core 2, AMD Opteron и Athlon 64 являются полноценными 64-разрядными процессорами, поскольку имеют также 64-разрядные внутренние регистры.

Прежде всего, стоит ознакомиться с рядом таблиц, в которых представлены основные параметры процессоров, используемых в персональных компьютерах. Разрядность и другие характеристики процессоров подробно описываются ниже. При чтении разделов, посвященных тем или иным параметрам, не забывайте обращаться к данным, которые приведены в этих таблицах.

В табл. 3.1–3.3 представлены сведения о процессорах Intel, AMD и других компаний.

Шина данных

Производительность и разрядность внешней шины данных являются основными характеристиками центрального процессора, определяющими быстродействие, с которым данные передаются в процессор или из него.

Когда говорят о шине процессора, чаще всего имеют в виду *шину данных*, представленную как набор соединений (или выводов) для передачи или приема данных. Чем больше сигналов одновременно поступает на шину, тем больше данных передается по ней за определенный интервал времени и тем быстрее она работает. Разрядность шины данных подобна количеству полос движения на скоростной автомагистрали; точно так же, как увеличение количества полос позволяет увеличить поток машин по трассе, увеличение разрядности позволяет повысить пропускную способность.

Данные в компьютере передаются в виде цифр через одинаковые промежутки времени. Для передачи *единичного* бита данных в определенный временной интервал посылается сигнал напряжения *высокого* уровня (около 5 В), а для передачи *нулевого* бита данных — сигнал напряжения *низкого* уровня (около 0 В). Чем больше линий, тем больше битов можно пере-

дать за одно и то же время. Современные процессоры, начиная с Pentium и Athlon и заканчивая Core 2 и Athlon 64 X2, и даже Itanium 2, имеют 64-разрядные внешние шины данных. Это означает, что все эти процессоры могут передавать в системную память (или получать из нее) одновременно 64 бит (8 байт) данных.

Представим себе, что шина — это автомагистраль с движущимися по ней автомобилями. Если автомагистраль имеет всего по одной полосе движения в каждую сторону, то по ней в одном направлении в определенный момент времени может проехать только одна машина. Если вы хотите увеличить пропускную способность дороги, например, вдвое, вам придется ее расширить, добавив еще по одной полосе движения в каждом направлении. Таким образом, 8-разрядную микросхему можно представить в виде однополосной автомагистрали, поскольку в каждый момент времени по ней проходит только 1 байт данных (один байт равен восьми битам). Аналогично этому 32-разрядная шина данных может передавать одновременно 4 байт информации, а 64-разрядная подобна скоростной автостраде с восемью полосами движения.

Разрядность шины данных процессора определяет также разрядность банка памяти. Это означает, что 32-разрядный процессор, например класса 486, считывает из памяти или записывает в память одновременно 32 бит, а 64-разрядный — 64 бит.

Поскольку стандартные 72-контактные модули памяти SIMM имеют разрядность, равную всего лишь 32, в большинстве систем класса 486 устанавливают по одному модулю, а в большинстве систем класса Pentium — по два модуля одновременно. Разрядность модулей памяти DIMM равна 64, поэтому в системах класса Pentium устанавливают по одному модулю, что облегчает процесс конфигурирования системы, так как эти модули можно устанавливать или удалять по одному, если, конечно, система не создавалась для работы с двумя каналами памяти. Двухканальная организация памяти позволяет считывать и записывать информацию в два банка одновременно, что повышает общую производительность системы. Однако и модули памяти в такую систему нужно вставлять парами. Скорее всего, будущие модели чипсетов будут требовать установки пар идентичных модулей памяти DIMM.

Модули памяти RIMM (Rambus Inline Memory Modules), используемые в некоторых старых системах Pentium III и Pentium 4, в некотором роде уникальны, поскольку используют собственный набор инструкций. Ширина канала памяти в них обычно равна 16 или 32 бит. В зависимости от типа используемого модуля и набора микросхем системной логики модули устанавливаются отдельно или попарно.

Шина адреса

Шина адреса представляет собой набор проводников, по которым передается адрес ячейки памяти, в которую или из которой пересылаются данные. Как и в шине данных, по каждому проводнику передается один бит, соответствующий одной цифре в адресе. Увеличение количества проводников (разрядов), используемых для формирования адреса, позволяет увеличить количество адресуемых ячеек. Разрядность шины адреса определяет максимальный объем памяти, адресуемой процессором.

Представьте себе следующее. Если шина данных сравнивалась с автострадой, а ее разрядность — с количеством полос движения, то шину адреса можно ассоциировать с нумерацией домов или улиц. Количество линий в шине эквивалентно количеству цифр в номере дома. Например, если на какой-то гипотетической улице номера домов не могут состоять более чем из двух цифр (десятичных), то количество домов на ней не может быть больше ста (от 00 до 99), т.е. 10^2 . При трехзначных номерах количество возможных адресов возрастает до 10^3 (от 000 до 999) и т.д.

В компьютерах применяется двоичная система счисления, поэтому при 2-разрядной адресации можно выбрать только четыре ячейки (с адресами 00, 01, 10 и 11), т.е. 2^2 , при 3-разрядной — восемь (от 000 до 111), т.е. 2^3 , и т.д. К примеру, в процессорах 8086 и 8088 используется 20-разрядная шина адреса, поэтому они могут адресовать 2^{20} (1048576) байт, или 1 Мбайт памяти. Объемы памяти, адресуемой процессорами Intel, приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.1. Спецификации процессоров Intel

Процессор	Технологический процесс, мкм	Коэффициент умножения	Напряжение, В	Разрядность внутренних регистров, бит	Разрядность шины данных, бит	Макс. объем памяти
8088	3,0	1x	5	16	8	1 Мбайт
8086	3,0	1x	5	16	16	1 Мбайт
286	1,5	1x	5	16	16	16 Мбайт
386SX	1,5, 1,0	1x	5	32	16	16 Мбайт
386SL	1,0	1x	3,3	32	16	16 Мбайт
386DX	1,5, 1,0	1x	5	32	32	4 Гбайт
486SX	1,0, 0,8	1x	5	32	32	4 Гбайт
486SX2	0,8	2x	5	32	32	4 Гбайт
487SX	1,0	1x	5	32	32	4 Гбайт
486DX	1,0, 0,8	1x	5	32	32	4 Гбайт
486SL ²	0,8	1x	3,3	32	32	4 Гбайт
486DX2	0,8	2x	5	32	32	4 Гбайт
486DX4	0,6	2x+	3,3	32	32	4 Гбайт
486 Pentium OD	0,6	2,5x	5	32	32	4 Гбайт
Pentium 60/66	0,8	1x	5	32	64	4 Гбайт
Pentium 75-200	0,6, 0,35	1,5x+	3,3-3,5	32	64	4 Гбайт
Pentium MMX	0,35, 0,25	1,5x+	1,8-2,8	32	64	4 Гбайт
Pentium Pro	0,35	2x+	3,3	32	64	64 Гбайт
Pentium II (Klamath)	0,35	3,5x+	2,8	32	64	64 Гбайт
Pentium II (Deschutes)	0,35	3,5x+	2,0	32	64	64 Гбайт
Pentium II PE (Dixon)	0,25	3,5x+	1,6	32	64	64 Гбайт
Celeron (Covington)	0,25	3,5x+	1,8-2,8	32	64	64 Гбайт
Celeron A (Mendocino)	0,25	3,5x+	1,5-2	32	64	64 Гбайт
Celeron III (Coppermine)	0,18	4,5x+	1,5-1,75	32	64	64 Гбайт
Celeron III (Tualatin)	0,13	9x+	1,5	32	64	64 Гбайт
Pentium III (Katmai)	0,25	4x+	2,0-2,05	32	64	64 Гбайт
Pentium III (Coppermine)	0,18	4x+	1,6-1,75	32	64	64 Гбайт
Pentium III (Tualatin)	0,13	8,5x+	1,45	32	64	64 Гбайт
Celeron 4 (Willamette)	0,18	4,25x+	1,6	32	64	64 Гбайт
Pentium 4 (Willamette)	0,18	3x+	1,7	32	64	64 Гбайт
Pentium 4A (Northwood)	0,13	4x+	1,3	32	64	64 Гбайт
Pentium 4EE (Prestonia)	0,13	8x+	1,5	32	64	64 Гбайт
Pentium 4E (Prescott)	0,09	8x+	1,3	32	64	64 Гбайт
Celeron D	0,09	4x+	1,25-1,4	64	64	1 Тбайт
Pentium D (Smithfield)	0,09	3,5x+	1,25-1,4	64	64	1 Тбайт
Pentium D (Presler)	0,065	3,5x+	1,25-1,4	64	64	1 Тбайт
Pentium M (Banias)	0,13	2,25x+	0,8-1,5	32	64	64 Гбайт
Pentium M (Dothan)	0,09	4,25x+	1-1,3	32	64	64 Гбайт
Core Duo (Yonah)	0,09	2,25+	0,7-1,3	32	64	64 Гбайт
Core 2 Duo (Conroe)	0,65	1,75x+	0,9-1,3	64	64	1 Тбайт
Core 2 Quad (Kentsfield)	0,65	2,25x+	1,1-1,3	64	64	1 Тбайт

1. Процессор 386SL содержит интегрированный контроллер кэш-памяти, однако кэш-память расположена за пределами процессора.

2. Затем компания Intel выпустила версии SL Enhanced процессоров SX, DX и DX2. Эти процессоры, поддерживающие управление питанием, выпускаются в версиях с напряжением питания 5 и 3,3 В.

Кэш-память L1	Кэш-память L2	Кэш-память L3	Быстродействие кэш-памяти L2/L3	Мульти-медийные инструкции	Кол-во транзисторов	Дата появления на рынке
---	---	---	---	---	29 тыс.	Июнь 1979 г.
---	---	---	---	---	29 тыс.	Июнь 1978 г.
---	---	---	---	---	134 тыс.	Февраль 1982 г.
---	---	---	Частота шины	---	275 тыс.	Июнь 1988 г.
0 Кбайт ¹	---	---	Частота шины	---	855 тыс.	Октябрь 1990 г.
---	---	---	Частота шины	---	275 тыс.	Октябрь 1985 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,185 млн.	Апрель 1991 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,185 млн.	Апрель 1994 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,2 млн.	Апрель 1991 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,2 млн.	Апрель 1989 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,4 млн.	Ноябрь 1992 г.
8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,2 млн.	Март 1992 г.
16 Кбайт	---	---	Частота шины	---	1,6 млн.	Февраль 1994 г.
2 × 16 Кбайт	---	---	Частота шины	---	3,1 млн.	Январь 1995 г.
2 × 8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	3,1 млн.	Март 1993 г.
2 × 8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	3,3 млн.	Март 1994 г.
2 × 16 Кбайт	---	---	Частота шины	MMX	4,5 млн.	Январь 1997 г.
2 × 8 Кбайт	256 Кбайт, 512 Кбайт, 1 Мбайт	---	Частота ядра ³	---	5,5 млн.	Ноябрь 1995 г.
2 × 16 Кбайт	512 Кбайт	---	1/2 частоты ядра	MMX	7,5 млн.	Май 1997 г.
2 × 16 Кбайт	512 Кбайт	---	1/2 частоты ядра	MMX	7,5 млн.	Май 1997 г.
2 × 16 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	MMX	27,4 млн.	Январь 1999 г.
2 × 16 Кбайт	0 Кбайт	---	---	MMX	7,5 млн.	Апрель 1998 г.
2×16 Кбайт	128 Кбайт	---	Частота ядра	MMX	19 млн.	Август 1998 г.
2 × 16 Кбайт	128 Кбайт	---	Частота ядра	SSE	28,1 млн. ⁴	Февраль 2000 г.
2 × 16 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	SSE	44 млн. ⁵	Октябрь 2001 г.
2 × 16 Кбайт	512 Кбайт	---	1/2 частоты ядра	SSE	9,5 млн.	Февраль 1999 г.
2 × 16 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	SSE	28,1 млн.	Октябрь 1999 г.
2 × 16 Кбайт	512 Кбайт	---	Частота ядра	SSE	44 млн.	Июнь 2001 г.
2 × 16 Кбайт	128 Кбайт	---	Частота ядра	SSE2	42 млн. ⁶	Май 2002 г.
12+8 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	SSE2	42 млн.	Ноябрь 2000 г.
12+8 Кбайт	512 Кбайт	---	Частота ядра	SSE2	55 млн.	Январь 2002 г.
12+8 Кбайт	512 Кбайт	2 Мбайт	Частота ядра	SSE2	178 млн.	Ноябрь 2003 г.
12+16 Кбайт	1 Мбайт	---	Частота ядра	SSE3	125 млн.	Февраль 2004 г.
12+16 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	SSE3	125 млн.	Июнь 2004 г.
12+16 Кбайт (x2)	1 Мбайт (x2)	---	Частота ядра	SSE3	230 млн.	Апрель 2005 г.
12+16 Кбайт (x2)	2 Мбайт (x2)	---	Частота ядра	SSE3	376 млн.	Декабрь 2005 г.
2 × 32 Кбайт	1 Мбайт	---	Частота ядра	SSE2	77 млн.	Март 2003 г.
2 × 32 Кбайт	2 Мбайт	---	Частота ядра	SSE2	144 млн.	Май 2004 г.
2 × 32 Кбайт (x2)	1 Мбайт (x2)	---	Частота ядра	SSE3	151 млн.	Январь 2006 г.
2 × 32 Кбайт (x2)	1/2 Мбайт (x2)	---	Частота ядра	SSSE3	291 млн.	Июль 2006 г.
2 × 32 Кбайт (x2)	4 Мбайт (x2)	---	Частота ядра	SSSE3	582 млн.	Декабрь 2006 г.

3. Кэш-память L2 работает на частоте ядра, но расположена в отдельной микросхеме.

4. Кэш-память L2 объемом 128 Кбайт (общий объем --- 256 Кбайт, но 128 Кбайт отключено); используется ядро Pentium IIIЕ.

5. Кэш-память L2 объемом 256 Кбайт (общий объем --- 512 Кбайт, но 256 Кбайт отключено); используется ядро Pentium IIIВ.

6. Кэш-память L2 объемом 128 Кбайт (общий объем --- 256 Кбайт, но 128 Кбайт отключено); используется ядро Pentium 4.

Таблица 3.2. Спецификации процессоров AMD

Процессор	Технологический процесс, мкм	Коэффициент умножения	Напряжение, В	Разрядность внутренних регистров, бит	Разрядность шины данных, бит	Макс. объем памяти
AMD K5	0,35	1,5x+	3,5	32	64	4 Гбайт
AMD K6	0,35	2,5x+	2,2–3,2	32	64	4 Гбайт
AMD K6-2	0,25	2,5x+	1,9–2,4	32	64	4 Гбайт
AMD K6-3	0,25	3,5x+	1,8–2,4	32	64	4 Гбайт
AMD Athlon	0,25	5x+	1,6–1,8	32	64	4 Гбайт
AMD Duron	0,18	5x+	1,5–1,8	32	64	4 Гбайт
AMD Athlon (Thunderbird)	0,18	5x+	1,5–1,8	32	64	4 Гбайт
AMD Athlon XP (Palomino)	0,18	5x+	1,5–1,8	32	64	4 Гбайт
AMD Athlon XP (Thoroughbred)	0,13	5x+	1,5–1,8	32	64	4 Гбайт
AMD Athlon XP (Barton)	0,13	5,5x+	1,65	32	64	4 Гбайт
Athlon 64 (ClawHammer/Winchester)	0,13/0,09	5,5x+	1,5	64	64	1 Тбайт
Athlon 64 FX (SledgeHammer)	0,13	5,5x+	1,5	64	128	1 Тбайт
Athlon 64 X2 (Manchester)	0,09	5x+	1,35–1,4	64	128	1 Тбайт
Athlon 64 X2 (Toledo)	0,09	5x+	1,35–1,4	64	128	1 Тбайт
Athlon 64 X2 (Windsor)	0,09	5x+	1,35–1,4	64	128	1 Тбайт
Athlon X2, 64 X2 (Brisbane)	0,065	5x+	1,25–1,35	64	128	1 Тбайт

1. Кэш-память L2 работает на частоте ядра, но расположена в отдельной микросхеме.

Таблица 3.3 Спецификации процессоров Cyrix, NexGen, IDT, Rise и VIA

Процессор	Коэффициент умножения	Напряжение, В	Разрядность внутренних регистров, бит	Разрядность шины данных, бит	Макс. объем памяти, Гбайт
Cyrix 6x86	2x+	2,5–3,5	32	64	4
Cyrix 6x86MX/MII	2x+	2,2–2,9	32	64	4
Cyrix III	2,5x+	2,2	32	64	4
NexGen Nx586	2x	4	32	64	4
IDT Winchip	3x+	3,3–3,5	32	64	4
IDT Winchip2/2A	2,33x+	3,3–3,5	32	64	4
Rise mP6	2x+	2,8	32	64	4
VIA C3 ²	6x+	1,6	32	64	4
VIA C3 ³	6x+	1,35	32	64	4
VIA C3 ⁴	5,5x+	1,35	32	64	4
VIA C3 ⁵	7,5x+	1,4	32	64	4

1. Кэш-память L2 работает на частоте ядра, но расположена в отдельной микросхеме.

2. Ядро Samuel 2 (улучшенная версия ядра Cyrix III).

3. Ядро Ezra.

Кэш-память L1	Кэш-память L2	Кэш-память L3	Быстродействие кэш-памяти L2/L3	Мультимедийные инструкции	Кол-во транзисторов, млн.	Дата появления на рынке
16+8 Кбайт	---	---	Частота шины	---	4,3	Март 1996 г.
2 × 32 Кбайт	---	---	Частота шины	MMX	8,8	Апрель 1997 г.
2 × 32 Кбайт	---	---	Частота шины	3DNow!	9,3	Май 1998 г.
2 × 32 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	3DNow!	21,3	Февраль 1999 г.
2 × 64 Кбайт	512 Кбайт	---	1/2-1/3 частоты ядра	Enh. 3DNow!	22	Июнь 1999 г.
2 × 64 Кбайт	64 Кбайт	---	Частота ядра ¹	Enh. 3DNow!	25	Июнь 2000 г.
2 × 64 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	Enh. 3DNow!	37	Июнь 2000 г.
2 × 64 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	3DNow! Pro	37,5	Октябрь 2001 г.
2 × 64 Кбайт	256 Кбайт	---	Частота ядра	3DNow! Pro	37,2	Июнь 2002 г.
2 × 64 Кбайт	512 Кбайт	---	Частота ядра	3DNow! Pro	54,3	Февраль 2003 г.
2 × 64 Кбайт	1 Мбайт	---	Частота ядра	3DNow! Pro (SSE3 для процесса 0,09 мкм)	105,9	Сентябрь 2003 г.
2 × 64 Кбайт	1 Мбайт	---	Частота ядра	3DNow! Pro	105,9	Сентябрь 2003 г.
2 × 64 Кбайт (×2)	256 Кбайт/512 Кбайт (×2)	---	Частота ядра	SSE3	154	Июнь 2005 г.
2 × 64 Кбайт (×2)	512 Кбайт/1 Мбайт (×2)	---	Частота ядра	SSE3	233	Июнь 2005 г.
2 × 64 Кбайт (×2)	512 Кбайт/1 Мбайт (×2)	---	Частота ядра	SSE3	233,2	Май 2005 г.
2 × 64 Кбайт (×2)	512 Кбайт (×2)	---	Частота ядра	SSE3	154	Декабрь 2006 г.

Кэш-память L1, Кбайт	Кэш-память L2, Кбайт	Кэш-память L3	Быстродействие кэш-памяти L2/L3	Мультимедийные инструкции	Кол-во транзисторов, млн.	Дата появления на рынке
16	---	---	Частота шины	---	3	Февраль 1996 г.
64	---	---	Частота шины	MMX	6,5	Май 1997 г.
64	256	---	Частота ядра ¹	3DNow!	22	Февраль 2000 г.
2 × 16	---	---	Частота шины	---	3,5	Март 1994 г.
2 × 32	---	---	Частота шины	MMX	5,4	Октябрь 1997 г.
2 × 32	---	---	Частота шины	3DNow!	5,9	Сентябрь 1998 г.
2 × 8	---	---	Частота шины	MMX	3,6	Октябрь 1998 г.
64	128	---	Частота шины	MMX, 3DNow!	15,2	Март 2001 г.
64	128	---	Частота шины	MMX, 3DNow!	15,4	Март 2001 г.
64	128	---	Частота шины	MMX, 3DNow!	15,5	Сентябрь 2001 г.
64	128	---	Частота шины	MMX, 3DNow!	20,5	Январь 2002 г.

4. Ядро Ezra-T.

5. Ядро Nehemiah.

Таблица 3.4. Объемы памяти, адресуемой процессорами компании Intel

Тип процессора	Разрядность шины адреса	Байт	KiB	MiB	GiB	TiB
8088/8086	20	1048576	1024	1	---	---
286/386SX	24	16777216	16384	16	---	---
386DX/486/Pentium/K6/Athlon	32	4294967296	4194304	4096	4	---
Pentium w/PAE	36	68719476736	67108864	65536	64	---
64-разрядные Pentium, Athlon, Core	40	1099511627776	1073741824	1048576	1024	1

PAE. Расширенная физическая адресация (Physical Address Extension), поддерживаемая только в серверных ОС.

KiB. Киббайт, или 1024 байт.

MiB. Мебибайт, или 1024 киббайт.

GiB. Гиббайт, или 1024 мебибайт.

TiB. Тиббайт, или 1024 гиббайт.

Информация о префиксах двоичных множителей приведена по адресу:

www.iec.ch/zone/si/si_bytes.htm

Шины данных и адреса независимы, и разработчики микросхем выбирают их разрядность по своему усмотрению, но, как правило, чем больше разрядов в шине данных, тем больше их и в шине адреса. Разрядность этих шин является показателем возможностей процессора: количество разрядов в шине данных определяет способности процессора в обмене информацией, а разрядность шины адреса — объем памяти, с которым он может работать.

Внутренние регистры (внутренняя шина данных)

Количество битов данных, которые может обработать процессор за один прием, характеризуется *разрядностью* внутренних регистров. *Регистр* — это, по существу, ячейка памяти внутри процессора; например, процессор может складывать числа, записанные в двух различных регистрах, а результат сохранять в третьем регистре. Разрядность регистра определяет количество разрядов данных, обрабатываемых процессором, а также характеристики программного обеспечения и команд, выполняемых чипом. Например, процессоры с 32-разрядными внутренними регистрами могут выполнять 32-разрядные команды, которые обрабатывают данные 32-разрядными порциями, а процессоры с 16-разрядными регистрами этого делать не могут. Процессоры, начиная с 386 и заканчивая Pentium 4, имели 32-разрядные регистры и поэтому могли обеспечивать работу одних и тех же 32-разрядных приложений. Процессоры Core 2 и Athlon 64 имеют как 32-, так и 64-разрядные регистры; это значит, что на них можно запускать существующие 32-разрядные приложения и их новые 64-разрядные версии.

В некоторых очень старых процессорах разрядность внутренней шины данных (а шина состоит из линий передачи данных и регистров) превышает разрядность внешней. Например, в процессорах 8088 и 386SX разрядность внутренней шины вдвое больше разрядности внешней. Такие процессоры (их часто называют *половинчатými* или *гибридными*) обычно дешевле полноценных. Например, в процессоре 386SX внутренние операции — 32-разрядные, а связь с внешним миром осуществляется через 16-разрядную внешнюю шину. Это позволяет разработчикам проектировать относительно дешевые системные платы с 16-разрядной шиной данных, сохраняя при этом совместимость с 32-разрядным процессором 386. В то же время общая производительность гибридных процессоров 8088 и 386SX гораздо ниже производительности процессоров 8086 и 386 DX с той же тактовой частотой.

Если разрядность внутренних регистров больше разрядности внешней шины данных, то для их полной загрузки необходимо несколько циклов считывания. Например, в процессорах 386DX и 386SX внутренние регистры — 32-разрядные, но процессору 386SX для их загрузки необходимо выполнить два цикла считывания, а процессору 386DX достаточно одного. Аналогично передаются данные и от регистров к системной шине.

Процессорам Pentium также свойственна такая архитектура. В них шина данных — 64-разрядная, а регистры — 32-разрядные. Такое построение на первый взгляд кажется странным, если не учитывать, что в этом процессоре для обработки информации используются два 32-разрядных параллельных конвейера. Pentium во многом подобен двум 32-разрядным процессорам, объединенным в одном корпусе, а 64-разрядная шина данных позволяет быстрее заполнить рабочие регистры. Архитектура процессора с несколькими конвейерами называется *суперскалярной*.

Современные процессоры шестого и седьмого поколений от компаний Intel и AMD имеют шесть внутренних конвейеров для выполняемых команд. Хотя некоторые из указанных внутренних конвейеров специализированы (т.е. предназначены для выполнения специальных функций), эти процессоры все же могут выполнять несколько команд за один цикл.

Режимы процессора

Все 32-разрядные и более поздние процессоры Intel, начиная с 386-го, а также совместимые с ними могут выполнять программы в нескольких режимах. Режимы процессора предназначены для выполнения программ в различных средах; в разных режимах возможности чипа неодинаковы, потому что команды выполняются по-разному. В зависимости от режима процессора изменяется схема управления памятью системы и задачами.

Процессоры могут работать в трех режимах.

- Реальный режим (16-разрядное программное обеспечение).
- Режим IA-32:
 - защищенный режим (32-разрядное программное обеспечение);
 - виртуальный реальный режим (16-разрядное программное обеспечение в 32-разрядной среде).
- Расширенный 64-разрядный режим IA-32e (также называемый AMD64, x86-64 и EM64T):
 - 64-разрядный режим (64-разрядное программное обеспечение);
 - режим совместимости (32-разрядное программное обеспечение).

Основные параметры режимов процессора перечислены в табл. 3.5.

Таблица 3.5. Режимы процессора

Режим	Подрежим	Разрядность операционной системы	Разрядность программного обеспечения	Разрядность адреса памяти	Размер операнда по умолчанию	Разрядность регистров
Реальный	---	16	16	24	16	16
IA-32	Защищенный	32	32	32	32	32/16
	Виртуальный реальный	32	16	24	16	16
IA-32e	64-разрядный	64	64	64	32	64
	Совместимость	64	32	32	32	32/16

Реальный режим

Реальный режим иногда называют режимом 8086, поскольку он основан на инструкциях процессоров 8086 и 8088. В первом IBM PC использовался процессор 8088, который мог выполнять 16-разрядные команды, применяя 16-разрядные внутренние регистры, и адресовать только 1 Мбайт памяти, используя для адреса 20 разрядов. Все программное обеспечение PC первоначально было предназначено для этого процессора; оно было разработано на основе 16-разрядной системы команд и модели памяти объемом 1 Мбайт. Например, операционные системы DOS и Windows от 1.x до 3.x, а также все приложения для этих ОС написаны в расчете на 16-разрядные команды. Эти 16-разрядные операционные системы и приложения были разработаны для выполнения на первоначальном процессоре 8088.

Более поздние процессоры, например 286, также могли выполнять те же самые 16-разрядные команды, что и первоначальный 8088, но намного быстрее. Другими словами, процессор 286 был полностью совместим с первоначальным 8088 и мог выполнять все 16-разрядные программы точно так же, как 8088, только значительно быстрее. 16-разрядный режим, в котором выполнялись команды процессоров 8088 и 286, был назван *реальным режимом*. Все программы, выполняемые в реальном режиме, должны использовать только 16-разрядные команды, 20-разрядные адреса и поддерживаться архитектурой памяти, рассчитанной на емкость до 1 Мбайт. Для программного обеспечения этого типа обычно используется однозадачный режим, т.е. одновременно может выполняться только одна программа. Нет никакой встроенной защиты для предотвращения перезаписи ячеек памяти одной программой или даже операционной системы другой программой; это означает, что при выполнении нескольких программ вполне могут быть испорчены данные или код одной из них, что может привести всю систему к краху (или останову).

Режим IA-32 (32-разрядный)

Первым 32-разрядным процессором, предназначенным для PC, был 386-й. Этот чип мог выполнять абсолютно новую 32-разрядную систему команд. Чтобы полностью использовать преимущество 32-разрядной системы команд, были необходимы 32-разрядная операционная система и 32-разрядные приложения. Этот новый режим назывался *защищенным*, так как выполняемые в нем программы защищены от перезаписи своих областей памяти другими программами. Такая защита делает систему более надежной, поскольку ни одна программа с ошибками уже не сможет так легко повредить другие программы или операционную систему. Кроме того, программу, “потерпевшую крах”, можно довольно просто завершить без ущерба для всей системы.

Зная, что для разработки новых операционных систем и приложений, использующих преимущества 32-разрядного защищенного режима, потребуется некоторое время, Intel предусмотрела в процессоре 386 обратный совместимый реальный режим. Благодаря этому процессор 386 мог выполнять немодифицированные 16-разрядные приложения, причем намного быстрее, чем на любом процессоре предыдущего поколения. Для большинства пользователей этого было достаточно; им не требовалось все 32-разрядное программное обеспечение — достаточно было того, что имелись у них 16-разрядные программы работали быстрее. К сожалению, из-за этого процессор никогда не работал в 32-разрядном защищенном режиме и все возможности защищенного режима не использовались.

Когда высокопроизводительный процессор, подобный Pentium 4, работает в DOS (т.е. в реальном режиме), он напоминает “Turbo 8088”. Слово “Turbo” означает, что процессор имеет преимущество в быстродействии при выполнении 16-разрядных программ, хотя он может выполнять только 16-разрядные команды и обращаться к памяти в пределах все того же 1 Мбайт, предусмотренного картой памяти процессора 8088. Поэтому, даже если у вас система с Pentium 4 или Athlon XP и оперативной памятью емкостью 256 Мбайт, при работе в Windows 3.x или DOS в действительности используется *только* первый мегабайт памяти.

В связи с этим потребовались новые операционные системы и приложения, которые могли бы использовать все преимущества современных процессоров в 32-разрядном защищенном режиме. Однако некоторые пользователи поначалу сопротивлялись переходу к 32-разрядной среде. Сообщество пользователей оказалось весьма устойчивым в своих привязанностях и не желало изменять привычек. Признаюсь честно: я был одним из них.

Из-за сопротивления пользователей 32-разрядные операционные системы, такие как Unix и ее разновидности (например, Linux), OS/2 и даже Windows NT/2000/XP, распространялись на рынке ПК довольно вяло. Из перечисленных систем Windows XP стала настоящему широко распространенным программным продуктом во многом благодаря огромной популярности Windows 95/98/Me (смешанные 16/32-разрядные системы). Последней полностью 16-разрядной операционной системой была Windows серии 3.x, так как на самом деле она работала в качестве надстройки DOS.

Такие 64-разрядные процессоры, как Itanium, AMD Opteron и EM64T-совместимый процессор Xeon, привнесли возможность работы 64-разрядных программ в серверных системах, в то время как процессоры Athlon 64, EM64T-совместимый Pentium 4, а также Pentium D и Core 2 создавались непосредственно для настольных систем. Оба процессора совместимы со всем существующим 32-разрядным программным обеспечением. Но для того, чтобы воспользоваться возможностями процессора в полном объеме, потребуются полноценные 64-разрядные операционные системы и приложения. Microsoft уже выпустила 64-разрядные версии Windows XP и Vista, в то время как различными компаниями создаются 64-разрядные приложения для серверов и рабочих станций.

Примечание

В процессорах Itanium и AMD Athlon 64 реализованы различные 64-разрядные архитектуры. Таким образом, 64-разрядное программное обеспечение, созданное для одной платформы, будет несовместимо с другой и потребует отдельной перекомпиляции со стороны поставщика продукта. Одним словом, специально созданные программы для 64-разрядных процессоров Intel нельзя будет запустить на компьютере с 64-разрядным процессором Athlon и наоборот.

Виртуальный реальный режим IA-32

Для обратной совместимости 32-разрядная система Windows использует третий режим в процессоре — *виртуальный реальный* режим. По существу, это режим выполнения 16-разрядной среды (реальный режим), реализованный внутри 32-разрядного защищенного режима (т.е. виртуально, а не реально). Выполняя команды в окне командной строки DOS системы Windows, вы создаете виртуальный сеанс реального режима. Поскольку защищенный режим является подлинно многозадачным, фактически можно выполнять несколько сеансов реального режима, причем в каждом сеансе собственное программное обеспечение работает на виртуальном компьютере. И все эти приложения могут выполняться одновременно, даже во время работы других 32-разрядных программ.

Учтите, что любая программа, выполняемая в виртуальном окне реального режима, может обращаться только к памяти объемом до 1 Мбайт, причем для каждой такой программы это будет первый и единственный мегабайт памяти в системе. Другими словами, если вы выполняете приложение DOS в виртуальном реальном окне, ему будет доступна память только объемом до 640 Кбайт. Так происходит потому, что в 16-разрядной среде имеется только 1 Мбайт общей оперативной памяти, при этом верхние 384 Кбайт зарезервированы для системы. Виртуальное реальное окно полностью имитирует среду процессора 8088, и, если не учитывать быстродействие, программное обеспечение будет выполняться точно так, как оно выполнялось первым PC в реальном режиме. Каждая виртуальная машина получает собственный 1 Мбайт адресного пространства и собственный экземпляр реальных аппаратных подпрограмм управления аппаратурой (базовую систему ввода-вывода), причем при этом эмулируются все регистры и возможности реального режима.

Виртуальный реальный режим используется при выполнении 16-разрядных программ в окне DOS. При запуске приложения DOS операционная система Windows создает виртуальную машину DOS, на которой это приложение может выполняться.

Важно отметить, что все Intel-совместимые процессоры (в частности, AMD и Cytrix) при включении питания начинают работать в реальном режиме. При загрузке 32-разрядная операционная система автоматически переключает процессор в 32-разрядный режим и управляет им в этом режиме.

Также важно заметить, что некоторые приложения DOS и Windows 3.x в 32-разрядной среде ведут себя неадекватно, т.е. делают то, что не поддерживается даже в виртуальном реальном режиме.

Диагностическое программное обеспечение — прекрасный тому пример: оно не будет корректно работать в окне реального режима (виртуального реального) под управлением Windows. Чтобы на Pentium 4 запустить такое программное обеспечение в первоначальном упро-

щенном режиме, необходимо прервать процесс начальной загрузки системы и просто загрузить DOS. Это можно выполнить в Windows 9x (исключая Windows Me), нажимая клавишу <F8>, когда на экране появляется подсказка *Starting Windows*. Затем, когда появится загрузочное меню, в нем нужно выбрать команду загрузки простой 16-разрядной операционной системы реального режима DOS. Для запуска программ диагностики, которые невозможно запустить обычным образом в защищенном режиме, рекомендуется выбирать режим с поддержкой командной строки. Учитывая, что промежуток времени, в который Windows ожидает нажатия <F8>, очень короткий (порядка 2 с), лучше нажимать <F8> несколько раз подряд.

Операционная система Windows Me создавалась, как вы знаете, на основе Windows 98. Пытаясь отучить пользователей от 16-разрядного режима работы, Microsoft удалила опцию загрузочного меню (*Startup*). Операционные системы Windows NT/2000/XP также лишены возможности прервать загрузку подобным образом. Для запуска компьютера в режиме DOS придется создать загрузочный диск, который и будет затем использоваться для загрузки системы в реальном режиме. Как правило, этот режим требуется для некоторых процедур технического обслуживания, в частности для выполнения аппаратной диагностики и непосредственного редактирования секторов диска.

Хотя реальный режим используется DOS и “стандартными” приложениями DOS, есть специальные программы, которые “расширяют” DOS и открывают доступ к дополнительной памяти XMS (сверх 1 Мбайт). Они иногда называются *расширителями* DOS и обычно включаются как часть программного обеспечения DOS или Windows 3.x, в котором используются. Протокол, описывающий, как выполнять DOS в защищенном режиме, называется *DPMI* (DOS Protected Mode Interface — интерфейс защищенного режима DOS).

Этот протокол использовался в Windows 3.x для обращения к дополнительной памяти XMS при работе приложений для Windows 3.x. Он позволял 16-разрядным приложениям использовать память, превышающую 1 Мбайт. Расширители DOS особенно часто применяются в играх DOS; именно благодаря им игровая программа может использовать объем памяти, намного превышающий стандартный (1 Мбайт), который могут адресовать большинство программ, работающих в реальном режиме. Эти расширители DOS переключают процессор в реальный режим и обратно, а в случае запуска под управлением Windows применяют интерфейс DPMI, встроенный в Windows, и тем самым позволяют другим программам совместно использовать часть дополнительной памяти XMS системы.

Есть еще одно исключение: первые 64 Кбайт дополнительной памяти в реальном режиме доступны программам. Это результат ошибки в первом компьютере IBM AT, связанной с 21-й линией адреса памяти (A20, поскольку A0 — первая строка адреса). Управляя сигналом на линии A20, программное обеспечение реального режима может получать доступ к первым 64 Кбайт дополнительной памяти — это первые 64 Кбайт памяти, следующие за первым мегабайтом. Эта область памяти называется *областью верхних адресов памяти* (*high memory area — HMA*).

64-разрядный расширенный режим IA-32e (AMD64, x86-64, EM64T)

Этот режим является расширением архитектуры IA-32, разработанным компанией AMD и в дальнейшем поддержанным Intel. Процессоры, поддерживающие 64-разрядные расширения, могут работать в реальном режиме (8086), режиме IA-32 или IA-32e. При использовании режима IA-32 процессор может работать в защищенном или виртуальном реальном режиме. Режим IA-32e позволяет работать в 64-разрядном режиме или в режиме совместимости, что подразумевает возможность одновременного выполнения 64- и 32-разрядных приложений. Режим IA-32e включает в себя два подрежима.

- **64-разрядный режим.** Позволяет 64-разрядной операционной системе выполнять 64-разрядные приложения.
- **Режим совместимости.** Позволяет 64-разрядной операционной системе выполнять 32-разрядные приложения.

Первый подрежим активизируется после загрузки 64-разрядной операционной системы и используется 64-разрядными приложениями. В 64-разрядном подрежиме доступно несколько новых функций:

- 64-разрядная линейная адресация памяти;
- Поддержка физической памяти объемом более 4 Гбайт (определенные ограничения накладываются процессором);
- 8 новых регистров общего назначения GPR (General-Purpose Register);
- 8 новых регистров для поточных расширений SIMD (MMX, SSE, SSE2 и SSE3);
- 64-разрядные регистры GPR и указатели инструкций.

Режим совместимости IE-32е позволяет запускать 32- и 16-разрядные приложения под управлением 64-разрядной операционной системы. К сожалению, старые 16-разрядные программы, работающие в виртуальном реальном режиме (например, приложения DOS), не поддерживаются, а значит, их выполнение невозможно. Данное ограничение наверняка будет представлять наибольшую проблему для пользователей. Подобно 64-разрядному режиму, режим совместимости активизируется операционной системой для отдельных приложений, благодаря чему становится возможным одновременное выполнение 64- и 32-разрядных приложений.

Для того чтобы все эти приложения работали, необходима 64-разрядная операционная система и, что гораздо важнее, 64-разрядные драйверы для всех устройств, предназначенные именно для этой операционной системы. В настоящее время существуют три 64-разрядные версии Windows:

- Windows XP 64-bit Edition for Itanium;
- Windows XP Professional x64 Edition;
- Windows Vista 64-bit (несколько вариантов).

Первая из них, предназначенная для процессоров с архитектурой IA-64, таких как Itanium и Itanium 2, была представлена еще в 2001 году. Последние две предназначены для процессоров архитектуры IA-32е, поддерживающих 64-разрядные расширения, в частности Athlon 64, Opteron, некоторые модели Sempron, Core 2, Pentium D, Pentium Extreme Edition, а также некоторые модели Xeon и Pentium 4. Обратите внимание, что Microsoft использует термин *x64* применительно к процессорам, поддерживающим расширения AMD64 или EM64T, так как расширения стандартной архитектуры IA-32, разработанные AMD и Intel, практически идентичны и поддерживаются одной версией Windows.

Примечание

В первых версиях процессоров с технологией EM64T от компании Intel отсутствовала поддержка инструкций IAHF и SAHF набора команд AMD64. В то же время процессоры Pentium 4 и Xeon полностью поддерживают эти инструкции, однако требуется обновление BIOS. Новые многоядерные процессоры также поддерживают эти инструкции.

Ограничения физической памяти для 32- и 64-разрядной версии редакций систем Windows XP и Vista представлены в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Сравнение 32- и 64-разрядной версий Windows XP

Версия Windows	Ограничение памяти	
	32-разрядная, Гбайт	64-разрядная, Гбайт
Vista Ultimate	4	128
Vista Business	4	128
Vista Home Premium	4	16
Vista Home Basic	4	8
XP Professional	4	8
XP Home	4	---

Основное различие между 32- и 64-разрядной версиями Windows — поддерживаемый объем памяти, поскольку 32-разрядные версии не поддерживают более 4 Гбайт физической памяти, а также больше 2 Гбайт выделенной памяти на процесс. В то же время 64-разрядные версии Windows поддерживают до 128 Гбайт физической памяти (при выделении до 4 Гбайт на каждый 32-разрядный процесс, или до 8 Гбайт на каждый 64-разрядный процесс). Поддержка больших объемов памяти означает, что приложения могут загружать больше информации в память, а значит, процессор может быстрее обращаться к данным.

Следует отметить, что 64-разрядные версии Windows позволяют запустить без каких-либо проблем 32-разрядные Windows-приложения, но не поддерживают приложения DOS и другие программы, работающие в виртуальном реальном режиме. Достаточно серьезная проблема связана и с драйверами: 32-разрядные процессы не могут загружать 64-разрядные динамически подключаемые библиотеки DLL, а 64-разрядные процессы, в свою очередь, не могут загружать 32-разрядные библиотеки DLL. Следовательно, для всех устройств, подключенных к системе, необходимы как 32-, так и 64-разрядные драйверы. Поиск 64-разрядных драйверов для старых устройств крайне сложен. Найти драйверы для устройств, выпуск которых давно прекращен, чаще всего просто невозможно. Даже для новых устройств может пройти пару лет, прежде чем их производители начнут поставлять 64-разрядные версии драйверов. Хочется верить, что в обозримом будущем *все* производители оборудования начнут выпускать драйверы для 64-разрядных систем. Прежде чем устанавливать 64-разрядную версию Windows, убедитесь в наличии 64-разрядных версий драйверов для всех имеющихся в компьютерной системе внутренних и внешних устройств. Не забывайте, что драйверы для Itanium-совместимых версий операционных систем не подходят для операционных систем с x64-совместимыми процессорами.

Рассматривая возможность перехода от 32- к 64-разрядной технологии, следует принимать во внимание поддерживаемый объем памяти, доступность драйверов и совместимость программного обеспечения. Как уже отмечалось, переход от 16-разрядных вычислений к 32-разрядным продолжался 16 лет. Конечно, переход от 32-разрядных вычислений к 64-разрядным не будет столько длиться, но 2–3 года на это все же уйдет.

Быстродействие процессора

Быстродействие — это одна из характеристик процессора, которую зачастую толкуют по-разному. Из этого раздела вы узнаете о быстродействии процессоров Intel, AMD и VIA/Cyrix.

Быстродействие компьютера во многом зависит от тактовой частоты, обычно измеряемой в мегагерцах (МГц). Она определяется параметрами *кварцевого резонатора*, представляющего собой кристалл кварца, заключенный в небольшой оловянный контейнер. В новых материнских платах кварцевый резонатор может быть интегрирован в набор микросхем системной логики. Под воздействием электрического напряжения в кристалле кварца возникают колебания электрического тока с частотой, определяемой формой и размером кристалла. Частота этого переменного тока и называется *тактовой частотой*. Микросхемы обычного компьютера работают на частоте нескольких миллионов или миллиардов герц. (Герц — одно колебание в секунду.) Быстродействие измеряется в мегагерцах, т.е. в миллионах циклов в секунду. Тактовый сигнал имеет форму синусообразной волны, расстояние между пиками которой и определяет частоту (рис. 3.1).

Примечание

Единица измерения частоты названа герцем в честь немецкого физика Генриха Рудольфа Герца. В 1885 году Герц экспериментальным путем подтвердил правильность электромагнитной теории, согласно которой свет является разновидностью электромагнитного излучения и распространяется в виде волн.

Наименьшей единицей измерения времени (квантом) для процессора как логического устройства является *период тактовой частоты*, или просто *такт*. На каждую операцию затрачивается минимум один такт. Например, первый обмен данными с памятью процессор

Pentium 4 выполняет минимум за три такта; последующие 3–6 операций обмена данными выполняются за один такт. Дополнительные циклы первой операции обмена данными называются *циклами ожидания*. Цикл ожидания — это такт, в котором ничего не происходит; он необходим только для того, чтобы процессор не “убежал” вперед от менее быстродействующих узлов компьютера.

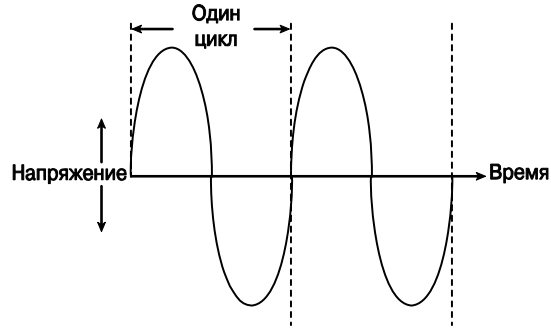


Рис. 3.1. Графическое представление понятия тактовой частоты

Различается и время, затрачиваемое на выполнение команд.

- **8086 и 8088.** В этих процессорах на выполнение одной команды уходит примерно 12 тактов.
- **286 и 386.** В этих процессорах время выполнения команд уменьшено примерно до 4,5 тактов.
- **486** и большинство Intel-совместимых процессоров четвертого поколения, таких как AMD 5x86, уменьшили этот параметр до 2 тактов.
- **Pentium и K6.** Архитектура процессоров Pentium и других Intel-совместимых процессоров пятого поколения, созданных в AMD и Cyrix, включающая в себя двойные конвейеры команд и прочие усовершенствования, обеспечила выполнение одной или двух команд за один такт.
- **От Pentium Pro до Core 2 и от Athlon до Athlon X2.** Процессоры шестого и седьмого поколений, созданные компаниями AMD и Cyrix, позволяют выполнить минимум три команды за каждый такт. В многоядерных процессорах этот показатель умножается на количество ядер.

Различное количество тактов, необходимых для выполнения команд, затрудняет сравнение производительности компьютеров, основанное только на их тактовой частоте (т.е. количестве тактов в секунду). Почему при одной и той же тактовой частоте один из процессоров работает быстрее другого? Причина кроется во внутренней архитектуре процессоров.

Процессор 486 обладает более высоким быстродействием по сравнению с 386-м, так как на выполнение команды ему требуется в среднем в два раза меньше тактов, чем 386-му; процессору Pentium требуется в два раза меньше тактов, чем 486-му. Таким образом, процессор 486 с тактовой частотой 133 МГц (типа AMD 5x86-133) работает даже медленнее, чем Pentium с тактовой частотой 75 МГц! Это происходит потому, что при одной и той же частоте Pentium выполняет вдвое больше команд, чем процессор 486. Процессоры Pentium II и III приблизительно на 50% быстрее процессора Pentium, работающего на той же частоте, потому что они могут выполнять значительно больше команд в течение того же количества циклов.

К сожалению, в процессорах, более современных, чем Pentium III, сравнивать скорость стало еще сложнее, так как сама архитектура делает одни процессоры эффективнее других. Эта эффективность и определяет возможности процессоров, работающих на разных тактовых частотах. Чем меньше эффективность одного цикла, тем большую тактовую частоту должен иметь процессор для поддержания одного и того же быстродействия (и наоборот).

Оценивать эффективность центрального процессора довольно сложно. Центральные процессоры с различными внутренними архитектурами выполняют команды по-разному: одни и те же команды в разных процессорах могут выполняться либо быстрее, либо медленнее. Чтобы найти удовлетворительную меру для сравнения центральных процессоров с различными архитектурами, работающих на разных тактовых частотах, компания Intel изобрела специфический ряд эталонных тестов, позволяющих измерить относительную эффективность процессоров. Эта система индексов производительности получила название iCOMP (Intel Comparative Microprocessor Performance) и пережила два обновления: iCOMP 2.0 и iCOMP 3.0.

В табл. 3.7 приведена относительная производительность, или индекс iCOMP 2.0, для некоторых процессоров.

Таблица 3.7. Индексы iCOMP 2.0 для процессоров Intel

Процессор	Индекс
Pentium 75	67
Pentium 100	90
Pentium 120	100
Pentium 133	111
Pentium 150	114
Pentium 166	127
Pentium 200	142
Pentium-MMX 166	160
Pentium Pro 150	168
Pentium-MMX 200	182
Pentium Pro 180	197
Pentium-MMX 233	203
Celeron 266	213
Pentium Pro 200	220
Celeron 300	226
Pentium II 233	267
Celeron 300A	296
Pentium II 266	303
Celeron 333	318
Pentium II 300	332
Pentium II Overdrive 300	351
Pentium II 333	366
Pentium II 350	386
Pentium II Overdrive 333	387
Pentium II 400	440
Pentium II 450	483

Индекс iCOMP 2.0 вычисляется по результатам нескольких независимых испытаний и довольно объективно характеризует относительную производительность процессора. При подсчете iCOMP учитываются операции с плавающей запятой и операции, необходимые для выполнения мультимедийных приложений.

Представив процессор Pentium III, компания Intel прекратила использование индекса iCOMP 2.0 и выпустила его новую версию — индекс iCOMP 3.0. Эта версия представляет собой обновленный эталонный тест, учитывающий все возрастающее использование трехмерной графики, мультимедийных средств, технологий и программного обеспечения Интернета, а также обработку мощных потоков данных и приложения, используемые для интенсивных вычислений. Индекс iCOMP 3.0, по сути, объединяет шесть эталонных тестов: WinTune 98 Advanced CPU Integer, CPUMark 99, 3D WinBench 99-3D Light and Transformation, MultimediaMark 99, Jmark 2.0 Processor Test и WinBench 99-FPU WinMark. В результатах новых тестов учитывается набор команд SSE (расширения потоков SIMD), а также дополнительные команды для обработки графики и звука, используемые в Pentium III. Результаты, получен-

ные при тестировании серии процессоров Pentium III без учета нового набора команд, будут такими же, как и для процессоров Pentium II, работающих на аналогичной тактовой частоте.

Примечание

Для процессора Pentium 4 и последующих моделей Intel использует другие индексы производительности.

В табл. 3.8 приведены индексы iCOMP 3.0 семейства новых процессоров Intel Pentium III.

Таблица 3.8. Индексы iCOMP 3.0 для процессоров Intel

Процессор	Индекс	Процессор	Индекс
Pentium II 350	1000	Pentium III 650	2270
Pentium II 450	1240	Pentium III 700	2420
Pentium III 450	1500	Pentium III 750	2540
Pentium III 500	1650	Pentium III 800	2690
Pentium III 550	1780	Pentium III 866	2890
Pentium III 600	1930	Pentium III 1000	3280
Pentium III 600E	2110		

В настоящее время Intel и AMD используют для индексации процессоров коммерческие наборы эталонных тестов VAPCo SYSmark. Рейтинги различных процессоров, полученные при тестировании с помощью VAPCo SYSmark 2002 и VAPCo SYSmark 2004, представлены в табл. 3.9–3.11.

Таблица 3.9. Рейтинги SYSmark 2002 для различных процессоров

Процессор	Рабочая частота, ГГц	Рейтинг SYSmark 2002
Pentium 4 Extreme Edition	3,2	362
Pentium 4	3,2	344
Pentium 4	3,0	328
Pentium 4	3,06	324
Pentium 4	2,8	312
Pentium 4	2,6	295
Pentium 4	2,67	285
Pentium 4	2,53	273
Pentium 4	2,4	264
Pentium 4	2,26	252
Pentium 4	2,2	238
Pentium 4	2,0	222
AMD Athlon XP	1,9	195
Pentium 4	1,9	192
Pentium 4	1,8	187
Pentium 4	1,7	178
Pentium 4	1,6	171
AMD Athlon XP	1,67	171
Pentium 4	1,5	162
AMD Athlon XP	1,53	149
Pentium III	1,2	108
Pentium III	1,3	104
Pentium III	1,13	100
Pentium III	1,0	92

Таблица 3.10. Рейтинги SYSmark 2004 для различных процессоров

Процессор	Рабочая частота, ГГц/кэш, Мбайт/FSB	Рейтинг SYSmark 2004
Intel Core 2 Quad Extreme	2,66/8/1066	413
Intel Core 2 Duo 6600	2,4/4/1066	335
Intel Pentium EE 965	3,73/2x2/1066	305, 275

Процессор	Рабочая частота, ГГц/кэш, Мбайт/FSB	Рейтинг SYSmark 2004
AMD Athlon 64 FX-60	2,6/2x1/1000	302
Intel Pentium EE 965	3,71/2x2/1066	292
AMD Athlon 64 X2 4800+	2,4/1/1000	284
AMD Athlon 64 X2 4600+	2,4/0,512/1000	281
Intel Pentium EE 955	3,46/2x2/1066	279, 264, 261
AMD Athlon 64 X2 4400+	2,2/1/1000	266
Intel Pentium D 950	3,4/2x2/800	263
AMD Athlon 64 X2 4200+	2,2/0,512/1000	263
Intel Pentium 4 570J	3,8/1/800	245, 224
AMD Athlon 64 X2 3800+	2,0/0,512/1000	242
Intel Pentium 4 570J	3,8/1/800	239
Intel Pentium 4EE	3,73/2/1066	239, 236, 231, 230
Intel Pentium EE 840	3,2/2x1/800	238, 232, 224
AMD Athlon 64 FX-55	2,6/1/1000	238
Intel Pentium D 840	3,2/2x1/800	232
Intel Core Duo T2600	2,16/2/667	231
Intel Pentium 4 560	3,6/1/800	229, 226, 203
Intel Pentium 4EE	3,4/2/800	225
Intel Pentium 4EE	3,4/0,512+2 (L3)/800	225
Athlon 64 X2 3800+	2,0/2x0,512/1000	223
AMD Athlon 64 4000+	2,4/1/1000	222, 213, 205
Intel Pentium 4 EE	3,4/2/800	222
Pentium 4 660	3,6/2/800	220
AMD Athlon 64 FX-53	2,4/1/1000	219, 216, 213
Intel Pentium 4E	3,4/1/800	218, 203
Intel Pentium 4 550	3,4/1/800	216
Intel Pentium 4EE	3,2/0,512+2 (L3)/800	215
Intel Pentium D 925	3,0/2x2/800	214
AMD Athlon 64 3800+	2,4/0,512/1000	214
AMD Athlon 64 3700+	2,4/1/1000	212
Intel Pentium 4C	3,4/0,512/800	212, 198
Intel Pentium D 820	2,8/2x1/800	211
Intel Pentium 4 EE	3,4/0,512+2(L3)/800	207
Intel Pentium 4 540	3,2/1/800	207, 192, 182
AMD Athlon 64 3400+	2,4/0,512/1000	207
AMD Athlon 64 3500+	2,2/0,512/1000	205, 188
Intel Pentium 4	3,4/512/800	204, 193
AMD Athlon 64	2,4/1/1000	204
Intel Pentium 4 640	3,2/2/800	204
Intel Pentium 4E	3,2/0,512/800	204
Intel Pentium 4	3,2/0,512/800	203, 192, 189, 186
AMD Athlon 64 FX-51	2,2/1/1000	200
Intel Pentium D 805	2,66/2x1/533	196
Athlon 64 3700+	2,2/1/1000	196
AMD Athlon 64 3400+	2,2/1/1000	195, 185
AMD Athlon 64 3200+	2,2/0,512/1000	194
Intel Pentium 4E	3,2/1/800	194
Intel Core Duo T2300	1,66/2/667	193
Intel Pentium 4	3,0/0,512/800	193, 187, 177
Intel Pentium 4E	3,0/0,512/800	192
Intel Pentium 4 630	3,0/2/800	190
Intel Pentium 4 530	3,0/1/800	188, 184
AMD Athlon 64	2,2/0,512/1000	185, 135
Intel Pentium 4E	2,8/0,512/800	182, 173
Intel Pentium 4	2,8/0,512/800	181, 168, 125

Процессор	Рабочая частота, ГГц/кэш, Мбайт/FSB	Рейтинг SYSmark 2004
Intel Pentium 4 517	2,93/1/533	180
AMD Athlon 64 3200+	2,0/1/1000	180, 173
AMD Athlon 64 3000+	2,0/0,512/1000	178, 168
Athlon 64 3200+	2,0/0,512/1000	176
Intel Pentium 4 520	2,8/1/800	175, 167, 149
Intel Pentium 4C	2,8/0,512/800	174
AMD Athlon 64 2800+	1,8/0,512/1000	164
AMD Athlon XP 3200+	2,2/0,512/400	163, 115
Sempron 3400+	2,0/0,256/800	161
Sempron 3300+	2,0/0,128/800	157
AMD Sempron 3100+	1,8/0,256/1000	154, 152, 137
Intel Pentium 4C	2,4/0,512/800	153
Intel Pentium 4 515	2,93/1/800	152
AMD Athlon XP 2800+	2,25/0,256/166	151
Intel Celeron D 346	3,06/0,256/533	151
Sempron 3100+	1,8/0,256/800	149
AMD Athlon XP 2700+	2,18/0,256/166	148
Intel Pentium 4	2,4/0,512/800	148, 97
Intel Celeron D 341	2,93/0,256/533	146
Sempron 3000+	1,8/0,128/800	145
Intel Pentium 4B	2,8/0,512/533	144
AMD Athlon XP 2600+	2,08/0,256/166	144
Intel Celeron D 336	2,8/0,256/533	143
Intel Pentium M 730	1,6/2/533	139
Intel Celeron D 335	2,8/0,256/533	139, 135
Sempron 2800+	1,6/0,256/800	137
AMD Sempron 3000+	2,0/0,512/333	137
AMD Sempron 2800+	2,0/0,256/533	136, 132
Intel Celeron D 331	2,66/0,256/533	135
AMD Athlon XP 2400+	2,0/0,256/133	133
Intel Celeron D 326	2,53/0,256/533	133
Sempron 2600+	1,6/0,128/800	133
Intel Celeron D 340	2,93/0,256/533	133, 126
Intel Celeron D 330	2,66/0,256/533	131
Intel Pentium 4B	2,4/0,512/533	130
Intel Celeron D 330	2,67/0,256/533	127
AMD Sempron 2600+	1,833/0,256/333	124
Sempron 2500+	1,4/0,256/800	123
Intel Celeron D 320	2,4/0,256/533	119
Intel Celeron	2,8/0,128/400	117
AMD Sempron 2400+	1,667/0,256/333	117
Intel Celeron	2,7/0,128/400	115
AMD Sempron 2300+	1,583/0,256/333	113
AMD Athlon XP 3000+	2,1/0,512/400	112
AMD Athlon XP 2900+	2,0/0,512/400	111
AMD Athlon XP 1800+	1,53/0,256/133	111
Intel Celeron	2,5/0,128/400	110
Pentium M	1,6/1/400	109
Intel Celeron	2,4/0,128/400	104
Intel Pentium 4	2,0/0,512/400	104, 103
Intel Pentium 4 2.0 GHz	2,0/0,512/400	98
Intel Celeron M	1,3/0,512/400	93
Intel Celeron C	2,0/0,128/400	84
Intel Pentium III	1,0/0,256/133	64, 61

Таблица 3.11. Рейтинги SYSmark 2004 SE для различных процессоров

Процессор	Рабочая частота, ГГц/кэш, Мбайт/FSB	Рейтинг SYSmark 2004
Intel Core 2 Quad Extreme 6700	2,66/8/1066	440
Intel Core 2 Extreme QX6700	2,66/8/1066	421
Intel Core 2 Extreme X6800	2,93/4/1066	418, 408, 398
Intel Core 2 Extreme E6800	2,93/4/1066	404
Intel Core 2 Duo QX6700	2,66/8/1066	389
Intel Core 2 Duo E6700	2,66/4/1066	378, 333
AMD Athlon 64 FX-62	2,8/2x1/1000	324, 312, 309
Intel Pentium EE 965	3,73/2x2/1066	305, 292, 275
AMD Athlon 64 FX-60	2,6/2x1/1000	297
AMD Athlon 64 X2 5000+	2,6/2x0,512/1000	290, 281
Intel Core 2 Duo E6300	1,86/2/1066	280, 259
AMD Athlon 64 X2 4800+	2,4/2x1/1000	280
Intel Pentium EE 955	3,46/2x2/1066	279
AMD Athlon 64 X2 4600+	2,4/2x0,512/1000	275, 273
AMD Athlon 64 X2 4200+	2,2/2x0,512/1000	256, 250
Intel Pentium D 960	3,6/2x2/800	254
Intel Pentium D 945	3,4/2x2/800	246
AMD Athlon 64 X2 3800+	2,0/2x0,512/1000	245, 239
Intel Pentium D 960	3,6/2x2/800	234
Intel Pentium 4 670	3,8/2/800	234
Intel Pentium D 930	3,0/2x2/800	223
Intel Pentium 4 661	3,6/2/800	220
AMD Athlon 64 3800+	2,4/0,512/1000	217
Intel Core 2 Duo T5500	1,66/4/667	204
AMD Athlon 64 3500+	2,2/0,512/1000	201, 188
Athlon 64 3700+	2,2/1/1000	196
Intel Pentium D 805	2,66/2x1/533	196
Intel Core Duo T2300	1,66/2/667	193
Intel Pentium 4 540	3,2/1/800	192
Intel Pentium 4 630	3,0/2/800	190
Intel Pentium 4 631	3,0/2/800	189, 182
Intel Pentium 4 530	3,0/1/800	188, 184
Intel Core Duo T2300	1,66/4/667	187
Intel Pentium 4 517	2,93/1/533	180
Athlon 64 3200+	2,0/0,512/1000	176
Intel Pentium 4 520	2,8/1/800	175
AMD Turion X2 TL-52	1,6/2x0,512/1000	171
AMD Turion X2 TL-50	1,6/2x0,256/1000	169
AMD Sempron 3600+	2,0/0,256/1000	163
AMD Sempron 3500+	2,0/0,128/1000	162
Sempron 3400+	2,0/0,256/800	161
Sempron 3300+	2,0/0,128/800	157
Intel Celeron D 346	3,06/0,256/533	151
Sempron 3100+	1,8/0,256/800	149
AMD Sempron 3400+	1,8/0,256/1000	148
AMD Sempron 3200+	1,9/0,128/1000	147
Intel Celeron D 341	2,93/0,256/533	146
Sempron 3000+	1,8/0,128/800	145
Intel Celeron D 336	2,8/0,256/533	143
AMD Sempron 3000+	1,6/0,256/1000	141
Intel Pentium M 730	1,6/2/533	139
Sempron 2800+	1,6/0,256/800	137
Intel Celeron D 331	2,66/0,256/533	135
Intel Celeron D 326	2,53/0,256/533	133
Sempron 2600+	1,6/0,128/800	133
Intel Celeron D 340	2,93/0,256/533	133
Sempron 2500+	1,4/0,256/800	123

Примечание

Важно отметить, что приведенные рейтинги получены для компьютерных систем в целом и отражают влияние типа и объема установленной памяти, типа материнской платы и набора микросхем системной логики, скорости жесткого диска и прочих факторов. Чтобы раскрыть влияние этих прочих факторов на полученные результаты, обратитесь на сайт ВАРСо.

Коммерческие наборы эталонных тестов SYSmark 2002, SYSmark 2004 и SYSmark 2004 SE созданы на основе наиболее часто используемых приложений и отражают нормальные предпочтения потребителей, занимающихся разработкой Интернет-ресурсов или работающих с приложениями Microsoft Office.

Набор SYSmark 2002 включает в себя следующие приложения, используемые для тестирования аппаратных средств.

- **Создание Интернет-ресурсов** (Adobe Photoshop 6.01, Premiere 6.0, Windows Media Encoder 7.1, Macromedia Dreamweaver 4 и Flash 5)
- **Офисная работа** (Microsoft Word 2002, Excel 2002, PowerPoint 2002, Outlook 2002, Access 2002, Netscape Communicator 6.0, Dragon NaturallySpeaking (версия 5), WinZip 8.0 и McAfee VirusScan 5.13)

Набор SYSmark 2004 включает в себя следующие приложения, используемые для тестирования аппаратных средств.

- **Создание Интернет-ресурсов** (Adobe After Effects 5.5, Adobe Photoshop 7.01, Adobe Premiere 6.5, Discreet 3ds Max 5.1, Macromedia Dreamweaver MX, Macromedia Flash MX, Microsoft Windows Media Encoder 9 Series, Network Associates McAfee VirusScan 7.0 и WinZip 8.1)
- **Офисная работа** (Adobe Acrobat 5.0.5, Microsoft Access 2002, Microsoft Excel 2002, Microsoft Internet Explorer 6, Microsoft Outlook 2002, Microsoft PowerPoint 2002, Microsoft Word 2002, Network Associates McAfee VirusScan 7.0, ScanSoft Dragon NaturallySpeaking 6 Preferred и WinZip 8.1)

Очередная версия SYSmark — SYSmark 2004 SE — была представлена в июне 2005 года; одно из нововведений состояло в поддержке Windows XP Professional x64 Edition. Версия SYSmark 2004 SE использует те же приложения, что и SYSmark 2004, однако при этом применяются тесты, более точно имитирующие работу типичного пользователя.

Последней версией SYSmark является SYSmark 2007; в дополнение к Windows XP она поддерживает систему Windows Vista. Ознакомительная версия этого продукта была представлена в апреле 2007 года.

Тест SYSmark запускает различные сценарии, использующие указанные приложения. Эти тесты многие компании применяют для тестирования и сравнения компьютерных систем и компонентов. Это гораздо более современные и достоверные индексы производительности, чем iCOMP, ранее используемый компанией Intel. Поскольку этот текст общедоступен, результаты могут быть получены и проверены конечными пользователями. Программное обеспечение ВАРСо можно приобрести на сайтах www.barco.com и www.futuremark.com.

Тактовая частота процессора и системной платы

Почти все современные процессоры, начиная с 486DX2, работают на тактовой частоте, которая равна произведению некоторого множителя на тактовую частоту системной платы. Например, тактовая частота 2,53 ГГц процессора Pentium 4 в 4,75 раза превышает тактовую частоту 533 МГц шины системной платы, а частота 2,083 ГГц процессора Athlon XP 2800+ с новейшим ядром Barton в 6,25 раза превышает тактовую частоту системной платы, составляющую 333 МГц.

До начала 1998 года все процессоры Intel поддерживали частоту системной шины 66 МГц. Начиная с апреля 1998 года эта компания разработала процессоры и наборы микросхем сис-

темной логики, которые могут работать на системных платах, рассчитанных на 100 МГц. В конце 1999 года появились наборы микросхем и системные платы с тактовой частотой 133 МГц, поддерживающие все современные версии процессора Pentium III. В это же время AMD выпустила процессоры Athlon и наборы микросхем с тактовой частотой 100 МГц, использующие технологию удвоенной передачи данных. Это позволило увеличить скорость передачи данных между процессором Athlon и северным мостом до 200 МГц.

В 2000–2001 годах тактовая частота шин процессоров AMD Athlon и Intel Itanium повысилась до 266 МГц, а шины процессора Pentium 4 — до 400 и 533 МГц. В 2002 году частота шины процессоров Athlon XP выросла до 333 МГц. В 2003 году Intel представила первый процессор Pentium 4, работающий на частоте шины 800 МГц; год спустя был представлен процессор Pentium 4 Extreme Edition, поддерживающий частоту шины 1066 МГц. Сегодня процессоры AMD, поддерживающие технологию HyperTransport, работают на частоте шины 1000 МГц, а процессоры компании Intel — на частоте 1333 МГц.

Примечание

Более подробно о скоростях наборов микросхем системной логики и шин мы поговорим в главе 4.

Номера моделей процессоров Intel

Большинство пользователей привыкли ассоциировать тактовую частоту с быстродействием процессора, и компания Intel использовала маркировку тактовой частоты в своей маркетинговой политике. Это многих ввело в заблуждение и заставило поверить, что чем выше скорость процессора, тем лучше и быстрее работает вся система. Однако это не всегда так. На производительность процессора сильное влияние оказывает его архитектура; при этом вполне возможно, что процессор с более низкой тактовой частотой при выполнении реальных задач опередит процессор с более высокой частотой. К сожалению, этот тезис сложно осознать, в то время как на рынке в качестве основного атрибута преподносится тактовая частота процессора.

Компания AMD долгое время продвигала на рынок свои микропроцессоры под номерами моделей, которые также были связаны с тактовой частотой, но не напрямую. Начиная с 2004 года Intel также начала использовать номера моделей, но схема маркировки этой компании сильно отличалась от схемы маркировки AMD. Компания Intel решила использовать схему, заимствованную известной компанией BMW, определяющую семейства процессоров. В настоящее время самыми современными моделями процессоров являются 9xx и 8xx (Pentium Extreme Edition и Pentium M), серия 7xx относится к мобильным процессорам Pentium M, расширенные процессоры Pentium 4 принадлежат серии 6xx, в серию 5xx входят массовые обычные и мобильные процессоры Pentium 4 и, наконец, серии 4xx и 3xx оставлены для экономичных процессоров настольных (Celeron D) и мобильных (Celeron M) компьютеров. Двухъядерные процессоры Intel Xeon имеют маркировку 7xxx.

При создании номера модели для микросхемы Intel учитывает не только тактовую частоту, но и архитектуру процессора, размер кэша, скорость шины и прочие факторы. В целом, чем выше номер, тем больше функциональных возможностей имеет процессор. К тому же в каждой из серий более высокие номера, как правило, соответствуют более быстродействующим процессорам.

Номера моделей нельзя напрямую использовать для сравнения быстродействия процессоров. Используя аналогию с автомобилями BMW, можно отметить, что машины 3-й серии быстрее машин 5-й, а отдельные машины 5-й серии быстрее некоторых машин 7-й. Однако и здесь более высокие номера моделей соответствуют функциональной наполненности и классу машин. Внутри каждой из серий номера модели позволяют судить об относительном быстродействии отдельного процессора. К примеру, Pentium 4 660 быстрее, чем Pentium 650.

Следует отметить, что номера моделей все же не отражают реальные характеристики процессоров. К примеру, я не стану покупать процессор, не узнав его тактовую частоту и прочие спецификации, а также функциональные возможности. Номера моделей пригодны только для грубого сравнения разных процессоров.

Эффективность процессоров Cyrix

В маркировке процессоров Cyrix/IBM 6x86, разработанных в качестве конкурентов Intel Pentium, первых версий Pentium II, а также AMD K5 и K6 используется шкала PR (Performance Rating — оценка эффективности), значения на которой не равны истинной тактовой частоте в мегагерцах. Например, процессор Cyrix 6x86MX/МII-PR366 фактически работает на тактовой частоте 250 МГц (2,5×100 МГц). Тактовая частота системной платы указанного процессора должна быть установлена так, чтобы соответствовать процессору с тактовой частотой 250, а не 366 МГц (как можно предположить по числу 366 на маркировке).

Замечу, что шкала PR может подразумевать совершенно различные тактовые частоты процессора. К примеру, Cyrix 6x86MX-PR200 может на самом деле работать на частотах 150, 165, 166 или 180 МГц, но не на 200 МГц.

Шкала PR была призвана служить индикатором относительного быстродействия по отношению к процессорам Intel Pentium, однако сравниваемый процессор не поддерживает технологию MMX, имеет маленький кэш первого уровня, запущенный на старой платформе материнской платы со старым набором микросхем системной логики и более медленной технологией памяти. Шкала PR не позволяет выполнить сравнение с процессорами Celeron, Pentium II и Pentium III. Другими словами, процессор МII-PR366 реально работает на тактовой частоте 250 МГц и по сравнению с аналогичными процессорами Intel Pentium, работающими на той же частоте, показывает более низкое быстродействие.

Эффективность процессоров AMD

Процессоры Athlon XP, созданные в компании AMD, отличаются прекрасными рабочими характеристиками и обладают целым рядом других качеств, но при этом, к сожалению, возрождают печально известные традиции оценки эффективности. Обычно приводится некая условная величина, выраженная в мегагерцах, которая не столько определяет фактическое быстродействие той или иной микросхемы, сколько указывает на приблизительную оценку ее эффективности по отношению к процессору Intel Pentium 4 первого поколения, имеющему примерно те же параметры. Как бы странно это ни звучало, но это действительно так!

С течением времени и по мере эволюции архитектуры центральных процессоров совершенствовались и методы назначения рейтингов процессорам. Хотя AMD использует номера моделей для идентификации новых семейств процессоров Sempron и Athlon 64, данные номера никак не коррелируют с номерами моделей процессоров Intel. При назначении номера определенной модели процессора компании Intel и AMD принимают во внимание не только частоту, но и другие характеристики, такие как частота генератора, объем кэш-памяти второго уровня (L2) и т.д.

Проблема маркетинга AMD выражается в следующем: как продавать процессор, который выполняет те или иные операции быстрее, чем аналогичные модели основного конкурента с практически равными тактовыми частотами? Например, процессор AMD Athlon XP, имеющий тактовую частоту 2 ГГц, работает значительно быстрее, чем процессор Pentium 4 с частотой 2 ГГц, и достигает производительности, характерной для Pentium 4 с рабочей частотой 2,4 ГГц (поэтому процессор и получил название Athlon XP 2400+). Столь очевидная несоразмерность производительности процессоров связана с применением в микросхемах P4 совершенно новой архитектуры с более глубокой конвейерной обработкой команд. Pentium 4 имеет 20-ступенчатый конвейер, соответствующий 10-ступенчатому конвейеру процессоров Athlon и Pentium III (табл. 3.12).

Таблица 3.12. Количество конвейеров у разных процессоров

Процессор	Глубина конвейера, ступеней	Процессор	Глубина конвейера, ступеней
Pentium III	10	Core 2	14
Pentium M/Core	10	Pentium 4	20
Athlon/XP	10	Pentium 4 Prescott	31
Athlon 64	12	Pentium D	31

При более глубокой конвейерной обработке команды разбиваются на небольшие микрокоманды, что позволяет достичь более высокой тактовой частоты при использовании одной и той же кремниевой технологии. Однако это также означает, что по сравнению с процессором Athlon (или Pentium III) в каждом цикле выполняется меньше команд. При сбоях на этапе предсказания множественного перехода или упреждающего выполнения (что свойственно процессору при попытке предварительного определения команд) происходит удаление всех имеющихся данных и повторное заполнение конвейера. Таким образом, сравнивая рабочие характеристики процессоров Athlon, Pentium III и Pentium 4, работающих на одной и той же тактовой частоте, можно обнаружить, что при выполнении стандартных эталонных тестов процессоры Athlon и Pentium III оказываются более эффективными, поскольку выполняют в течение цикла больше команд, чем Pentium 4. На первый взгляд, это кажется недостатком процессора Pentium 4, но в действительности мы имеем дело с особенностью его конструкции. Разработчики Intel приводят следующие аргументы: несмотря на то что использование более глубокой конвейерной обработки команд может привести к 30%-ному снижению общей эффективности процессора, это позволяет увеличить его тактовую частоту, по крайней мере, на 50% по сравнению с процессорами Athlon и Pentium III, имеющими более короткие конвейеры. Применение 20- и 31-ступенчатого конвейера в архитектуре P4 позволяет достичь более высоких тактовых частот при использовании стандартной кремниевой технологии. Например, оригинальные процессоры Athlon XP и Pentium 4 создавались с помощью одной и той же 0,18-микронной технологии (этот показатель определяет линейную ширину компонентов, вытравленных на микросхемах). 20-ступенчатый конвейер архитектуры P4 позволяет при использовании 0,18-микронной технологии достичь тактовой частоты 2,0 ГГц, в то время как частота процессора Athlon с 11-ступенчатым конвейером при тех же условиях достигает 1,73 ГГц, а процессоров Pentium III/Celeron с 10-ступенчатым конвейером — всего лишь 1,13 ГГц. Благодаря использованию новой 0,13-микронной технологии тактовая частота процессора Pentium 4 увеличилась до 3,4 ГГц, в то время как максимальная рабочая частота Athlon XP достигла всего лишь 2,2 ГГц (модель Athlon 3200+). В новых процессорах класса Pentium 4 (двухъядерные Pentium D и Pentium Extreme Edition) используется 0,09-микронная технология, что позволило достичь тактовой частоты 3,8 ГГц. Несмотря на то что Pentium 4 выполняет в каждом цикле меньшее количество команд, более высокая частота периодической подачи импульсов позволяет в полной мере компенсировать снижение эффективности. Таким образом, сравнение процессоров Pentium 4 и Athlon XP указывает на то, что высокая тактовая частота первого процессора практически уравнивается более высокой скоростью обработки данных второго.

Однако более глубокая конвейерная обработка команд в сочетании с повышенной тактовой частотой приводит к повышенному энергопотреблению и, соответственно, более высокой теплоотдаче. Эта тепловая нагрузка была столь велика, что компании Intel пришлось перейти к другой архитектуре, используемой в современных процессорах семейства Core. На смену повышению тактовой частоты в одном ядре процессора пришло объединение в одной микросхеме нескольких ядер, что позволило в еще большей мере повысить эффективность обработки инструкций.

Примечание

Если вам необходимо определить реальную тактовую частоту любого процессора Athlon (которая зависит от параметров системной платы, связанных с разгоном, уменьшением тактовой частоты процессора или управлением энергопитанием), посетите сайт компании AMD и загрузите таблицу частот для интересующей вас модели процессора. В таблице для каждой модели указана реальная тактовая частота в мегагерцах (разделите это значение на 1000 для указания частоты в гигагерцах).

Одно можно сказать достаточно определенно: приблизительные значения тактовой частоты, выраженные в мегагерцах (МГц) или гигагерцах (ГГц), далеко не всегда являются надежным способом сравнения процессоров, поэтому генерирование псевдомеггерц может еще больше запутать непосвященного человека. Даже Intel теперь не использует значение реаль-

ной частоты при маркировке процессоров. Конечно, Intel указывает значение частоты, но наряду с этим она указывает и так называемый модельный номер, и этот номер позволяет сравнить относительное быстродействие разных моделей процессоров. При этом учитываются не только частотные, но архитектурные и другие различия.

Разгон процессора

Как отмечается в главе 21, в некоторых системах можно установить большую рабочую частоту процессора; это называется *разгоном* (*overclocking*). После установки больших значений частоты процессора повышается и его быстродействие. Практически все типы процессоров имеют так называемый “технологический запас” безопасного увеличения тактовой частоты. Например, процессор с частотой 3,0 ГГц способен работать на частоте 3,5 ГГц и выше. Разгон процессора подобен прогулке по краю пропасти, поскольку процессор приближается к своей максимально возможной тактовой частоте. Как правило, новичкам не рекомендуется изменять базовые частоты процессора, однако профессионалы и опытные пользователи, понимающие всю меру ответственности за возможные последствия своих действий, могут с помощью разгона увеличить производительность системы на 10–20%.

Подводные камни разгона

Если вы намерены заняться разгоном, обратите внимание на ряд особенностей. Например, большинство процессоров начиная с 1998 года выпускаются с заблокированным коэффициентом умножения, поэтому изменить его средствами системной платы невозможно. Сегодня как Intel, так и AMD выпускают ряд моделей с разблокированными множителями частоты, а в некоторых случаях существуют возможности разблокировки и заблокированных процессоров. К примеру, в процессорах AMD используются паяные перемычки, расположенные в верхней области микросхемы, благодаря которым пользователь, имеющий определенный практический опыт, может изменить тактовую частоту процессора. Это делается для того, чтобы предотвратить перемаркировку процессоров мошенниками. А как же быть компьютерным энтузиастам? Остается лишь один простой способ разгона — изменение частоты системной шины.

Однако и здесь есть одна особенность. Многие системные старые платы Intel поддерживают только стандартные значения частоты системной шины (66, 100, 133, 400, 533 и 800 МГц). Новые системные платы Intel поддерживают функцию “разогрева” (*burn-in*), что позволяет процессору увеличить стандартную частоту шины (а значит, и частоту ядра процессора) до 4%. Это относительно небольшое ускорение, однако оно легко достижимо практически всеми выпускаемыми процессорами. Другие производители системных плат позволяют изменять быстродействие системы в значительно больших пределах, а также с малым шагом, вплоть до 1 МГц. Изменение значений параметров с небольшим шагом порой позволяет достичь большего прироста быстродействия системы, чем изменение с большим шагом, так как в последнем случае сложнее обеспечить стабильность работы. Чем меньше шаг изменения, тем больше вероятность того, что вам удастся приблизиться к максимальному стабильному значению частоты конкретного процессора.

Для примера предположим, что на материнской плате Socket 775 установлен процессор Core 2 Quad с тактовой частотой 2,4 ГГц, работающий на частоте шины 1066 МГц. Эта материнская плата позволяет изменять частоту шины с шагом 1 МГц (что следует умножить на 4 для получения частоты шины процессора) для корректировки тактовой частоты процессора. Опорная частота кварцевого генератора составляет 266 МГц, что, будучи умноженным на 4, дает частоту шины материнской платы, и это значение далее умножается на множитель частоты процессора: $1066 \text{ МГц} \times 2,25 = 2400 \text{ МГц}$, т.е. 2,4 ГГц.

Используя процессор Core 2 Quad Q6600 2,40 ГГц в качестве примера, давайте посмотрим, как сработает увеличение опорной частоты генератора. Частота системной шины этого процессора равна 1066 МГц. Как эта частота, так и тактовая частота процессора получаются путем умножения на соответствующую величину частоты кварцевого генератора материнской платы (в данном случае — 266 МГц). Шина процессора всегда работает на учетверенной час-

тоте кварца, в то время как процессор в данном примере умножает эту частоту на 9. Изменяя частоту генератора, можно увеличить скорость как системной шины, так и процессора.

В табл. 3.13 приведены результирующие скорости системной шины и ядра процессора при последовательном изменении частоты кварцевого генератора с 266 до 300 МГц.

Таблица 3.13. Соотношение скорости кварцевого генератора, системной шины и тактовой частоты процессора

Частота генератора, заданная в BIOS, МГц	Коэффициент умножения для определения частоты шины (FSB)	Частота шины (FSB), МГц	Коэффициент умножения для определения частоты процессора	Частота процессора, ГГц
266	4x	1066	9x	2,400
268	4x	1072	9x	2,412
270	4x	1080	9x	2,430
272	4x	1088	9x	2,448
274	4x	1096	9x	2,466
276	4x	1104	9x	2,484
278	4x	1112	9x	2,502
280	4x	1120	9x	2,520
282	4x	1128	9x	2,538
284	4x	1136	9x	2,556
286	4x	1144	9x	2,574
288	4x	1152	9x	2,592
290	4x	1160	9x	2,610
292	4x	1168	9x	2,628
294	4x	1176	9x	2,646
296	4x	1184	9x	2,664
298	4x	1192	9x	2,682
300	4x	1200	9x	2,700

Как было показано в примере, увеличивая опорную частоту кварцевого генератора с 266 до 300 МГц, можно увеличить скорость системной шины с 1066 до 1200 МГц и тактовую частоту процессора с 2,4 до 2,7 ГГц, т.е. примерно на 13%. Как правило, разгон процессора на 10–20% оказывается успешным, особенно в случае применения эффективных систем охлаждения, а также изменения напряжения питания процессора и других параметров. Это означает, что рассматриваемая нами системная плата, скорее всего, позволит увеличить частоту процессора относительно номинала на 200 МГц и более.

Одна из проблем состоит в том, что повышение тактовой частоты шины центрального процессора повлияет и на другие шины системы. Таким образом, при увеличении скорости передачи данных шины процессора на 10% у пользователя появляется возможность повысить на такую же величину тактовую частоту шины PCI или AGP. Не забывайте о том, что имеющиеся видеоадаптеры, сетевые или какие-либо другие платы вовсе не обязательно смогут справиться с увеличенной нагрузкой. Каждая плата имеет строго определенные характеристики, поэтому каждый пример следует рассматривать как потенциально уникальный случай. Если возможно, установите максимальное значение множителя тактовой частоты процессора (если он не заблокирован) и/или сконфигурируйте в BIOS обычную частоту остальных шин материнской платы. Можно ли выполнить данную процедуру, узнайте из документации к процессору и материнской плате.

Разгон процессоров для разъема Socket A

Процессоры AMD Athlon и Duron, выполненные в формате FC-PGA (Flip-Chip Pin Grid Array) и устанавливаемые в разъем Socket A, имеют специальную паяную перемычку, расположенную в верхней части микросхемы. Модифицировав перемычку, можно изменить или даже удалить блокировку внутреннего множителя процессора. Подобный метод позволяет

повышать тактовую частоту микросхемы без изменения заданной скорости шины системной платы, оказывающей определенное влияние на другие шины и платы.

Установка или блокировка выбранного множителя выполняется с помощью соединения пайкой небольших выводов, расположенных на поверхности процессора. Соединение или разъединение соответствующих контактов позволяет полностью разблокировать данную микросхему. К сожалению, добавлять или удалять существующие перемычки довольно сложно; обычно для этого необходимо наложить соответствующий трафарет создаваемой перемычки и, не заполняя припой, закрасить его серебряной или медной краской. Для этого, например, подходит специальная медная краска, продаваемая в маленьких флаконах практически в каждой автомастерской. Основная проблема заключается в небольшом размере контактов, поэтому неосторожное соединение, например, смежных выводов может привести к выходу процессора из строя. В этом случае для удаления нежелательного припоя можно воспользоваться острым ножом или бритвенным лезвием. Не забывайте о том, что любое неосторожное движение может привести к повреждению процессора, который стоит недешево. Если вы не сторонник столь радикальных изменений, попробуйте разогнать шину, установив соответствующие параметры BIOS. Подобный способ позволяет изменить заданные настройки или отменить их без каких-либо механических изменений, вносимых в конструкцию процессора.

Установка параметров напряжения процессора

Существует еще один способ разгона процессора, состоящий в изменении характеристики напряжения, подаваемого на центральный процессор. Гнезда и разъемы современных процессоров поддерживают автоматическое определение напряжения. Система определяет и устанавливает правильное напряжение, считывая параметры тех или иных контактов процессора. Некоторые системные платы, в частности компании Intel, не допускают каких-либо изменений параметров напряжения, заданных по умолчанию; в то же время существуют системные платы, позволяющие это сделать. Как обнаружили некоторые экспериментаторы, увеличивая или уменьшая стандартное напряжение, можно повысить тактовую частоту процессора, не оказывая какого-либо заметного влияния на устойчивость работы системы в целом. Некоторые материнские платы позволяют изменять напряжение для системной шины, набора микросхем системной логики и памяти, практически развязывая руки желающему разогнать процессор.

Отнеситесь к приведенным рекомендациям достаточно серьезно, поскольку неосторожное изменение напряжения может привести к повреждению процессора или других компонентов. Существуют способы, с помощью которых можно модифицировать параметры процессора, изменяя тактовую частоту шины системной платы; при этом изменять характеристики подаваемого напряжения не требуется. В первую очередь, убедитесь, что в системе установлены высококачественная системная плата, хорошие модули памяти и особенно надежный системный блок, содержащий дополнительные вентиляторы и мощный источник питания. Для получения дополнительной информации о модернизации существующих блоков питания и корпусов обратитесь к главе 19. Одним из условий безопасного разгона является правильное охлаждение системных компонентов, в частности центрального процессора. Увеличение габаритных размеров радиатора процессора и установка дополнительных вентиляторов охлаждения не только не мешают, но во многих случаях и помогут при подобном повышении производительности системы.

Кэш-память

Следует заметить, что, несмотря на повышение скорости ядра процессора, быстродействие памяти остается на прежнем уровне. При этом возникает вопрос, как добиться повышения производительности процессора, если память, используемая для передачи данных, работает довольно медленно? Ответ прост: использовать кэш. Попросту говоря, *кэш-память* представляет собой быстродействующий буфер памяти, используемый для временного хранения данных, которые могут потребоваться процессору. Это позволяет получать необходимые данные быстрее, чем при извлечении из оперативной памяти. Одним из дополнительных свойств, от-

личающих кэш-память от обычного буфера, являются встроенные логические функции. Кэш-память можно по праву назвать “разумным” буфером.

Буфер содержит случайные данные, которые обычно обрабатываются по принципу “первым получен, первым выдан” или “первым получен, последним выдан”. Кэш-память, в свою очередь, содержит данные, которые могут потребоваться процессору с определенной степенью вероятности. Это позволяет процессору работать практически с полной скоростью, без ожидания данных, извлекаемых из более медленной оперативной памяти. Кэш-память реализована в виде микросхем статической оперативной памяти (SRAM), установленных на системной плате или интегрированных в процессор.

В современных ПК используются два уровня кэш-памяти, получившие название кэш-памяти первого (L1) и второго (L2) уровней. В некоторых процессорах применяется кэш-память третьего уровня — L3, однако такие случаи редки. Организация и функционирование кэш-памяти разных уровней рассматривается в следующих разделах.

Внутренняя кэш-память первого уровня

Во всех процессорах, начиная с 486-го, имеется встроенный (первого уровня) *кэш-контроллер с кэш-памятью* объемом 8 Кбайт в процессорах 486DX, а также 32, 64 Кбайт и более — в современных моделях.

Чтобы понять значение кэш-памяти, необходимо сравнить относительные скорости процессоров и ОЗУ. Основная проблема заключается в том, что быстродействие процессора выражается обычно в мегагерцах или гигагерцах (в миллионах или миллиардах тактов в секунду), в то время как скорость памяти выражается в наносекундах (т.е. в миллиардных долях секунды). Многие современные типы памяти выражают свое быстродействие в мегагерцах, а пропускную способность — в мегабайтах в секунду.

Временные и частотные параметры компонентов приводятся в табл. 6.13. Как следует из этой таблицы, тактовой частоте процессора 233 МГц соответствует цикл длительностью 4,3 нс. Это означает, что для процессора, работающего на частоте 200 МГц, потребуется память со временем доступа 4 нс. Обратите внимание, что с процессором, работающим на частоте 233 МГц, обычно используется системная плата с тактовой частотой 66 МГц, что соответствует скорости 15 нс на цикл. Основная память, скорость которой равна 60 нс (общий параметр практически для всех систем класса Pentium), приравнивается к тактовой частоте, примерно равной 16 МГц. Таким образом, в типичную систему Pentium 233 входят процессор, работающий на частоте 233 МГц (4,3 нс на цикл), системная плата, тактовая частота которой — 66 МГц (15 нс на цикл), и основная память, работающая на частоте 16 МГц (60 нс на цикл). Этот пример может показаться устаревшим, однако он облегчит изложение материала, посвященного работе кэш-памяти.

Поскольку кэш-память первого уровня всегда интегрирована в ядро процессора, она работает на его частоте, в то время как внешняя память работает на частоте шины данных материнской платы, которая значительно ниже. В этом быстродействующем кэше хранится текущий рабочий набор данных и инструкций. Для доступа к кэш-памяти не требуются циклы ожидания, поскольку она работает на той же частоте, что и процессор.

Использование кэш-памяти сглаживает традиционный недостаток компьютера, состоящий в том, что оперативная память работает более медленно, чем центральный процессор (так называемый “эффект бутылочного горлышка”). Благодаря кэш-памяти процессору не приходится ждать, пока очередная порция программного кода или данных поступит из относительно медленной основной памяти, что приводит к ощутимому повышению производительности.

В современных процессорах встроенный кэш играет еще более важную роль, поскольку часто является единственным типом памяти во всей системе, который может работать синхронно с процессором. В большинстве современных процессоров используется множитель тактовой частоты, следовательно, они работают на частоте, в несколько раз превышающей тактовую частоту системной платы, к которой они подключены. Например, частота процессора Core 2 Quad (2,4 ГГц) в 9 раз больше частоты кварцевого генератора системной платы, со-

ставляющей 266 МГц, и в 2,25 раза больше частоты системной шины (1066 МГц). Основная память в такой системе обычно работает на частоте 667 или 800 МГц. На частоте 2,4 ГГц работает только кэш-память первого и второго уровней, встроенная в ядро процессора. В данном случае процессор Core 2 Quad, работающий на частоте 2,4 ГГц, имеет 128 Кбайт интегрированной кэш-памяти первого уровня (по 32 Кбайт на ядро) и 8 Мбайт кэш-памяти второго уровня (по 2 Мбайт на ядро). Кэш-память обоих уровней работает на полной частоте ядра процессора.

Если данные, необходимые процессору, находятся уже во внутренней кэш-памяти, то задержек не возникает. В противном случае центральный процессор должен получать данные из кэш-памяти второго уровня или (в менее сложных системах) с системной шины, т.е. непосредственно из основной памяти.

Как работает кэш-память

Для того чтобы разобраться в принципах работы кэш-памяти первого и второго уровней, прибегнем к аналогии.

Герой нашей истории (в данном случае — вы), вкушающий различные яства, выступает в роли процессора, который извлекает необходимые данные из памяти и проводит их обработку. Кухня, на которой готовятся ваши любимые блюда, представляет собой основную оперативную память (модули DIMM DDR, DDR2 или DDR3). Официант является кэш-контроллером, а стол, за которым вы сидите, выступает в качестве кэш-памяти первого уровня. Роль кэш-памяти второго уровня играет тележка с заказанными блюдами, беспешно путешествующая между кухней и вашим столом.

Роли распределены, и пора начинать нашу историю. Ежедневно примерно в одно и то же время вы обедаете в определенном ресторане. Входите в обеденный зал, садитесь за столик и заказываете, например, хот-дог. Для того чтобы сохранить соответствие событий, предположим, что средняя скорость поглощения пищи равна одному биту в четыре секунды (цикл процессора 233 МГц составляет около 4 нс). А также определим, что повару (т.е. кухне) для приготовления каждого заказанного блюда потребуется 60 с (значит, скорость основной памяти — 60 нс).

Итак, при первом посещении ресторана вы садитесь за столик и заказываете хот-дог, после чего приходится ждать целых 60 секунд, пока приготовят заказанное блюдо. Когда официант наконец-то приносит заказ, вы, не спеша, со средней скоростью, принимаетесь за еду. Доев хот-дог, подзываете к себе официанта и заказываете гамбургер. Пока его готовят, вы снова ждете те же 60 секунд. Принесенный гамбургер съедается с той же скоростью. Подобрав последние крошки, снова зовете официанта и заказываете уже котлеты “по-киевски”. После 60-секундного ожидания принесенное блюдо съедается с аналогичной скоростью. Затем вы решаете заказать на десерт, скажем, яблочный пирог. Заказанный пирог вы получаете после ставшего привычным 60-секундного ожидания. Одним словом, обед состоит главным образом из длительных ожиданий, которые перемежаются энергичным поглощением заказываемых блюд.

После того как два дня подряд ровно в 18.00 вы приходите в ресторан и заказываете одни и те же блюда в одной и той же последовательности, у официанта появляется дельная мысль: “Сегодня в 18.00 снова появится этот странный посетитель и сделает свой обычный заказ: хот-дог, гамбургер, котлеты “по-киевски” и яблочный пирог на десерт. Почему бы не приготовить эти блюда заранее? Я думаю, он должным образом оценит мои старания”. Итак, вы приходите в ресторан, заказываете хот-дог и официант сразу же, без малейшей паузы, ставит перед вами заказанное блюдо. После того как вы разделались с хот-догом и собираетесь заказать очередное блюдо, на столе появляется тарелка с гамбургером. Оставшаяся часть обеда проходит примерно так же. Вы стремительно, со скоростью один бит в четыре секунды, поглощаете пищу, не ожидая, пока заказанное блюдо будет приготовлено на кухне. На сей раз, время обеда заполнено исключительно тщательным пережевыванием пищи, и все благодаря смекалке и практичному подходу официанта.

Приведенный пример достаточно точно описывает работу кэш-памяти первого уровня в процессоре. Роль кэш-памяти первого уровня в данном случае играет поднос, на котором может

находиться одно или несколько блюд. При отсутствии официанта пространство подноса представляет собой некий резервный запас (т.е. буфер) продуктов питания. Если буфер заполнен, значит, можно есть до тех пор, пока поднос не опустеет. Обдуманно пополнить его содержимое, к сожалению, некому. Официант представляет собой кэш-контроллер, предпринимающий определенные меры и пытающийся решить, какие же блюда следует заранее поставить на стол в соответствии с вашими возможными пожеланиями. Подобно настоящему кэш-контроллеру, официант воспользуется своим опытом для того, чтобы определить, какое блюдо будет заказано следующим. Если он определит правильно, значит, не придется долго ждать.

Настал день четвертый. Вы появляетесь в ресторане, как обычно, ровно в 18.00 и начинаете с привычного хот-дога. Официант, изучивший к тому времени ваши вкусы, уже приготовил хот-дог, и вы сразу же, не ожидая, приступаете к трапезе.

После хот-дога официант приносит вам гамбургер и вместо слов благодарности слышит: “Вообще-то, я гамбургер не заказывал. Принесите мне, пожалуйста, отбивную”. Официант ошибся в своих предположениях, и вам снова придется ждать целых 6 минут, пока на кухне не приготовят заказанное блюдо. Подобное событие, т.е. попытка доступа к той части кэшированного файла, которая отсутствует в кэш-памяти, называется *промахом кэша (cache miss)*. Как следствие, возникает пауза. Если говорить о системе Pentium 233 МГц, при каждом промахе кэша быстродействие системы снижается до 16 МГц (т.е. до скорости оперативной памяти).

Кэш-память первого уровня большинства процессоров Intel имеет коэффициент совпадения, равный примерно 90%. Это означает, что кэш-память содержит корректные данные 90% времени, а следовательно, процессор работает на полной скорости (в данном случае — с частотой 233 МГц) примерно 90% всего времени. Оставшиеся 10% времени кэш-контроллер обращается к более медленной основной памяти, во время чего процессор находится в состоянии ожидания. Фактически происходит снижение быстродействия системы до уровня оперативной памяти, скорость которой равна 60 нс, или 16 МГц.

В нашем примере быстродействие процессора примерно в 14 раз выше скорости оперативной памяти. В современных системах скорость памяти увеличилась с 16 МГц (60 нс) до 333 МГц (3,0 нс), в то время как тактовая частота процессоров выросла до 3 ГГц и более, т.е. память все еще в 7,5 раза (или более) *медленнее* процессора. Кэш-память позволяет компенсировать эту разницу.

Основная особенность кэш-памяти первого уровня состоит в том, что она всегда интегрирована в ядро процессора и работает на той же частоте. Это свойство в сочетании с коэффициентом совпадений, равным 90%, делает кэш-память важной составляющей эффективности системы.

Кэш-память второго уровня

Для того чтобы уменьшить ощутимое замедление системы, возникающее при каждом промахе кэша, следует обратиться к кэш-памяти второго уровня.

Развивая аналогию с рестораном, которая использовалась для объяснения работы кэш-памяти первого уровня, можно обозначить кэш-память L2 как сервировочный столик с “дежурными” блюдами, расположение которого позволяет официанту принести любое из имеющихся блюд через 15 секунд. В системе класса Pentium (Socket 7) кэш-память второго уровня установлена на системной плате, т.е. работает на тактовой частоте системной платы (66 МГц, или 15 нс). Рассмотрим ситуацию, когда вы заказываете блюдо, которого нет в числе ранее принесенных. В этом случае вместо того, чтобы отправиться на кухню и через 60 секунд принести приготовленное блюдо, официант, в первую очередь, проверяет столик с дежурными блюдами. При наличии там заказанного блюда он возвращается уже через 15 секунд. Результат в реальной системе выражается в следующем: вместо снижения быстродействия системы с 233 до 16 МГц и соответственно скорости основной памяти до 60 нс происходит извлечение необходимых данных из кэш-памяти второго уровня, скорость которой равна 15 нс (66 МГц). Таким образом, быстродействие системы изменяется с 233 до 66 МГц.

Все современные процессоры содержат встроенную кэш-память второго уровня, которая работает на той же скорости, что и ядро процессора, причем скорости кэш-памяти первого и второго уровней одинаковы. Если описывать новые микросхемы с помощью аналогий, то в этом случае официант размещает столик с дежурными блюдами рядом с тем столиком, за которым сидите вы. При этом, если заказанного блюда на вашем столе нет (промах кэш-памяти первого уровня), официанту всего лишь необходимо дотянуться до стоящего рядом столика с дежурными блюдами (кэш-память второго уровня), что потребует гораздо меньше времени, чем 15-секундная прогулка на кухню, как это было в более ранних схемах.

Кэш-память третьего уровня

Некоторые процессоры, преимущественно те, которые предназначены для высокопроизводительных игровых или серверных систем, содержат кэш-память третьего уровня — L3. При этом кэш-память L3 работает с такой же частотой, как L1 и L2.

Все еще развивая аналогию с рестораном, которая использовалась для объяснения работы кэш-памяти первого и второго уровней, можно обозначить кэш-память L3 как столик с дополнительными блюдами. Если нужного блюда нет на первых двух столах, вероятно, его можно будет найти на третьем столе.

Хотя компания Intel оснастила кэш-памятью L3 первую версию процессора Pentium 4 Extreme Edition, а также серверные процессоры Itanium 2 и Xeon MP, более современные настольные процессоры, в том числе и двухъядерные Core 2 и Core 2 Extreme, используют кэш-память второго уровня увеличенного объема вместо дополнительной кэш-памяти третьего уровня. Вполне возможно, что в будущих процессорах кэш-память третьего уровня станет обязательным элементом.

Конструкция и эффективность кэш-памяти

Коэффициент совпадения кэш-памяти как первого, так и второго уровней составляет 90%. Таким образом, рассматривая систему в целом, можно сказать, что 90% времени она работает с полной тактовой частотой (в нашем примере — 233 МГц), получая данные из кэш-памяти первого уровня; 10% времени данные извлекаются из кэш-памяти второго уровня. Процессор работает с кэш-памятью второго уровня только 90% этого времени, а оставшиеся 10% вследствие промахов кэша — с более медленной основной памятью. Таким образом, объединяя кэш-память первого и второго уровней, получаем, что обычная система работает с частотой процессора 90% времени (в нашем случае — 233 МГц), с частотой системной платы — 9% времени (т.е. 90 от 10% при частоте 66 МГц), а с тактовой частотой основной памяти — примерно 1% времени (10 от 10% при частоте 16 МГц). Это хорошо демонстрирует важность кэш-памяти первого и второго уровней; при отсутствии кэш-памяти система часто обращается к ОЗУ, скорость которого значительно ниже скорости процессора.

Это наводит на интересные мысли. Представьте, что вы собираетесь повысить эффективность оперативной памяти или кэш-памяти второго уровня вдвое. На что же именно потратить деньги? Поскольку оперативная память непосредственно используется примерно 1% времени, двойное увеличение ее производительности приведет к повышению быстродействия системы только в 1% времени! Нельзя сказать, что это звучит впечатляюще. С другой стороны, если вдвое повысить эффективность кэш-памяти второго уровня, это повлечет за собой двойное увеличение эффективности системы в 9% времени; безусловно, подобное улучшение окажется более весомым.

Системотехники и специалисты по разработке процессоров компаний Intel и AMD зря времени не теряли и разработали методы повышения эффективности кэш-памяти второго уровня. В системах класса Pentium (P5) кэш-память второго уровня обычно устанавливалась на системной плате и работала, соответственно, с ее тактовой частотой. Intel значительно повысила производительность процессоров, переместив кэш-память с системной платы непосредственно в процессор, что повлекло за собой увеличение ее рабочей частоты до частоты процессора. Сначала микросхемы кэша устанавливались в одном корпусе вместе с основным

процессором. Но такая конструкция оказалась слишком дорогой, поэтому, начиная с процессоров семейства Pentium II, компания Intel стала приобретать микросхемы кэш-памяти у сторонних производителей (Sony, Toshiba, NEC, Samsung и т.д.). Микросхемы поставлялись уже в готовом виде, в корпусном исполнении, поэтому Intel начала их устанавливать на монтажной плате рядом с процессором. Именно поэтому процессор Pentium II был изначально разработан в виде картриджа.

Одна из существенных проблем заключалась в быстродействии микросхем кэш-памяти сторонних производителей. Скорость наиболее быстрых микросхем достигала 3 нс и выше, что было эквивалентно тактовой частоте 333 МГц. Но процессоры уже работали на более высоких скоростях, поэтому в Pentium II и первых моделях Pentium III кэш-память второго уровня работает на половинной частоте процессора. В некоторых моделях процессора Athlon скорость кэш-памяти второго уровня уменьшена до двух пятых или даже одной трети тактовой частоты ядра.

Качественный скачок в технологии произошел с появлением процессоров Celeron 300A и выше. В этих процессорах внешние микросхемы кэш-памяти второго уровня не используются. Вместо этого кэш-память как первого, так и второго уровней была интегрирована непосредственно в ядро процессора. Таким образом, кэш-память обоих уровней работает с полной тактовой частотой процессора, что позволяет повышать ее быстродействие при возможном увеличении скорости процессора. В последних моделях Pentium III, а также во всех процессорах Xeon и Celeron кэш-память второго уровня по-прежнему работает с тактовой частотой ядра процессора, а значит, при неудачном обращении в кэш-память первого уровня ожидания или замедления операций не происходит. В современных моделях процессоров Athlon и Duron также используется встроенная кэш-память, работающая с частотой ядра. Как вы знаете, при неудачном обращении к внешней кэш-памяти происходит снижение скорости кэша до половинной частоты ядра или, что еще хуже, до частоты более медленной системной платы. Использование встроенного кэша позволяет значительно повысить эффективность процессора, так как 9% времени в системе будет использоваться кэш-память второго уровня, работающая с полной частотой ядра. К преимуществам встроенной кэш-памяти относится и снижение ее стоимости, так как она содержит меньше компонентов.

Вернемся к рассмотренной ранее аналогии, используя в качестве примера современный процессор с тактовой частотой 3,6 ГГц. Теперь скорость поглощения вами пищи равна двум байтам в секунду (тактовой частоте 3,6 ГГц соответствует длительность цикла 0,28 нс). Кэш-память первого уровня работает на этой же частоте, т.е. скорость поглощения блюд, находящихся на вашем столе, равна скорости процессора (а столик соответствует кэш-памяти первого уровня). Ощутимое повышение быстродействия происходит в том случае, когда вы заказываете блюдо, которого нет на столе (промах кэша первого уровня), и официанту приходится обращаться к столику с “дежурными” блюдами. В девяти случаях из десяти он находит там нужное блюдо, которое приносит через полсекунды (частота кэш-памяти второго уровня равна 3,6 ГГц, что соответствует скорости 0,28 нс). Итак, современные системы работают 99% времени (суммарный коэффициент совпадения кэш-памяти первого и второго уровней) с частотой 3,6 ГГц и, как и прежде, в одном случае из ста понижают скорость до частоты оперативной памяти (приготовление блюда на кухне). При увеличении скорости памяти до 800 МГц (1,25 нс) время ожидания заказанного блюда из кухни достигнет 1,25 с. Эх, если бы скорость обслуживания в ресторане повышалась бы так же, как быстродействие процессора!

Организация работы кэш-памяти

Как известно, кэш хранит копии данных из различных адресных областей основной памяти. Поскольку в кэше невозможно одновременно хранить копии данных из всех адресных областей, необходим такой метод определения адресов, данные которых скопированы в кэш, чтобы нужные данные считывались непосредственно из кэша, а не из основной оперативной памяти. Для этого применяется *ОЗУ тегов* — дополнительная область памяти кэша, в которой содержится индекс адресов, скопированных в кэш. Каждая строка памяти кэша имеет соот-

ветствующий адресный тег, который хранит адрес данных основной памяти, скопированных в текущий момент времени в отдельную строку кэша. Для получения данных с конкретного адреса основной памяти кэш-контроллер просматривает содержимое ОЗУ тегов, чтобы определить наличие адреса, содержащегося в кэше (совпадение), или его отсутствие (промах). Обнаруженные данные могут быть эффективно считаны из кэша; в противном случае процессор считывает данные из гораздо более медленной оперативной памяти.

Работа кэша зависит от методов упорядочения или отображения тегов. К таковым относятся методы полностью ассоциативного, прямого и множественно-ассоциативного отображения.

Метод полностью ассоциативного отображения заключается в следующем: когда запрашиваются данные с определенного адреса основной памяти, этот адрес сравнивается со всеми записями адресных тегов в кэше ОЗУ тегов. Если запрашиваемый адрес найден в теге (совпадение), возвращается соответствующий адрес данных в кэше. В том случае, когда адрес не обнаружен, констатируется промах, указывающий на то, что данные должны быть получены с адреса основной памяти вместо кэша.

При прямом отображении конкретные адреса основной памяти назначаются определенным адресам строк в кэше, где будут храниться в дальнейшем данные из основной памяти. Таким образом, для работы ОЗУ тегов понадобится меньшее число битов, поскольку, когда известен адрес основной памяти, необходимо проверить только один адресный тег. Каждый тег будет содержать только возможный адрес, хранимый в избранной строке ОЗУ тегов. Данный метод также отличается высокой эффективностью, поскольку для получения адреса основной памяти необходимо проверить лишь один адресный тег.

Метод множественно-ассоциативного отображения основан на методе прямого отображения, описанном ранее. Кэш прямого отображения имеет единственный ассоциативный набор адресов, т.е. один адрес основной памяти может быть ассоциирован (или отображен) только с определенным адресом строки кэша. Двухстраничный множественно-ассоциативный кэш содержит два набора, поэтому адрес памяти может содержаться в одной из двух строк кэша. В свою очередь, четырехстраничный множественно-ассоциативный кэш хранит адрес памяти в одной из четырех различных строк кэша (наборов). Увеличение ассоциативных наборов повышает вероятность обнаружения необходимого значения; однако на это требуется несколько больше времени, так как, чтобы найти определенное местоположение в кэше, понадобится просмотреть больше адресных тегов. В сущности, каждый набор в n -страничном множественно-ассоциативном кэше является субкэшем, ассоциированным с определенным адресом основной памяти. По мере увеличения субкэшей или наборов кэш становится полностью ассоциативным, т.е. каждый адрес памяти может храниться в любой строке кэша. В подобном случае n -страничный ассоциативный кэш будет представлять собой разумный компромисс между полностью ассоциативным кэшем и кэшем прямого отображения.

В целом кэш прямого отображения отличается наибольшей эффективностью помещения данных в кэш и считывания данных из кэша, поскольку для определенного адреса основной памяти необходимо просмотреть только один адресный тег. В то же время данный метод отличается повышенным количеством промахов по сравнению с другими методами. Полностью ассоциативный кэш характеризуется самым высоким уровнем совпадений, а также наименьшим быстродействием при обнаружении и получении данных, так как требуется просмотреть намного больше адресных тегов. В то же время n -страничный ассоциативный кэш предлагает компромиссный вариант между оптимизацией быстродействия кэша и процентом совпадений. Для обеспечения работы этого кэша требуется больше двоичных тег-разрядов, схем сравнений (компараторов) и т.д., поэтому реализация кэша является более дорогостоящей. Безусловно, выбор схемы кэширования состоит в поиске выгодной альтернативы, а выбранный метод в одном системном окружении может оказаться непригодным в другом. Многозадачная вычислительная среда, в частности операционная система Windows, представляет собой пример системного окружения, в котором процессор одновременно обрабатывает несколько областей памяти, поэтому использование n -страничного ассоциативного кэша помогает повысить производительность системы.

Таблица 3.14. Быстродействие процессоров, кэш-памяти, модулей памяти и системных плат

Тип центрального процессора	Pentium	Pentium Pro	Pentium II	AMD K6-2	AMD K6-3
Тактовая частота центрального процессора, МГц	233	200	450	550	450
Длительность цикла (и тактовая частота) кэш-памяти первого уровня, нс (МГц)	4,3 (233)	5,0 (200)	2,2 (450)	1,8 (450)	2,2 (450)
Объем кэш-памяти первого уровня, Кбайт	16	32	32	64	64
Тип кэш-памяти второго уровня	Внешняя	На микросхеме	На микросхеме	Внешняя	На кристалле
Соотношение тактовой частоты кэш-памяти второго уровня	—	1/1	1/2	—	1/1
Длительность цикла (и тактовая частота) кэш-памяти второго уровня, нс (МГц)	15 (66)	5 (200)	4,4 (225)	10 (100)	2,2 (450)
Объем кэш-памяти второго уровня, Кбайт	—	256	512	—	256
Пропускная способность шины центрального процессора, Мбайт/с	533	533	800	800	800
Длительность цикла (и тактовая частота) шины памяти, нс (МГц)	60 (16)	60 (16)	10 (100)	10 (100)	10 (100)

Содержимое кэша всегда должно соответствовать содержимому основной памяти, чтобы процессор работал с самыми свежими данными. Поэтому в семействе процессоров 486 используется кэш со *сквозной записью* (*write-through*), при которой данные, записанные в кэш, автоматически записываются и в основную память. Это позволяет еще больше повысить производительность процессора.

Для сравнения: в процессорах Pentium используется *двунаправленный кэш* (*write-back*), который работает при выполнении как операций считывания, так и записи.

Еще одна особенность улучшенной архитектуры кэша состоит в том, что кэш-память является *неблокируемой*. Это свойство позволяет уменьшать или скрывать задержки памяти, используя перекрытие операций процессора с выборкой данных. Неблокируемая кэш-память дает возможность продолжать выполнение программы одновременно с неудачными обращениями в кэш при наличии некоторых ограничений. Другими словами, кэш-память улучшает обработку промаха кэша и позволяет процессору продолжать выполнение операций, не связанных с отсутствующими данными.

Кэш-контроллер, встроенный в процессор, также используется для наблюдения за состоянием системной шины при передаче управления шиной альтернативным процессорам, которые называются *хозяевами шины* (*bus masters*). Процесс наблюдения, в свою очередь, называется *отслеживанием шины* (*bus snooping*). Если устройство, управляющее передачей данных по шине (т.е. хозяин шины), записывает какие-либо данные в область памяти, копия которой хранится в кэше процессора, то содержимое кэша перестает соответствовать содержимому основной памяти. В этом случае кэш-контроллер отмечает эти данные как ошибочные и при следующем обращении к памяти обновляет содержимое кэша, поддерживая тем самым целостность всей системы.

Все процессоры, поддерживающие использование кэш-памяти, включают в себя *буфер быстрого преобразования* (Translation Lookaside Buffer — TLB), необходимый для обработки неудачных попыток преобразования адресов кэш-памяти. Буфер представляет собой процессорную таблицу, в которой хранятся данные о местоположении недавно вызывавшихся адресов физической памяти. Он ускоряет преобразование виртуальных адресов в адреса физической памяти. Для дальнейшего повышения быстродействия в новых процессорах увеличено количество строк таблицы TLB (так поступила компания AMD при переходе от архитектуры ядра Thunderbird к Palomino в процессорах Athlon). В процессорах Pentium 4 с технологией Hyper-Threading для каждого виртуального потока процессора выделена отдельная инстанция TLB (iTLB).

Pentium III	Athlon	Athlon XP	Pentium 4	Athlon 64 X2	Core 2 Duo/Quad
1400	1 400	2200	3800	3000	2930
0,71 (1400)	0,71 (1 400)	0,45 (2200)	0,26 (3800)	0,33 (3 000)	0,34 (2930)
32	128	128	20	256	64/128
На кристалле 1/1	На кристалле 1/1	На кристалле 1/1	На кристалле 1/1	На кристалле 1/1	На кристалле 1/1
0,71 (1400)	0,71 (1 400)	0,45 (2200)	0,26 (3800)	0,33 (3 000)	0,34 (2930)
512	512	512	2048	2048	4096/8192
1066	2133	3200	6400	4000	8533
7,5 (133)	3,8 (266)	2,5 (400)	1,25 (800)	2,5 (400)	0,94 (1066)

При увеличении тактовой частоты длительность цикла уменьшается. В современных процессорах кэш-память как первого, так и второго уровней встроена непосредственно в ядро, благодаря чему кэш-память второго уровня работает на полной частоте процессора. Быстродействие кэш-памяти — более важный параметр, чем ее объем. Правило гласит, что меньший, но более быстрый кэш всегда предпочтительнее медленного кэша большого объема. В табл. 3.14 приведены необходимый объем кэша и функции, выполняемые встроеным (первого уровня) и внешним (второго уровня) кэшем в современных системах.

Как видите, кэш-память двух уровней обеспечивает взаимодействие между быстрым центральным процессором и более медленной оперативной памятью, а также позволяет минимизировать периоды ожидания, возникающие при обработке данных. Решающую роль в этом играет кэш-память второго уровня, расположенная на кристалле процессора. Это позволяет процессору работать с тактовой частотой, наиболее близкой к его максимальной частоте.

Функции процессора

По мере появления новых процессоров их архитектура дополняется все новыми и новыми возможностями, которые позволяют повысить не только эффективность выполнения тех или иных приложений, но и надежность центрального процессора в целом. В следующих разделах представлено краткое описание различных технологий, включая режим управления системой (SMM), суперскалярное выполнение (SE), технологии MMX, SSE, 3DNow!, HyperThreading и многоядерность.

Режим управления системой (SMM)

Задавшись целью создавать все более быстрые и мощные процессоры для портативных компьютеров, Intel и AMD в начале 1990-х годов начали внедрять в свои процессоры *режим управления системой*. Этот режим позволяет процессорам управлять на низком уровне системой энергоснабжения. Система SMM предлагает изолированную среду программирования, открытую для операционной системы и прикладных программ; она предназначена для использования системной BIOS и драйверами устройств.

Режим SMM был реализован в мобильном процессоре 386SL в октябре 1990 года. Позже этот режим был внедрен в процессоры 486SL, а начиная с июня 1993 года стал использоваться во всех процессорах серии 486. Когда в марте 1993 года появились первые процессоры Pentium, в них система SMM встроена не была. Однако эта система была включена во все процессоры, начиная с Pentium с тактовой частотой 75 МГц, выпущенных после октября 1994 года.

Компания AMD примерно в то же время внедрила систему SMM в свои процессоры Am486 и K5. С этого момента все процессоры, поступающие на рынок, включали в себя систему SMM.

Режим SMM вызывается с помощью подачи сигнала на специальный вывод процессора, который генерирует *прерывание управления системой* (System Management Interrupt — SMI) — немаскируемое прерывание с наивысшим доступным приоритетом. При запуске системы SMM текущий контекст (т.е. состояние) процессора и выполняющихся программ сохраняется. После этого процессор переключается в специально выделенное адресное пространство и выполняет код SMM совершенно прозрачно для прерванной программы и прочего программного обеспечения системы. После завершения выполнения кода SMM восстанавливается прежде сохраненный контекст процессора и прерванных программ и процессор продолжает работу с той точки, в которой остановился.

Несмотря на то что система SMM изначально использовалась только для управления электропитанием, она предназначена для использования любой низкоуровневой системной функцией, которой необходима работа, независимая от операционной системы и прочего программного обеспечения компьютера. В современных системах это следующие функции:

- функции управления электропитанием ACPI и APM;
- поддержка портом USB старых устройств (клавиатура и мышь);
- загрузка с устройств USB (эмуляция устройств);
- функции защиты паролем;
- мониторинг температуры;
- мониторинг скорости вентилятора;
- чтение/запись CMOS ОЗУ;
- обновление BIOS;
- протоколирование ошибок ECC памяти;
- протоколирование ошибок других устройств;
- функции включения компьютера при возникновении событий (например, Wake On Lan).

Систему SMM можно увидеть в работе при ее попытке получить доступ к периферийному устройству, которое ранее было переведено в режим энергосбережения. Предположим, что некоторая программа выполнила попытку чтения файла с жесткого диска, который с целью энергосбережения ранее был приостановлен. При получении такого запроса контроллер диска генерирует прерывание SMI, чтобы включить систему SMM. После этого программное обеспечение SMI подает команды раскрутки жесткого диска и приведения его в состояние готовности. После этого управление возвращается операционной системе и загрузка файла с диска начинается так, будто работа диска не приостанавливалась.

Суперскалярное выполнение

В процессорах Pentium пятого и последующих поколений встроен ряд внутренних конвейеров, которые могут выполнять несколько команд одновременно. Процессор 486 и все предшествующие в течение определенного времени могли выполнять только одну команду. Технология одновременного выполнения нескольких команд называется *суперскалярной*. Благодаря ее использованию и обеспечивается дополнительная эффективность по сравнению с процессором 486.

Суперскалярная архитектура обычно ассоциируется с процессорами RISC (Reduced Instruction Set Computer — компьютер с упрощенной системой команд). Процессор Pentium — одна из первых микросхем CISC (Complex Instruction Set Computer — компьютер со сложной системой команд), в которой применяется суперскалярная технология, реализованная во всех процессорах пятого и последующих поколений.

Рассмотрим на примере установки электрической лампочки инструкции CISC.

1. Возьмите электрическую лампочку.
2. Вставьте ее в патрон.
3. Вращайте ее по часовой стрелке до отказа.

И аналогичный пример в виде инструкций RISC.

1. Поднесите руку к лампочке.
2. Возьмите лампочку.
3. Поднимите руку к патрону.
4. Вставьте лампочку в патрон.
5. Поверните ее по часовой стрелке.
6. Лампочка еще поворачивается в патроне? Если да, то перейти к п. 5.
7. Конец.

Многие инструкции RISC довольно просты, поэтому для выполнения какой-либо операции потребуется больше таких инструкций. Их основное преимущество состоит в том, что процессор осуществляет меньше операций, а это, как правило, сокращает время выполнения отдельных команд и, соответственно, всей задачи (программы). Можно долго спорить о том, что же в действительности лучше — RISC или CISC, хотя, по правде говоря, такого понятия, как “чистая” микросхема RISC или CISC, не существует. Подобная классификация — не более чем вопрос терминологии.

Процессоры Intel и совместимые с ними можно определить как микросхемы CISC. Несмотря на это процессоры пятого и шестого поколений обладают различными атрибутами RISC и разбивают во время работы команды CISC на более простые инструкции RISC.

Технология MMX

В зависимости от контекста MMX может означать “multi-media extensions” (мультимедийные расширения) или “matrix math extensions” (матричные математические расширения). Технология MMX использовалась в старых моделях процессоров Pentium пятого поколения в качестве расширения, благодаря которому ускоряется компрессия/декомпрессия видеоданных, манипулирование изображением, шифрование и выполнение операций ввода-вывода — почти все операции, используемые во многих современных программах.

В архитектуре процессоров MMX есть два основных усовершенствования. Первое, фундаментальное, состоит в том, что все микросхемы MMX имеют больший внутренний встроенный кэш первого уровня, чем их собратья, не использующие эту технологию. Это повышает эффективность выполнения каждой программы и всего программного обеспечения независимо от того, использует ли оно фактически команды MMX.

Другим усовершенствованием MMX является расширение набора команд процессора пятьюдесятью семью новыми командами, а также введение новой возможности выполнения команд, называемой *одиночный поток команд — множественный поток данных (Single Instruction — Multiple Data, SIMD)*.

В современных мультимедийных и сетевых приложениях часто используются циклы; хотя они занимают около 10% (или даже меньше) объема полного кода приложения, на их выполнение может уйти до 90% общего времени выполнения. Технология SIMD позволяет одной команде осуществлять одну и ту же операцию над несколькими данными, подобно тому, как преподаватель, читая лекцию, обращается ко всей аудитории, а не к каждому студенту в отдельности. Применение SIMD позволяет ускорить выполнение циклов при обработке графических, анимационных, видео- и аудиофайлов; в противном случае эти циклы отнимали бы время у процессора.

Компанией Intel было добавлено 57 новых команд, специально разработанных для более эффективной обработки звуковых, графических и видеоданных. Эти команды предназначены

для выполнения с высокой степенью параллелизма последовательностей, которые часто встречаются при работе мультимедийных программ. *Высокая степень параллелизма* в данном случае означает, что одни и те же алгоритмы применяются ко многим данным, например к данным в различных точках при изменении графического изображения.

Такие компании, как AMD и Сугіх, лицензировали у Intel технологию MMX и реализовали ее в собственных процессорах.

Инструкции SSE, SSE2 и SSE3

В феврале 1999 года Intel представила общественности процессор Pentium III, содержащий обновление технологии MMX, получившей название *SSE* (Streaming SIMD Extensions — поточные расширения SIMD). До этого момента инструкции SSE назывались Katmai New Instructions (KNI), так как первоначально они были включены в процессор Pentium III с кодовым именем Katmai. Процессоры Celeron 533A и выше, созданные на основе ядра Pentium III, тоже поддерживают инструкции SSE. Более ранние версии процессора Pentium II, а также Celeron 533 и ниже (созданные на основе ядра Pentium II) SSE не поддерживают.

Инструкции SSE содержат 70 новых команд для работы с графикой и звуком в дополнение к существующим командам MMX. Фактически этот набор инструкций, кроме названия KNI, имел еще и второе название — MMX-2. Инструкции SSE позволяют выполнять операции с плавающей запятой, реализуемые в отдельном модуле процессора. В технологиях MMX для этого использовалось стандартное устройство с плавающей запятой.

Инструкции SSE2, содержащие 144 дополнительные команды SIMD, были представлены в ноябре 2000 года вместе с процессором Pentium 4. В SSE2 были включены все инструкции предыдущих наборов MMX и SSE.

Инструкции SSE3 были представлены в феврале 2004 года вместе с процессором Pentium 4 Prescott; они добавляют 13 команд SIMD, предназначенных для ускорения выполнения сложных математических операций, обработки графики, кодирования видео и синхронизации потоков данных. Инструкции SSE3 также содержат все инструкции MMX, SSE и SSE2.

Дополнительные инструкции SSSE3 (Supplemental SSE3) были представлены общественности в июне 2006 года в процессорах серии Xeon 5100 и в июле того же года в процессорах Core 2. В этот набор были включены еще 32 дополнительные команды. Также компания Intel анонсировала выход нового набора SSE4, в который войдет еще 50 дополнительных команд.

Поточные расширения SIMD (SSE) содержат ряд новых команд для выполнения операций с плавающей запятой и целыми числами, а также команды управления кэш-памятью. Новые технологии SSE позволяют более эффективно работать с трехмерной графикой, потоками аудио- и видеоданных (DVD-воспроизведение), а также приложениями распознавания речи. В целом SSE обеспечивает следующие преимущества:

- более высокое разрешение/качество при просмотре и обработке графических изображений;
- улучшенное качество воспроизведения звуковых и видеофайлов в формате MPEG2, а также одновременное кодирование и декодирование формата MPEG2 в мультимедийных приложениях;
- уменьшение загрузки процессора и повышение точности/скорости реагирования при выполнении программного обеспечения для распознавания речи.

Инструкции SSEx особенно эффективны при декодировании файлов формата MPEG2, который является стандартом сжатия звуковых и видеоданных, используемых в DVD. Следовательно, оснащенные SSE процессоры позволяют достичь максимальной скорости декодирования MPEG2 без использования дополнительных аппаратных средств (например, платы декодера MPEG2). Кроме того, процессоры, содержащие набор инструкций SSE, значительно превосходят предыдущие версии процессоров в операциях распознавания речи.

Одним из основных преимуществ SSE по отношению к MMX является поддержка операций SIMD с плавающей запятой, что очень важно при обработке трехмерных графических

изображений. Технология SIMD, как и MMX, позволяет выполнять сразу несколько операций при получении процессором одной команды. В частности, SSE поддерживает выполнение до четырех операций с плавающей запятой за цикл; одна инструкция может одновременно обрабатывать четыре блока данных. Для выполнения операций с плавающей запятой инструкции SSE могут использоваться вместе с командами MMX без заметного снижения быстродействия. SSE также поддерживает *упреждающую выборку данных*, которая представляет собой механизм предварительного считывания данных из кэш-памяти.

Обратите внимание: наилучшие результаты применения новых инструкций процессора обеспечиваются только при их поддержке на уровне используемых приложений. Сегодня большинство компаний, занимающихся разработкой программного обеспечения, модифицировали приложения, связанные с обработкой графики и звука, что позволило в более полной мере использовать возможности SSE. Например, графическое приложение Adobe Photoshop поддерживает инструкции SSE, что значительно повышает эффективность использования оснащенных SSE процессоров. Поддержка инструкций SSE встроена в DirectX 6.1 и в самые последние видео- и аудиодрайверы, поставляемые с операционными системами Windows 98 Second Edition и более новыми.

Каждый следующий набор инструкций SIMD построен на основе предыдущего. К примеру, процессоры, поддерживающие SSE4, поддерживают команды всех предыдущих наборов инструкций SSE и даже MMX.

3DNow!, Enhanced 3DNow! и 3DNow! Professional

Технология 3DNow! разработана компанией AMD в ответ на реализацию поддержки инструкций SSE в процессорах Intel. Впервые (май 1998 года) 3DNow! реализована в процессорах AMD K6 еще до реализации SSE в процессорах Pentium III, а дальнейшее развитие — Enhanced 3Dnow! — эта технология получила в процессорах Athlon и Duron. Новая технология 3DNow! Professional впервые появилась в процессорах Athlon XP. Компания AMD лицензировала технологию MMX от Intel и реализовала полноценную поддержку инструкций MMX в процессорах K6, Athlon и Duron. Не желая дополнительно лицензировать инструкции SSE, в AMD разработали новый набор расширений для инструкций MMX, получивший название 3DNow!. Аналогично SSE/SSE2, технологии 3DNow!, Enhanced 3DNow! и 3DNow! Professional предназначены для ускорения обработки трехмерной графики, мультимедиа и других интенсивных вычислений.

Технология 3DNow! представляет собой набор из 21 инструкции SIMD, которые оперируют массивом данных в виде единичного элемента. В Enhanced 3DNow! к существующим добавлены 24 новые инструкции (19 SSE и 5 DSP/коммуникационных инструкций), что составляет в итоге 45 инструкций. Будучи расширением MMX, технология 3DNow! предоставляет функциональные возможности, аналогичные инструкциям SSE процессоров Pentium III и Celeron. Согласно данным компании AMD, технология 3DNow! расширяет возможности MMX наравне с SSE, однако использует для этого меньшее количество инструкций и менее сложную архитектуру. Технологии обработки данных 3DNow!, Enhanced 3DNow! и 3DNow! Professional хотя и подобны SSE, но несовместимы на уровне инструкций, поэтому производителям программного обеспечения необходимо отдельно реализовать их поддержку.

Технология 3Dnow!, как и SSE, поддерживает операции SIMD с плавающей запятой, а также позволяет выполнять до четырех операций с плавающей запятой за один цикл. Инструкции 3DNow! для операций с плавающей запятой могут использоваться вместе с командами MMX без заметного снижения быстродействия. Поддерживается и упреждающая выборка данных — механизм предварительного считывания данных из кэш-памяти.

Наравне с SSE инструкции 3DNow! в полной мере поддерживаются различными программными продуктами, в частности Windows 9x, Windows NT 4.0 и более новыми операционными системами Microsoft. В процессорах последнего поколения Athlon XP и Athlon 64 реализована полноценная поддержка инструкций SSE за счет применения технологии 3DNow! Professional.

Последняя версия 3DNow! – 3DNow! Professional – добавляет 51 инструкцию SSE к набору команд 3DNow! Enhanced, благодаря чему процессоры AMD в полной мере поддерживают все возможности SSE. Таким образом, все современные процессоры AMD имеют как минимум все возможности SSE. В процессоры Athlon 64, Athlon 64XP и 64-разрядные Opteron была добавлена поддержка инструкций SSE2, а в 0,09-микронные процессоры Athlon 64 и в двухъядерные Athlon 64 X2 – поддержка инструкций SSE3. Скорее всего, в будущем свои процессоры AMD добавит и поддержку SSE4.

Динамическое выполнение

Этот метод впервые был использован в микросхемах P6 (процессорах шестого поколения); он позволяет процессору параллельно обрабатывать сразу несколько команд, что сокращает время, необходимое для выполнения той или иной задачи. Это технологическое новшество включает ряд функций.

- **Предсказание множественного перехода (ветвления).** Предсказание потока выполнения программы через несколько ветвлений.
- **Анализ потока команд.** Назначение выполнения команд по мере готовности, независимо от их порядка в исходной программе.
- **Упреждающее выполнение.** Увеличение скорости выполнения за счет опережающего просмотра счетчика команд и выполнения тех инструкций, к которым, вероятно, потребуется обратиться позже.

Предсказание перехода

Функция *предсказания перехода*, ранее применявшаяся только в универсальных процессорах старших моделей, позволяет процессору при высокоскоростном выполнении команд сохранять конвейер заполненным. Специальный модуль выборки/декодирования, включенный в процессор, использует высокооптимизированный алгоритм предсказания перехода, позволяющий предсказывать направление и результат команд, выполняемых через несколько уровней ветвлений, обращений и возвратов. Этот модуль напоминает шахматиста, который разрабатывает несколько различных стратегий перед началом шахматной партии, предсказывая ответные действия противника на несколько ходов вперед. Благодаря предсказанию результатов выполнения команды инструкции могут выполняться практически без задержек.

Анализ потока команд

Функция *анализа потока команд* используется для исследования потока данных, проходящих через процессор, и выявления любых возможностей выполнения команды с изменением заданной ранее последовательности. Специальный процессорный модуль отправки/выполнения контролирует команды и позволяет выполнять их в таком порядке, который оптимизирует использование модулей множественного суперскалярного выполнения. Возможность изменять последовательность выполнения команд позволяет сохранить занятость модулей даже в случае промаха кэш-памяти или обработки каких-либо информационно-зависимых команд.

Упреждающее выполнение

Способность процессора выполнять команды с помощью опережающего просмотра существующего счетчика команд называется *упреждающим выполнением*. Модуль отправки/выполнения, включенный в процессор, анализирует поток данных для выполнения всех команд, существующих в буфере (накопителе) команд, и сохранения результатов в буферных регистрах. После этого модуль изъятия анализирует содержимое пула команд на предмет наличия завершенных команд, не зависящих от данных, получаемых при выполнении других команд, или команд, имеющих неразрешенные предсказания перехода. Результаты выполнения обнаруженных завершенных команд передаются в память модулем изъятия или соответствующей стандартной архитектурой Intel в том порядке, в котором они были получены. Затем команды удаляются из буфера.

В сущности, динамическое выполнение устраняет зависимость от линейной последовательности команд. Выполнение команд с изменением их последовательности позволяет максимально загрузить модуль выполнения и сократить время ожидания, необходимое для получения данных из памяти. Несмотря на то что порядок предсказания и выполнения команд может быть изменен, их результаты передаются в исходном порядке, для того чтобы не прерывать и не изменять течение программы. Это позволяет процессорам P6 выполнять программы, оптимизированные для архитектуры Intel, точно так же, как это делали P5 (Pentium) или процессоры более ранних версий, но на целый порядок быстрее.

Архитектура двойной независимой шины

Эта архитектура (Dual Independent Bus — DIB) впервые была реализована в процессоре шестого поколения и предназначалась для увеличения пропускной способности шины процессора и повышения производительности. При наличии двух независимых шин данных для ввода-вывода процессор получает доступ к данным с любой из них одновременно и параллельно, а не последовательно, как в системе с одной шиной. Основная шина реализует интерфейс процессора и материнской платы или набора микросхем системной логики. Вторая, или фоновая (backside), входная шина процессора с DIB применяется кэш-памятью второго уровня, поэтому она может работать значительно быстрее, чем в том случае, если бы ей пришлось использовать (совместно с процессором) основную шину.

В архитектуре DIB предусмотрено две шины: шина кэш-памяти второго уровня и шина, соединяющая процессор и основную память (FSB). Процессоры шестого поколения от Pentium Pro до Core 2 и Athlon 64 могут использовать обе шины одновременно, благодаря чему снижается критичность такого параметра, как пропускная способность шины. Благодаря архитектуре двойной шины кэш-память второго уровня более современных процессоров может работать на полной скорости в ядре процессора на независимой шине, используя при этом основную шину центрального процессора (FSB) для обработки текущих данных, поступающих на микросхему и отправляемых ею. Шины работают с разными тактовыми частотами. Шина FSB, или главная шина центрального процессора, соединена с системной платой, а шина кэш-памяти второго уровня — непосредственно с ядром процессора. При увеличении рабочей частоты процессора увеличивается и тактовая частота кэш-памяти второго уровня.

Для реализации архитектуры DIB кэш-память второго уровня перемещена с системной платы в один корпус с процессором, что позволило приблизить быстродействие кэш-памяти второго уровня к быстродействию встроенной кэш-памяти, которое значительно превосходит быстродействие памяти, помещаемой на системную плату.

Архитектура DIB также позволяет системной шине выполнять одновременно несколько транзакций (а не одну последовательность транзакций), благодаря чему ускоряется поток информации внутри системы и повышается эффективность. Все средства DIB повышают пропускную способность почти в три раза по сравнению с процессором, имеющим архитектуру одиночной шины.

Технология Hyper-Threading

Такие операционные системы, как Windows NT 4.0/2000/XP Professional/Vista и Linux, в полной мере поддерживают компьютеры с двумя или более установленными физическими процессорами, дающими подобным системам большой прирост производительности по сравнению с однопроцессорными компьютерами. Тем не менее двухпроцессорные компьютеры и системные платы всегда были на порядок дороже их однопроцессорных “сородичей”, а добавление второго процессора в поддерживающую подобную модернизацию систему приводило к возникновению различных сложностей, связанных с подбором одинаковой тактовой частоты и конфигурационных параметров для двух процессоров. Новейшая технология Hyper-Threading (HT) компании Intel позволяет одному процессору одновременно обрабатывать два независимых потока команд. Другими словами, HT превращает один физический процессор в два виртуальных.

Изначально технология НТ была представлена в семействе серверных процессоров Хеоп в марте 2002 года. Она дала возможность виртуально вдвое увеличить количество процессоров многопроцессорных серверов. Затем НТ появилась в предназначенных для рабочих станций процессорах Хеоп с тактовой частотой шины 533 МГц, после чего в ноябре 2002 года дебютировала в процессоре Pentium 4 с тактовой частотой 3,06 ГГц, ориентированном на рынок домашних/офисных ПК. Технологию НТ поддерживают и все процессоры Pentium 4 с частотой шины 800 МГц (частота от 2,4 до 3,8 ГГц), а также Pentium 4 Extreme Edition и двухъядерный Pentium Extreme Edition. В то же время компания Intel отказалась от использования этой технологии в процессорах Pentium D и Core 2, имеющих несколько физических ядер.

Принцип работы

Поддерживающий НТ процессор имеет два набора общих регистров, регистры управления и другие системные компоненты. В то же время логические процессоры совместно используют кэш-память, вычислительные блоки и шины данных/ввода-вывода. При выполнении программ каждый логический процессор обрабатывает один поток (рис. 3.2).

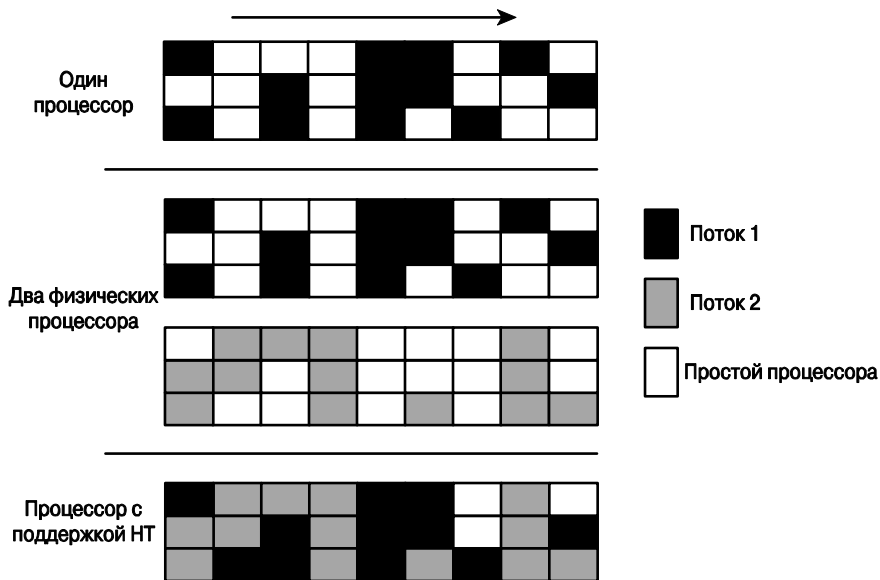


Рис. 3.2. Процессор, поддерживающий НТ, позволяет заполнить время простоя выполнением другого процесса, тем самым увеличивая многозадачность и быстродействие многопоточных приложений

Совместное использование процессорных компонентов приводит к тому, что быстродействие системы с процессором НТ меньше быстродействия систем с двумя физическими процессорами. Однако выполнение нескольких приложений или одного многопоточного приложения в системе с процессором НТ демонстрирует прирост производительности примерно на 25% по сравнению с обычным однопроцессорным компьютером.

Требования к использованию

Технология Hyper-Threading, доступная для настольных систем, впервые появилась в процессоре Pentium 4 с тактовой частотой 3,06 ГГц. Более быстродействующие процессоры Pentium 4 и процессоры Pentium 4 с тактовой частотой шины 800 МГц также поддерживают НТ. Однако этого недостаточно — существуют и другие требования.

- **Поддерживающая НТ системная плата (набор микросхем).** Может потребоваться обновление BIOS.

- **Поддержка BIOS включения/отключения HT.** Если технология Hyper-Threading не поддерживается установленной операционной системой, HT необходимо отключить средствами BIOS. При включении поддержки HT скорость выполнения приложений изменяется, в большей или меньшей мере (обратитесь к индексам производительности конкретных приложений, наполняющих вашу систему).
- **Совместимая с HT операционная система, например Windows XP или Vista.** При использовании режима HT в программе Диспетчер устройств будет отображено два процессора.

Хотя Windows NT 4.0 и Windows 2000 разработаны для использования нескольких физических процессоров, для обеспечения работы процессора HT потребуется изменить ряд конфигурационных параметров. Операционные системы Linux с версией ядра 2.4.18 и выше также поддерживают данную технологию.

Многоядерная технология

Технология Hyper-Threading всего лишь *имитирует* наличие двух процессоров. Однако если даже имитация нескольких процессоров принесла свои плоды, то наличие двух и более процессоров в одном корпусе еще больше скажется на производительности. Внешне двухъядерные процессоры выглядят, как один; так же они рассматриваются и с точки зрения лицензионной политики компании Microsoft (в частности, для операционных систем Windows). Однако на самом деле внутри одного корпуса содержатся два, четыре, а то и больше полноценных процессорных ядер. Многоядерные процессоры обладают всеми теми же преимуществами, которые дают многопроцессорные системы, однако стоят намного дешевле. К тому же многоядерные процессоры, как уже отмечалось, позволяют избежать многих проблем, связанных с лицензированием программных продуктов. К примеру, несмотря на то что редакции Windows Vista Home Basic и Home Premium, равно как и XP Home, поддерживают только один процессор, если этим процессором окажется четырехъядерный, все четыре ядра будут поддерживаться и функционировать на полную мощность. Аналогично редакции Vista Business и Ultimate, а также XP Professional поддерживают до двух процессоров. Если этими процессорами, опять-таки, окажутся четырехъядерные, функционировать будут все 8 ядер.

В 2005 году компании AMD и Intel представили свои первые двухъядерные процессоры. AMD выпустила на рынок процессор Athlon 64 X2, устанавливаемый в материнские платы Socket 939, предназначенные для обычных одноядерных процессоров Athlon 64 и Athlon XP (в некоторых случаях могло потребоваться обновление BIOS). Также AMD представила двухъядерные версии процессоров Opteron для серверов и рабочих станций. Первыми ласточками от компании Intel стали двухъядерные процессоры Pentium D и Pentium Extreme Edition. Они использовали тот же разъем Socket 775, что и предыдущие модели Pentium 4. В то же время они требовали наличия в материнской плате набора микросхем системной логики, поддерживающих операции с двумя ядрами. Более новые двухъядерные процессоры Core 2 от Intel продолжали поддержку разъема Socket 775 на обновленных материнских платах и чипсетах. Затем компания AMD представила процессоры Athlon 64 FX, Athlon 64 X2 и Athlon X2 для разъема Socket AM2 с поддержкой памяти DDR2, а также Phenom X2 для разъема Socket AM3 с поддержкой памяти DDR2 и DDR3. В ноябре 2006 года компания Intel представила свои первые четырехъядерные процессоры Core 2 Extreme QX и Core 2 Quad. Свой первый четырехъядерный процессор компания AMD назвала Phenom X4.

Преимущества многоядерных процессоров

Независимо от быстродействия обычного одноядерного процессора и объема установленной оперативной памяти каждая запущенная программа должна обслуживаться соответствующим образом. Чем больше программ открыто, тем меньше своего времени процессор может посвятить каждой из них. В результате общая производительность компьютерной систе-

мы снижается. Рабочие станции и серверы уже давно используют все преимущества мультипроцессорной обработки данных, в частности лучшие показатели отклика системы в многозадачной среде, повышенную производительность и пропускную способность многопоточковых приложений (в терминах количества инструкций, обработанных за один цикл).

Однако высокая стоимость многопроцессорных материнских плат и необходимость установки нескольких процессоров долгое время не позволяли воспользоваться этими преимуществами владельцам настольных систем.

Примечание

В многопоточковом приложении разные части программы, именуемые *потоками*, могут выполняться одновременно и работать в одном адресном пространстве. Они могут совместно использовать данные и программный код. Такие приложения гораздо быстрее выполняются на многоядерных процессорах и процессорах от Intel, поддерживающих технологию Hyper-Threading.

Если в системе, как правило, одновременно работает множество разных приложений (например, клиент электронной почты, текстовый процессор, графический редактор, электронная таблица и т.д.), стоит подумать о переходе к многоядерным процессорам. Эти процессоры, представленные компаниями Intel и AMD, специально создавались для привнесения в мир настольных систем всех преимуществ многопроцессорной обработки данных.

Многоядерные процессоры, как и следует из названия, содержат в одном корпусе несколько процессорных ядер, что позволило получить все достоинства многопроцессорного компьютера при существенном уменьшении затрат. В отличие от технологии Hyper-Threading, которая только имитирует наличие двух процессоров, двухъядерным процессорам для поддержания повышенной производительности не нужны специальные приложения. Каждое из ядер процессора получило возможность посвящать больше времени отдельным приложениям и их потокам, что в многозадачной среде положительно сказалось на общей производительности.

Многоядерные процессоры предназначены для пользователей, которым необходима одновременная работа нескольких приложений или которые используют многопоточковые программы (пожалуй, в эту категорию попадут практически все современные пользователи компьютеров). На рис. 3.3 показано, как двухъядерный процессор обслуживает несколько приложений.

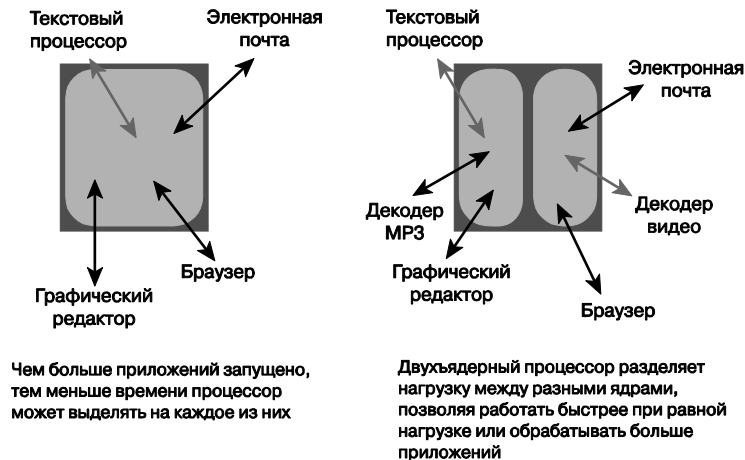


Рис. 3.3. Обслуживание нескольких задач одноядерным (слева) и двухъядерным (справа) процессорами

Важно осознать, что двухъядерный процессор не способен повысить производительность системы в однозадачной среде. К примеру, если вы играете на компьютере в трехмерные игры, не поддерживающие многопоточковость, то, вероятнее всего, это единственный процесс, под-

держиваемый системой в текущий момент. Следовательно, многозадачности нет, и получить преимущества от двухъядерного процессора не удастся. К счастью, с каждым днем все больше производителей компьютерных программ (в том числе игр) начинают использовать разделение потоков, что автоматически позволяет взять на вооружение достоинства параллельной обработки информации несколькими ядрами процессора.

Производство процессоров

Основным химическим элементом, используемым при производстве процессоров, является кремний — самый распространенный элемент после кислорода. Это базовый компонент, из которого состоит прибрежный песок (двуокись кремния); однако в таком виде он не подходит для производства микросхем.

Чтобы использовать кремний в качестве материала для изготовления микросхемы, необходим длительный технологический процесс, который начинается с получения кристаллов чистого кремния по методу Жокральски (автора этого метода). По этой технологии сырье, в качестве которого используется в основном кварцевая порода, преобразуется в электродуговых печах в металлургический кремний. Затем для удаления примесей полученный кремний плавится, дистиллируется и кристаллизуется в виде полупроводниковых слитков с очень высокой степенью чистоты (99,999 999%). После механической нарезки слитков полученные заготовки загружаются в кварцевые тигли и помещаются в электрические сушильные печи для вытяжки кристаллов, где плавятся при температуре более 2500° по Фаренгейту. Для того чтобы предотвратить образование примесей, сушильные печи обычно устанавливаются на толстом бетонном основании. Бетонное основание, в свою очередь, устанавливается на амортизаторах, что позволяет значительно уменьшить вибрацию, которая может негативно сказаться на формировании кристалла.

Как только заготовка начинает плавиться, в расплавленный кремний помещается небольшой медленно вращающийся затравочный кристалл (рис. 3.4). По мере удаления затравочного кристалла от поверхности расплава вслед за ним вытягиваются кремниевые нити, которые, затвердевая, образуют кристаллическую структуру. Изменяя скорость перемещения затравочного кристалла (10–40 мм в час) и температуру (примерно 2500° по Фаренгейту), получаем кристалл кремния малого начального диаметра, который затем наращивается до нужной величины. В зависимости от размеров изготавливаемых микросхем выращенный кристалл достигает 8–12 дюймов (20–30 мм) в диаметре и 5 футов (около 1,5 м) в длину. Вес выращенного кристалла достигает сотен килограммов.

Заготовка вставляется в цилиндр диаметром 200 мм (или 300 мм), часто с плоским вырезом на одной стороне для точности позиционирования и обработки. Затем каждая заготовка разрезается алмазной пилой более чем на тысячу круговых подложек толщиной менее миллиметра (рис. 3.5). После этого подложка полируется до тех пор, пока ее поверхность не станет зеркально гладкой.

В производстве микросхем используется процесс, называемый *фотолитографией*. Технология этого процесса такова: на полупроводник, служащий основой чипа, один за другим наносятся слои разных материалов; так создаются транзисторы, электронные схемы и проводники (дорожки), по которым распространяются сигналы. В точках пересечения специфических схем можно создать транзистор или переключатель (вентиль).

Фотолитографический процесс начинается с покрытия подложки слоем полупроводника со специальными добавками, затем этот слой покрывается фоторезистивным химическим составом, а после этого изображение микросхемы проектируется на ставшую теперь светочувствительной поверхность.

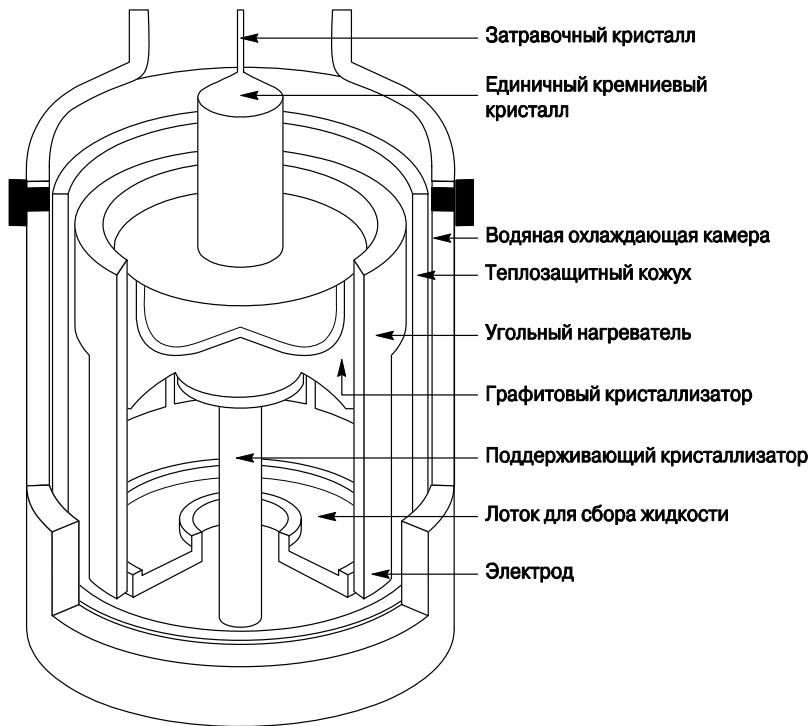


Рис. 3.4. Цилиндрическая кремниевая заготовка создается при большой температуре и высоком давлении

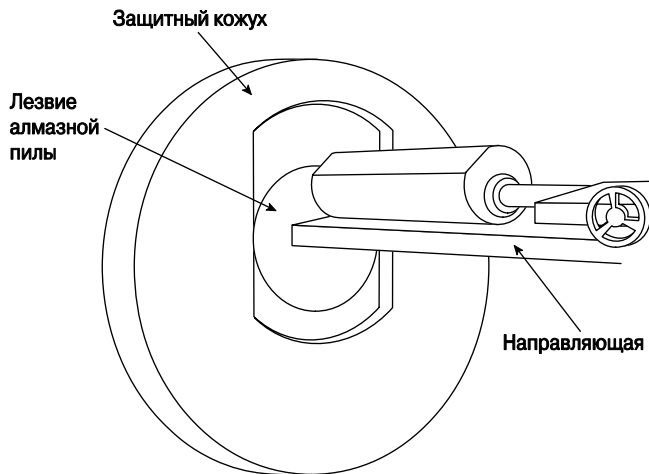


Рис. 3.5. При изготовлении процессора заготовка разрезается алмазной пилой более чем на тысячу круговых подложек

В результате добавления к кремнию (который, естественно, является диэлектриком) *донорных примесей* получается полупроводник. Проектор использует специальный фотошаблон (маску), который является, по сути, картой данного конкретного слоя микросхемы. Современные процессоры содержат 20 и более слоев полупроводников и более шести уровней межслойных соединений.

Проходя через первый фотошаблон, свет фокусируется на поверхности подложки, оставляя отпечаток изображения этого слоя. (Каждое изображение на микросхеме называется *кристаллом*.) Затем специальное устройство несколько перемещает подложку, а тот же фотошаблон (маска) используется для печати следующей микросхемы. После того как микросхемы будут отпечатаны на всей подложке, едкая щелочь смывает те области, где свет воздействовал на фоторезистивное вещество, оставляя отпечатки фотошаблона (маски) конкретного слоя микросхемы и межслойные соединения (соединения между слоями), а также пути прохождения сигналов. После этого на подложку наносится другой слой полупроводника и вновь немного фоторезистивного вещества поверх него, затем используется следующий фотошаблон (маска) для создания очередного слоя микросхемы. Таким способом слои наносятся один поверх другого до тех пор, пока не будет полностью изготовлена микросхема.

Некоторые маски добавляют так называемый *слой металлизации*, используемый для соединения всех транзисторов и других компонентов. В большинстве микросхем для этого слоя используют алюминий, но в последнее время стали использовать медь. Первые коммерчески выпускаемые процессоры по 0,18-микронной технологии с медной монтажной схемой произведены компанией AMD на заводе в Дрездене, в то время как “медные” процессоры Pentium 4 с ядром Northwood создавались уже по 0,13-микронной технологии (рис. 3.6). Медь является лучшим токопроводящим материалом, чем алюминий, и позволяет создавать меньшие по размеру межкомпонентные соединения, обладающие более низким сопротивлением, благодаря чему становится возможной разработка более быстродействующих процессоров с уменьшенным кристаллом. Медь стала применяться лишь сравнительно недавно из-за проблем с коррозией этого металла в производственном цикле, что не характерно для алюминиевых схем. Поскольку было найдено эффективное решение подобных проблем, все больше процессоров создаются на основе медных проводников.

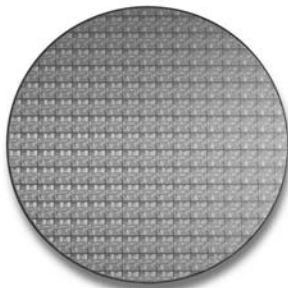


Рис. 3.6. 200-миллиметровая подложка 0,13-микронного процессора Pentium 4

Примечание

В микросхемах Pentium III и Celeron, содержащих ядро Coppermine с 0.18-микронной технологией, используется алюминиевая, но никак не медная схема соединений, как может показаться из его названия (“copper” в переводе с английского — медь). Оказывается, что название микросхемы никакого отношения к меди не имеет; она была названа в честь реки Coppermine, которая протекает в северо-западной части Канады. Компания Intel испытывает определенную симпатию к рекам (и другим геологическим структурам), расположенным в северо-западной части североамериканского континента, поэтому часто использует их в качестве кодовых имен. Например, предыдущая версия процессора Pentium III (0,25-микронный кристалл) имеет кодовое имя Katmai (одна из рек штата Аляска). Кодовые имена существующих процессоров Intel напоминают дорожные заметки путешественника на плотах: Deerfield, Foster, Northwood, Tualatin, Gallatin, McKinley и Madison — это названия рек штатов Орегон, Калифорния, Аляска, Монтана, Массачусетс и Вермонт.

Сегодня все большую популярность приобретает технология SOI (silicon on insulator — кремний на изоляторе). Она приходит на смену классической технологии CMOS. Компания AMD применяет технологию SOI при производстве 0,09-микронных процессоров. Ожидает-

ся, что технология SOI, которая обеспечивает большую степень изоляции по сравнению со CMOS, будет становиться все более и более популярной.

Когда обработка круговой подложки завершится, на ней будет фотоспособом отпечатано максимально возможное количество микросхем. Микросхема обычно имеет форму квадрата или прямоугольника, по краям подложки остаются некоторые “свободные” участки, хотя производители стараются использовать каждый квадратный миллиметр поверхности.

Промышленность переживает очередной переходный период в производстве микросхем. В последнее время наблюдается тенденция к увеличению диаметра подложки и уменьшению общих размеров кристалла, что выражается в уменьшении габаритов отдельных схем и транзисторов, а также расстояния между ними. В конце 2001 и начале 2002 года произошел переход с 0,18- на 0,13-микронную технологию, вместо алюминиевых межкристалльных соединений начали использовать медные, при этом диаметр подложки увеличился с 200 мм (8 дюймов) до 300 мм (12 дюймов). Увеличение диаметра подложки до 300 мм позволяет удвоить количество изготавливаемых микросхем. Использование 0,13- и 0,09-микронной технологии дает возможность разместить на кристалле больше транзисторов при сохранении его приемлемых размеров и удовлетворительного процента выхода годных изделий. Это сохраняет тенденцию увеличения объемов кэш-памяти, встраиваемой в кристалл процессора. Предполагается, что к 2010 году количество транзисторов, расположенных в каждой микросхеме, достигнет миллиарда.

В качестве примера того, как это может повлиять на параметры определенной микросхемы, рассмотрим процессор Pentium 4. Диаметр стандартной подложки, используемой в полупроводниковой промышленности в течение уже многих лет, равен 200 мм или приблизительно 8 дюймов. Таким образом, площадь подложки достигает 31416 мм². Первая версия процессора Pentium 4, изготовленного на 200-миллиметровой подложке, содержала в себе ядро Willamette, созданное на основе 0,18-микронной технологии с алюминиевыми контактными соединениями, расположенными на кристалле площадью около 217 мм². Процессор содержал 42 млн. транзисторов. На 200-миллиметровой (8-дюймовой) подложке могло разместиться до 145 подобных микросхем.

Более современные процессоры Pentium 4 с ядром Northwood, созданные по 0,13-микронной технологии, содержат медную монтажную схему, расположенную на кристалле площадью 131 мм². Этот процессор содержит уже 55 млн. транзисторов. По сравнению с версией Willamette ядро Northwood имеет удвоенный объем встроенной кэш-памяти второго уровня (512 Кбайт), что объясняет более высокое количество содержащихся транзисторов. Использование 0,13-микронной технологии позволяет уменьшить размеры кристалла примерно на 60%, что дает возможность разместить на той же 200-миллиметровой (8-дюймовой) подложке до 240 микросхем. Как вы помните, на этой подложке могло разместиться только 145 кристаллов Willamette.

В начале 2002 года Intel приступила к производству кристаллов Northwood на большей, 300-миллиметровой подложке площадью 70686 мм². Площадь этой подложки в 2,25 раза превышает площадь 200-миллиметровой, что позволяет практически удвоить количество микросхем, размещаемых на ней. Если говорить о процессоре Pentium 4 Northwood, то на 300-миллиметровой подложке можно разместить до 540 микросхем. Использование современной 0,13-микронной технологии в сочетании с подложкой большего диаметра позволило более чем в 3,7 раза увеличить выпуск процессоров Pentium 4. Во многом благодаря этому современные микросхемы зачастую имеют более низкую стоимость, чем микросхемы предыдущих версий.

В 2004 году начался переход к 90-нанометровому (0,09-микронному) технологическому процессу, что позволило создавать более быстродействующие микросхемы меньшего размера. Основная часть процессоров, выпущенных в 2005 году, была произведена именно с использованием данного процесса. В 2006 году подобная тенденция сохранилась.

В июле 2006 года компания Intel представила первый массовый процессор, основанный на 65-нанометровом процессе; в декабре того же года эту технологию представила и AMD. В настоящее время обе компании работают над 45-нанометровым процессом, выход первых таких

микросхем ожидается в 2008 году. Этот переход позволит разместить в одной микросхеме более миллиарда транзисторов. Во всех этих технологических улучшениях по-прежнему будет использоваться 300-миллиметровая подложка, так как переход к 450-миллиметровым пластинам ожидается не ранее 2012 года. Сведения об изменении технологических процессов, применяемых при производстве процессоров, приведены в табл. 3.15.

Таблица 3.15. Прошлое, настоящее и будущее полупроводниковых технологий

Год	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2004	2006	2008	2010	2012
Технологический процесс (микроны)	1,0	0,8	0,5	0,35	0,25	0,18	0,13	0,09	0,065	0,045	0,032	0,022
Технологический процесс (нанометры)	1000	800	500	350	250	180	130	90	65	45	32	22

При вводе новой производственной линии не все микросхемы на подложке будут годными. Но по мере совершенствования технологии производства данной микросхемы возрастет и процент годных (работающих) микросхем, который называется *выходом годных* (микросхем). В начале выпуска новой продукции выход годных может быть ниже 50%, однако ко времени, когда выпуск продукта данного типа прекращается, он достигает уже 90%. Большинство изготовителей микросхем скрывают реальные цифры выхода годных, поскольку знание фактического отношения годных к бракованным может быть на руку их конкурентам. Если какая-либо компания будет иметь конкретные данные о том, как быстро увеличивается выход годных у конкурентов, она может скорректировать цены на микросхемы или спланировать производство так, чтобы в критический момент усилить свое присутствие на рынке.

По завершении обработки подложки специальное устройство проверяет каждую микросхему на ней и отмечает некачественные, которые позже будут отбракованы. Затем микросхемы вырезаются из подложки с помощью высокопроизводительного лазера или алмазной пилы.

Когда кристаллы уже вырезаны из подложек, каждая микросхема испытывается отдельно, упаковывается и снова проходит тест. Процесс упаковки называется *соединением*: после того как кристалл помещается в корпус, специальная машина соединяет тончайшими золотыми проводами выводы кристалла со штырьками (или контактами) на корпусе микросхемы. Затем микросхема упаковывается в специальный пакет — контейнер, который, по существу, предохраняет ее от неблагоприятных воздействий внешней среды.

После того как выводы кристалла соединены со штырьками на корпусе микросхемы, а микросхема упакована, выполняется заключительное тестирование, чтобы определить правильность функционирования и номинальное быстродействие. Разные микросхемы одной и той же серии зачастую обладают различным быстродействием. Специальные тестирующие приборы заставляют каждую микросхему работать в различных условиях (при разных давлениях, температурах и тактовых частотах), определяя значения параметров, при которых прекращается ее корректное функционирование. Параллельно определяется максимальное быстродействие; после этого микросхемы сортируются по быстродействию и распределяются по приемникам: микросхемы с близкими параметрами попадают в один и тот же приемник. Например, микросхемы Pentium 4 2,0А, 2,2, 2,26, 2,24 и 2,53 ГГц представляют собой одну и ту же микросхему, т.е. все они были напечатаны с одного и того же фотошаблона; кроме того, сделаны они из одной и той же заготовки, но в конце производственного цикла были отсортированы по быстродействию.

Интересно отметить, что чем большим опытом в создании процессоров обладает производитель, доводя до совершенства производственную линию сборки микросхем, тем больше выпускается высокоскоростных версий последних. В результате из всех микросхем на одной подложке примерно 75% являются высокоскоростными версиями и лишь 25% работают на меньшей тактовой частоте. Парадокс заключается в том, что компания Intel зачастую продает намного больше дешевых низкоскоростных процессоров за счет блокирования частоты высокопроизводительных микросхем, которые маркируются как процессоры с низкой частотой.

В результате некоторые пользователи обнаружили, что многие процессоры могут работать на гораздо большей тактовой частоте, чем на них указано, что и привело к появлению такого понятия, как *разгон*.

Перемаркировка процессора

Узнав об описанной выше практике производителей, недобросовестные поставщики занялись перемаркировкой процессоров с низкой тактовой частотой, выдавая их за более быстрые версии. Ценовой разрыв между процессорами одной модели с разными тактовыми частотами может быть существенным и составлять сотни долларов, поэтому изменение всего лишь пары цифр на корпусе процессора позволяет получить немалые прибыли. Большинство процессоров Intel и AMD обладают большим запасом надежности и могут без особых проблем работать на повышенных частотах. Безусловно, все зависит от того, насколько процессор изначально был разогнан. Если перейти критическую черту, система может либо работать с проблемами, либо вообще не работать.

Перемаркированные микросхемы сначала создавались путем удаления фабричных обозначений и нанесения новых номеров. Подобный подлог было несложно обнаружить. Затем в ход пошли созданные вручную корпуса процессоров, особенно с разъемом Slot 1 и Slot A. Хотя создание пластикового корпуса и замена им фабричной оболочки — задача довольно сложная, прибыльность подобного занятия привлекла немало злоумышленников. Этот способ перемаркировки является уже организованным преступлением и отличается от перемаркировки, сделанной любопытным пользователем в гараже с помощью наждачной бумаги и штемпеля.

Компании Intel и AMD решили бороться с перемаркировкой процессоров, введя защиту от разгона в виде заблокированного коэффициента умножения; на этот шаг компании были вынуждены пойти более 10 лет назад. Как правило, блокирование коэффициента умножения осуществляется на этапе корпусировки процессоров; после этого изменить коэффициент умножения уже невозможно. Поэтому разгон процессора можно осуществлять, только увеличивая частоту шины, а значит, это становится уделом энтузиастов, но никак не привлекательным занятием для мошенников. Если вы точно знаете, что делать, то всегда сможете заставить работать процессор на более высокой частоте относительно номинала, увеличив частоту шины процессора.

Основная проблема защиты от разгона, предусмотренной компаниями Intel и AMD, состоит в том, что искусственный “фальшивомонетчик” всегда может найти способ обойти ее, вставив определенную логическую схему в пластиковый корпус процессора. Эта проблема в большей степени относится к процессорам, расположенным в корпусе с крышкой, которая может скрыть дополнительную схему. Процессоры последних версий менее восприимчивы к приемам подобного рода. Чтобы защитить себя от покупки фальсифицированных микросхем, сверьте номера спецификаций и серийные номера с существующей документацией Intel и AMD. Следующее, на что необходимо обратить внимание, — место покупки аппаратного обеспечения. Чрезвычайно опасно покупать что-либо на сайтах разнообразных Интернет-аукционов, так как покупателю там могут подсунуть все что угодно. Рассадником фальсифицированных аппаратных средств также могут быть передвижные выставки-продажи компьютерной техники. Настоятельно рекомендуется приобретать только “коробочные” версии процессоров Intel и AMD, а не их OEM-версии. В коробке вместе с процессором находится высококачественный радиатор, документация и трехлетняя гарантия от производителя.

Подделка компьютерных компонентов не ограничивается только процессорами. Мне приходилось видеть поддельную память (SIMM/DIMM), фальсифицированные манипуляторы “мышь”, фальшивые видеокарты, платы SCSI, микросхемы кэш-памяти, поддельные операционные системы и приложения, “левые” системные платы. Такие аппаратные средства, как ни странно, действительно работают, но обладают гораздо худшими характеристиками, чем настоящие. Например, одним из наиболее часто поддельваемых аппаратных компонентов является мышь Microsoft. Оптовая цена мыши изначально составляла 35 долларов, в то время как эти же устройства сторонних производителей стоили гораздо дешевле, например 2 долла-

ра. И вот кому-то в голову пришла “светлая” мысль — сделать 2-долларовую мышь похожей на мышь Microsoft, после чего продать ее “со скидкой” — всего лишь за 20 долларов. Многие из тех, кто купили такую мышь, до сих пор уверены, что совершили выгодную сделку.

Корпус PGA

Корпус типа PGA до недавнего времени был самым распространенным. Он использовался начиная с 1980-х годов для процессоров 286 и продолжает применяться до сего дня, хотя и не для всех процессоров. На нижней части корпуса микросхемы находится массив штырьков, расположенных в виде решетки. Корпус PGA вставляется в гнездо типа ZIF (Zero Insertion Force — нулевая сила вставки). Гнездо ZIF имеет рычаг для упрощения процедуры установки и удаления чипа.

Для большинства процессоров Pentium используется разновидность PGA — SPGA (Staggered Pin Grid Array — шахматная решетка массива штырьков), на которой штырьки на нижней стороне чипа расположены в шахматном порядке, а не в стандартном — по строкам и столбцам. Это было сделано для того, чтобы уплотнить штырьки и уменьшить занимаемую микросхемой площадь. На рис. 3.7 справа показан корпус Pentium Pro, на котором штырьки расположены по двойному шаблону SPGA; рядом с ним — обычный корпус процессора Pentium 66. Обратите внимание, что на верхней половине корпуса Pentium Pro имеются дополнительные штырьки, которые расположены среди других строк и столбцов в шахматном порядке.

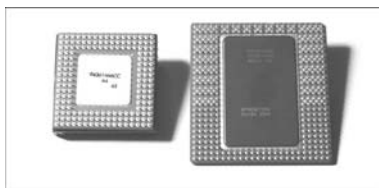


Рис. 3.7. Pentium 66 в корпусе PGA (слева) и Pentium Pro в корпусе SPGA, на котором штырьки расположены по двойному шаблону (справа)

В ранних версиях корпуса PGA кристалл процессора устанавливался лицевой стороной вниз в специальную полость, находящуюся ниже поверхности подложки. После этого кристалл прикреплялся к корпусу микросхемы сотнями тончайших золотых проводков, соединяющих контакты микросхемы с внутренними контактами корпуса. После выполнения проводного соединения полость корпуса закрывалась специальной металлической крышкой. Подобный способ изготовления микросхем оказался слишком дорогим и трудоемким, поэтому были разработаны более дешевые и эффективные методы упаковки.

Большинство современных процессоров собираются в корпусе с матричным расположением штырьковых выводов на обратной стороне кристалла (Flip-Chip Pin Grid Array — FC-PGA). Процессоры этого типа все еще устанавливаются в разъем PGA, но сам корпус стал значительно проще. При использовании корпуса FC-PGA необработанный кристалл кремния устанавливается лицевой стороной вниз на верхнюю часть подложки микросхемы. При этом проволоочное соединение заменяется аккуратной пайкой контактов по периметру кристалла. Края кристалла заливаются эпоксидной смолой. В оригинальных версиях корпуса FC-PGA пользователь может увидеть тыльную часть необработанного кристалла, установленного в этой микросхеме.

К сожалению, существует целый ряд проблем, связанных с закреплением радиатора на корпусе микросхемы FC-PGA. Радиатор “сидит” на верхней части кристалла, который служит его основанием. Если к одной из сторон радиатора во время его установки (например, при подсоединении зажима) приложить чрезмерное усилие, можно расколоть кристалл кремния и повредить микросхему. Поскольку радиаторы становятся все больше и тяжелее, увеличивается и усилие, необходимое для их установки.

Компания AMD попыталась уменьшить вероятность повреждения, установив в корпусе процессора Athlon XP специальные резиновые прокладки, предотвращающие чрезмерный наклон радиатора во время установки. К сожалению, эластичность используемых прокладок не позволяет полностью избежать опасности повреждения микросхемы при установке радиатора.

В Intel была создана новая версия корпуса FC-PGA2, используемая в более современных процессорах Pentium III и всех процессорах Pentium 4. Этот корпус включает в себя специальный теплораспределитель — металлическую защитную крышку, расположенную на верхней части кристалла. Эта крышка позволяет устанавливать большие и довольно тяжелые радиаторы, не опасаясь потенциального повреждения ядра процессора. Как это ни парадоксально, первый подобный теплораспределитель был применен компанией AMD в своих процессорах серии K6.

Семейство процессоров Athlon 64 предполагает несколько иной способ крепления теплоотвода по сравнению с Athlon XP. В Athlon 64 теплоотвод закрепляется на специальной рамке, прикрученной к системной плате. Кроме того, процессоры Athlon 64, Opteron и версии Sempron для Socket 754 оснащены теплораспределителем, который позволяет устанавливать большие и тяжелые теплоотводы без угрозы повреждения ядра процессора.

В будущем появится корпус, получивший название безударной послойной сборки (Bumpless Build-Up Layer — BBUL), при которой кристалл полностью заключается в корпус; фактически стенки корпуса формируются вокруг кристалла и поверх него, образуя полностью герметичную конструкцию. Корпус подобного типа охватывает кристалл микросхемы, создавая при этом плоскую поверхность, необходимую для установки радиатора, а также укорачивая схему внутренних соединений в корпусе. Этот корпус создается специально для процессоров, которые будут работать на сверхвысоких тактовых частотах — от 20 ГГц.

Корпуса SEC и SEP

В период с 1997 по 2000 год в Intel и AMD использовались модули процессоров, выполненные на основе картриджей или плат. Подобная компоновка, называемая *картриджем с односторонним контактом* (Single Edge Contact Cartridge — SECC) или *процессором с односторонним контактом* (Single Edge Processor Package — SEPP), включает в себя центральный процессор и несколько отдельных микросхем кэш-памяти второго уровня, собранных на монтажной плате, похожей на модули памяти большого размера и установленной в соответствующий разъем. В некоторых случаях монтажные платы закрывались специальными пластмассовыми крышками.

Корпус SEC представляет собой новаторскую, правда, несколько громоздкую конструкцию, включающую в себя рабочую шину процессора и внешнюю кэш-память второго уровня. Этот корпус использовался в качестве оптимального метода интегрирования кэш-памяти второго уровня в процессор до появления возможности ее включения непосредственно в кристалл процессора.

Корпус SEP (Single Edge Processor — корпус с одним процессором) является более дешевой разновидностью корпуса SEC. В нем нет верхней пластмассовой крышки, и может не устанавливаться кэш-память второго уровня (или же устанавливается меньший объем). Корпус SEP вставляется в разъем Slot 1. Чаще всего в корпус SEP помещают недорогие процессоры, например Celeron.

Разъем системной платы Slot 1 имеет 242 контакта. Размеры разъема Slot 1 показаны на рис. 3.8. Корпус SEC или SEP, внутри которого находится процессор, вставляется в Slot 1 и фиксируется специальной скобой. Иногда имеется крепление для системы охлаждения процессора. На рис. 3.9 показаны части крышки, из которых состоит картридж SEC. Обратите внимание на большую пластину, рассеивающую тепло, выделяемое процессором. Корпус SEP показан на рис. 3.10.

Процессор Pentium III упаковывается в корпус, который называется SECC2 (Single Edge Contact Cartridge, версия 2). Этот корпус является разновидностью корпуса SEC. Крышка расположена с одной стороны, а с другой стороны непосредственно к микросхеме прикрепляется охлаждающий элемент. Такое конструктивное решение позволяет более эффективно от-

водить от процессора тепло. Процессоры в этом корпусе вставляются в разъемы Slot 1. Корпус SECC2 показан на рис. 3.11.

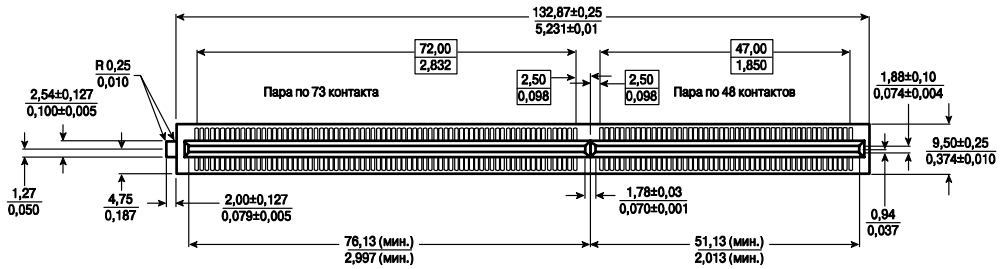


Рис. 3.8. Размеры разъема Slot 1 для процессора Pentium II

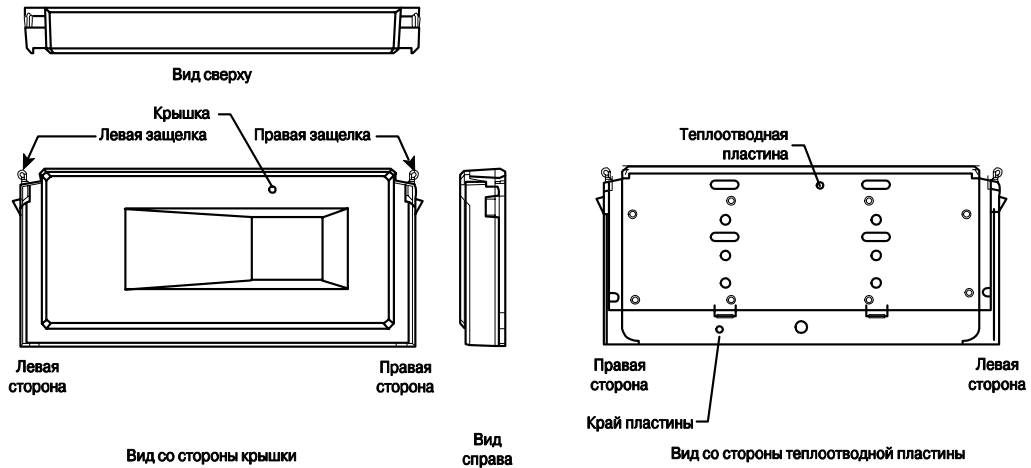


Рис. 3.9. Детали корпуса SEC для процессора Pentium II

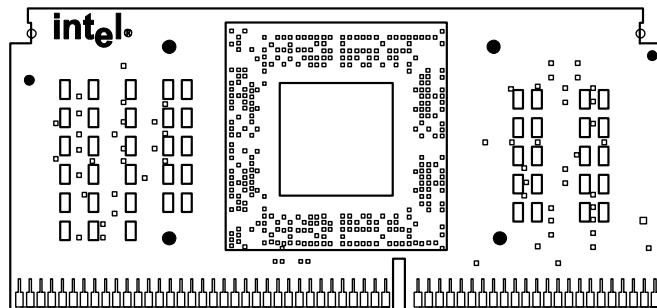


Рис. 3.10. Процессор Celeron в корпусе SEP

Появление корпусов подобного типа связано с тем, что включить кэш-память в кристалл ядра центрального процессора было невозможно. Когда появились конструкции, позволяющие ввести кэш-память второго уровня непосредственно в кристалл процессора, необходимость в использовании корпусов SEC и SEP отпал, и разработчики снова вернулись к корпусу PGA.

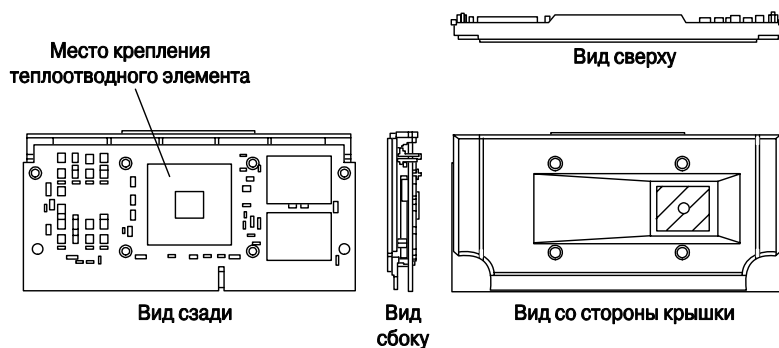


Рис. 3.11. Корпус SECC2 процессоров Pentium II/III

Гнезда для процессоров

Компании Intel и AMD разработали целый ряд типов гнезд и разъемов, предназначенных для установки процессоров. Характеристики типов гнезд и разъемов для процессоров от 486-го до самых новых приведены в табл. 3.16.

Таблица 3.16. Типы гнезд и разъемов для процессоров и их спецификации

Класс процессора	Тип гнезда	Кол-во контактов	Расположение контактов	Напряжение, В	Поддерживаемые процессоры	Дата появления на рынке
Intel/AMD 486	Socket 1	169	17×17 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4 OD	Апрель 1989 г.
	Socket 2	238	19×19 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4 OD, 486 Pentium OD	Март 1992 г.
	Socket 3	237	19×19 PGA	5/3,3	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4, 486 Pentium OD, AMD 5x86	Февраль 1994 г.
	Socket 6 ¹	235	19×19 PGA	3,3	486 DX4, 486 Pentium OD	Февраль 1994 г.
Intel/AMD 586 (Pentium)	Socket 4	273	21×21 PGA	5	Pentium 60/66, OD	Март 1993 г.
	Socket 5	320	37×37 SPGA	3,3/3,5	Pentium 75-133, OD	Март 1994 г.
	Socket 7	321	37×37 SPGA	VRM	Pentium 75-233+, MMX, OD, AMD K5/K6, Cyrix M1/II	Июнь 1995 г.
Intel 686 (Pentium II/III)	Socket 8	387	Dual-pattern SPGA	Auto VRM	Pentium Pro, OD	Ноябрь 1995 г.
	Slot 1(SC242)	242	Slot	Auto VRM	Pentium II/III, Celeron SECC	Май 1997 г.
	Socket 370	370	37×37 SPGA	Auto VRM	Celeron/Pentium III PPGA/FC-PGA	Ноябрь 1998 г.
Intel Pentium 4	Socket 423	423	39×39 SPGA	Auto VRM	Pentium 4 FC-PGA	Ноябрь 2000 г.
	Socket 478	478	26×26 mPGA	Auto VRM	Pentium 4/Celeron FC-PGA2	Октябрь 2001 г.
	Socket T (LGA775)	775	30×33 LGA	Auto VRM	Pentium 4/Celeron LGA775	Июнь 2004 г.
AMD K7	Slot A	242	Slot	Auto VRM	AMD Athlon SECC	Июнь 1999 г.
	Socket A (462)	462	37×37 SPGA	Auto VRM	AMD Athlon XP/Duron PGA/FC-PGA	Июнь 2000 г.
AMD K8	Socket 754	754	29×29 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64	Сентябрь 2003 г.

Класс процессора	Тип гнезда	Кол-во контактов	Расположение контактов	Напряжение, В	Поддерживаемые процессоры	Дата появления на рынке
Серверные решения и рабочие станции Intel/AMD	Socket 939	939	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64 v.2	Июнь 2004 г.
	Socket 940	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64FX, Opteron	Апрель 2003 г.
	Socket AM2	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64FX,, X2	Май 2006 г.
	Socket F	1207	35×35 LGA	Auto VRM	AMD Athlon QuadFX, Opteron	Август 2006 г.
	Slot 2 (SC330)	330	Slot	Auto VRM	Pentium II/III Xeon	Апрель 1998 г.
	Socket 603	603	31×25 mPGA	Auto VRM	Xeon (P4)	Май 2001 г.
	Socket 604	604	31×25 mPGA	Auto VRM	Xeon (P4)	Октябрь 2003 г.
	Socket PAC418	18	38×22	Auto VRM split SPGA	Itanium	Май 2001 г.
	Socket PAC611	611	25×28	Auto VRM mPGA	Itanium 2	Июль 2002 г.
	Socket 940	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64FX, Opteron	Апрель 2003 г.

1. Гнездо Socket 6 не нашло применения в реальных системах.
 FC-PGA. Flip-Chip Pin Grid Array (перевернутое гнездо с сеткой контактов).
 FC-PGA2. FC-PGA with an Integrated Heat Spreader (IHS) (гнездо FC-PGA с интегрированным теплоотводителем).
 OD. OverDrive (процессоры, предназначенные для модернизации существующих систем).
 PAC. Pin Array Cartridge (картридж с массивом контактов).
 PGA. Pin Grid Array (массив штырьковых контактов).
 PPGA. Plastic Pin Grid Array (массив штырьковых контактов в пластиковом корпусе).
 SC242. Slot connector, 242 pins (242-контактный разъем).
 SC330. Slot connector, 330 pins (330-контактный разъем).
 SECC. Single Edge Contact Cartridge (картридж с однорядным расположением контактов).
 SPGA. Staggered Pin Grid Array (корпус с шахматным расположением выводов).
 MPGA. Micro Pin Grid Array (массив штырьковых контактов в миниатюрном исполнении).
 VRM. Voltage Regulator Module (модуль стабилизатора напряжения). Позволяет задавать необходимое напряжение с помощью перемычек.
 Auto VRM. Модуль стабилизатора напряжения; позволяет задавать напряжение, определяемое контактами VID (Voltage ID — идентификатор напряжения).

Разъемы Socket 1, 2, 3 и 6, предназначенные для установки процессоров 486, представлены на рис. 3.12, а разъемы Socket 4, 5, 7 и 8, предназначенные для установки процессоров Pentium и Pentium Pro, показаны на рис. 3.12, что позволяет сравнить их размеры и схемы расположения контактов. Подробные схемы отдельных гнезд представлены в соответствующих разделах.

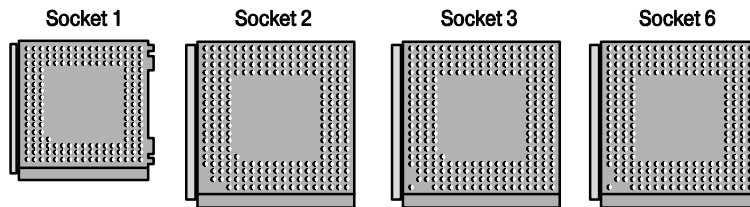


Рис. 3.12. Гнезда для процессора 486

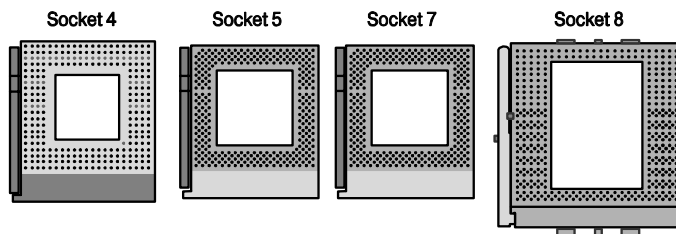


Рис. 3.13. Гнезда для процессоров Pentium и Pentium Pro

Гнездо ZIF

Коль скоро у пользователей не пропадает желание наращивать вычислительные возможности процессоров, производителям нужно побеспокоиться о том, чтобы процедура установки процессора была как можно проще. Однако, когда Intel разработала спецификацию гнезда Socket 1, оказалось, что для того, чтобы установить процессор в стандартное гнездо Socket 1, нужно приложить усилие (силу вставки), равное 100 фунтам. Приложив такое большое усилие, можно легко повредить микросхему или гнездо во время удаления или переустановки. Учитывая это, некоторые изготовители системных плат стали использовать гнездо LIF (Low Insertion Force — небольшая сила вставки); для установки в это гнездо микросхемы со 169 штырьками обычно требовалось усилие 60 фунтов. При установке процессора в стандартное гнездо или LIF я советовал бы вынимать системную плату, чтобы вы могли поддерживать ее с другой стороны, когда вставляете микросхему. Однако и усилие величиной 60 фунтов может повредить системную плату; кроме того, требуется специальный инструмент для удаления микросхемы из гнезда такого типа. Необходимо было разработать другой тип гнезда, чтобы пользователь мог легко заменить центральный процессор.

Таким гнездом стало специальное гнездо ZIF (Zero Insertion Force — нулевая сила вставки). Его начали применять в системных платах вместо гнезда Socket 1 и в гнездах Socket 2 и последующих. Тип гнезда ZIF просто необходим для уменьшения усилий при вставке микросхем с большим числом и плотностью контактов. Гнезда ZIF практически устраняют риск повреждения процессора при его вставке и извлечении, поскольку для этих операций не требуются ни особые усилия, ни специальные инструменты. Большинство разъемов ZIP оснащены специальным рычагом. Сначала нужно поднять этот рычаг, затем вставить микросхему в гнездо, после чего опустить рычаг. Такая схема действий упрощает процесс вставки и извлечения процессора.

Socket 1

Гнездо OverDrive, позже названное *Socket 1*, относится к гнездам типа PGA со 169 штырьками. Системные платы с этим гнездом поддерживают процессоры 486SX, DX, DX2 и DX2/OverDrive. Гнездо этого типа может использоваться в большинстве систем на основе процессора 486, которые первоначально были рассчитаны на обновление с помощью OverDrive. На рис. 3.14 показаны выводы гнезда Socket 1.

Процессор DX в первоначальном варианте потреблял ток не более 0,9 А при напряжении питания 5 В и тактовой частоте 33 МГц (потребляемая мощность — 4,5 Вт) и не более 1 А при тактовой частоте 50 МГц (5 Вт). Ток потребления у процессора DX2 или OverDrive не превышает 1,2 А при тактовой частоте 66 МГц (6 Вт). При столь незначительной мощности можно использовать пассивный алюминиевый ребристый радиатор, который прикрепляется к процессору теплопроводящей эпоксидной смолой. Для процессоров OverDrive с тактовой частотой менее 40 МГц радиатор вообще не нужен.

Socket 2

Когда начался выпуск процессора DX2, компания Intel уже разрабатывала свой Pentium. Было решено выпустить “усеченную” 32-разрядную модель Pentium для модернизации компьютеров, в которых используется процессор DX2. Вместо того чтобы просто повысить тактовую частоту, Intel создала совершенно новую микросхему с расширенными возможностями процессора Pentium.

Эта микросхема, названная *Pentium OverDrive Processor*, подключается в гнездо типа Socket 2 или Socket 3. На системных платах с такими гнездами могут устанавливаться любые процессоры — 486 SX, DX, DX2 и Pentium OverDrive. Поскольку этот процессор, в сущности, является 32-разрядной версией Pentium (обычно 64-разрядного), многие стали называть его *Pentium SX*. Он поставляется в нескольких версиях, которые работают на тактовых частотах 25/63 и 33/83 МГц. Первое число является частотой системной платы, а второе — рабочей частотой самого процессора Pentium OverDrive. Это процессор с тактовой частотой, в 2,5 раза превышающей тактовую частоту системной платы (т.е. множитель для тактовой частоты процессора равен 2,5). На рис. 3.15 показано расположение выводов стандартного гнезда типа Socket 2.

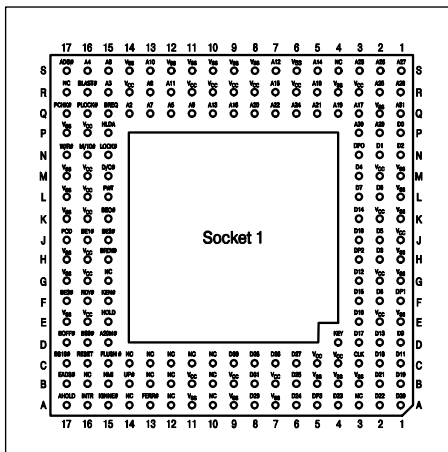


Рис. 3.14. Расположение выводов в гнезде типа Socket 1

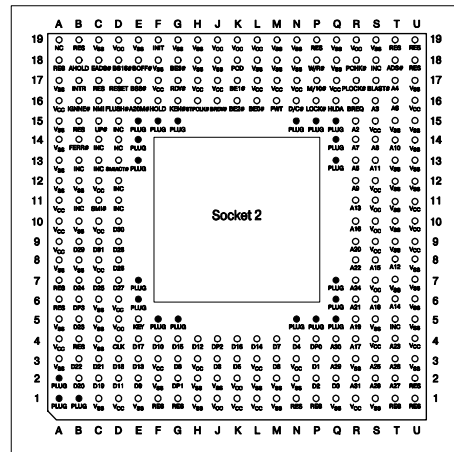


Рис. 3.15. Расположение выводов в гнезде типа Socket 2

Несмотря на то что процессор для установки в разъем Socket 2 называется Pentium OverDrive, он не является полноценным процессором Pentium (с 64-разрядной шиной данных). Компания Intel несколько поторопилась с разработкой гнезда типа Socket 2, поскольку позже выяснилось, что во многих компьютерах микросхема процессора перегревается. Поэтому для процессора Pentium OverDrive был разработан активный теплоотвод, представляющий собой комбинацию обычного радиатора и электрического вентилятора. В отличие от дополнительных вентиляторов, приклеиваемых или прикрепляемых зажимами, для питания этого вентилятора используется напряжение 5 В, получаемое непосредственно из гнезда для установки микросхемы. При этом не нужны никакие дополнительные соединения с дисководом жесткого диска или блоком питания. Узел вентилятора вместе с радиатором крепится непосредственно к процессору, и при выходе вентилятора из строя его можно легко заменить.

Для установки активного теплоотвода над гнездом процессора должно быть свободное пространство — около 3,5 см от поверхности платы (для свободной циркуляции воздуха). В компьютерах, в которых такого зазора нет, заменить имеющийся процессор на Pentium OverDrive сложно или даже невозможно.

Еще одна проблема, возникающая при такой модернизации, связана с потребляемой мощностью. Процессор Pentium OverDrive потребляет ток около 2,5 А (вместе с вентилятором)

при напряжении питания 5 В (потребляемая мощность — 12,5 Вт), что примерно вдвое больше, чем у процессора DX2 на 66 МГц.

Примечание

Компания Intel уже не выпускает процессоры OverDrive, но продолжает поддерживать соответствующую техническую информацию по адресу:

<http://www.intel.com/support/processors/overdrive/index.htm>

Socket 3

Поскольку гнездо типа Socket 2 не было рассчитано на столь высокие токи потребления, а выделяемое процессором Pentium OverDrive количество теплоты при напряжении питания 5 В оказалось слишком большим, Intel создала новый процессор, который практически представлял собой тот же Pentium OverDrive, но работающий при напряжении питания 3,3 В, при этом потребляемый ток не превышал 3,0 А (потребляемая мощность — 9,9 Вт); помимо того, от источника питания с напряжением 5 В работал вентилятор, потребляющий дополнительные 0,2 А (1 Вт). Таким образом, суммарная потребляемая мощность была равна 10,9 Вт, что несколько меньше, чем у процессоров с напряжением питания 5 В. Конструкция теплоотвода этого процессора аналогична вышеописанной, а вентилятор в случае неисправности по-прежнему можно легко снять и заменить.

Для монтажа процессоров DX4 и Pentium OverDrive с напряжением питания 3,3 В компания Intel разработала новое гнездо. Кроме указанных микросхем с напряжением питания 3,3 В, в это гнездо можно установить старые процессоры SX, DX, DX2 и даже Pentium OverDrive (все с 5-вольтным питанием). При наличии в компьютере гнезда типа Socket 3 возможны самые разные варианты модернизации. Расположение контактов в гнезде показано на рис. 3.16.

Отметим, что в гнезде типа Socket 3, в отличие от гнезда типа Socket 2, предусмотрены один дополнительный контакт и несколько других контактов. У него более надежное расположение ключей, что является дополнительной страховкой от неправильной установки микросхемы. Но у этого гнезда есть один серьезный недостаток: в нем автоматически не определяется необходимое для установленной микросхемы напряжение питания. Обычно рядом с гнездом на системной плате находится переключатель, переставляя который, можно выбрать напряжение (5 или 3,3 В).

Внимание

Поскольку переключатель переставляется вручную, не исключена ошибка: в гнездо с установленным напряжением 5 В может быть вставлена микросхема, рассчитанная на 3,3 В. При включении питания такая микросхема моментально выйдет из строя. Учтите это обстоятельство и трижды перепроверьте положение переключки, прежде чем включать компьютер после замены процессора. Возможна и другая ошибка: 5-вольтный процессор вставляется в гнездо с напряжением 3,3 В. Ничего страшного при этом не произойдет, но компьютер работать не будет до тех пор, пока не будет изменено положение переключки.

Socket 4

В первых процессорах Pentium с тактовыми частотами 60 и 66 МГц было 273 вывода. Для них было специально разработано соответствующее гнездо типа Socket 4 с напряжением питания 5 В, в которое можно установить, наряду с ними, процессор OverDrive. Расположение контактов в гнезде показано на рис. 3.17.

Любопытно, что исходный процессор Pentium с тактовой частотой 66 МГц потребляет ток до 3,2 А при напряжении питания 5 В (16 Вт) (без учета мощности, потребляемой активным теплоотводом — вентилятором), а ток потребления заменяющего его процессора OverDrive с той же тактовой частотой не превышает 2,7 А (13,5 Вт), из которых примерно 1 Вт приходится на долю вентилятора. Даже первый Pentium с тактовой частотой 60 МГц потреблял ток 2,91 А при напряжении питания 5 В (14,55 Вт). Кажется странным, что заменяющий процес-

сор, который, по идее, работает вдвое быстрее, потребляет при этом меньшую мощность. Это связано с различиями в технологии производства первых процессоров Pentium и процессоров OverDrive.

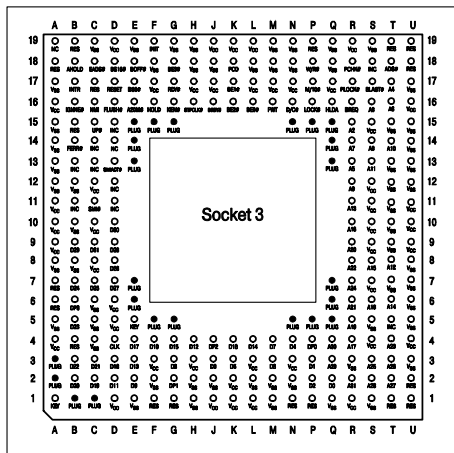


Рис. 3.16. 237-контактное гнездо типа Socket 3

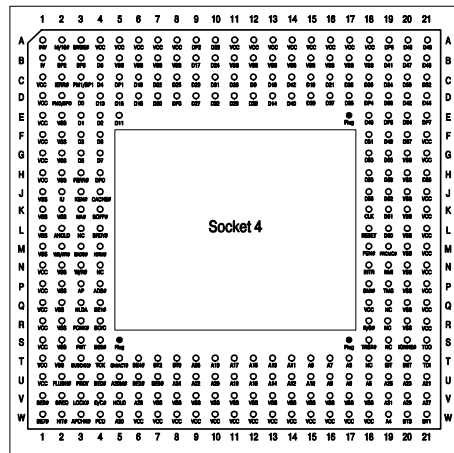


Рис. 3.17. 273-контактное гнездо типа Socket 4

Хотя оба процессора работают при напряжении питания 5 В, исходный вариант процессора Pentium производится по технологии, предусматривающей, что минимальный размер структуры на кристалле равен 0,8 мкм. При этом мощность, потребляемая микросхемой, существенно выше, чем при использовании новой технологии с минимальным размером структуры 0,6 мкм, которая используется при производстве процессоров OverDrive и других процессоров Pentium. Уменьшение размера структур — один из основных способов снижения энергопотребления. Хотя процессоры OverDrive для систем на базе Pentium и потребляют меньшую мощность, чем исходные микросхемы, при их установке в гнездо может возникнуть проблема, связанная со свободным пространством для активного радиатора, который крепится к верхней панели процессора. Как и в других процессорах OverDrive со встроенным вентилятором, питание на двигатель подается непосредственно из гнезда процессора, и подключать что-либо еще не требуется. При необходимости вентилятор можно легко снять.

Socket 5

Повысив тактовую частоту процессора Pentium до 75, 90 и 100 МГц, Intel перешла на технологию, позволяющую получить минимальный размер структур 0,6 мкм, и на напряжение питания 3,3 В. Тем самым удалось снизить потребляемую мощность до 10,725 Вт (3,25 А при напряжении 3,3 В). Таким образом, процессор с тактовой частотой 100 МГц потребляет значительно меньшую мощность, чем первый Pentium, работавший на тактовой частоте 60 МГц. Эта технология обеспечивает еще меньшее потребление мощности и крайне высокую тактовую частоту без перегрева процессора.

В процессорах Pentium 75 и некоторых последующих предусмотрено 296 выводов; эти процессоры устанавливаются в 320-контактное гнездо типа Socket 5. Свободные контакты были зарезервированы для процессора Pentium OverDrive. В гнезде типа Socket 5 контакты расположены в шахматном порядке (по сетке SPGA — Staggered Pin Grid Array), что позволило увеличить плотность их размещения.

Выпущено несколько процессоров OverDrive для существующих систем на базе процессора Pentium. Как правило, это были процессоры с интегрированными модулями стабилизатора напряжения, которые можно было устанавливать в гнезда, предназначенные для установки процессоров с большим напряжением питания. Intel подобные процессоры не выпуска-

ет, однако компании Evergreen и PowerLeap все еще выпускают средства модернизации устаревших компьютерных систем. Расположение контактов в гнезде показано на рис. 3.18.

В новом процессоре Pentium OverDrive, для которого, собственно, и предназначено это гнездо, предусматривается активный теплоотвод с вентилятором, причем напряжение на вентилятор подается непосредственно из гнезда. Ток потребления этого процессора не превышает 4,33 А при напряжении питания 3,3 В (14,289 Вт), еще 0,2 А от 5-вольтового источника (1 Вт) потребляет вентилятор. Суммарная мощность не превышает 15,289 Вт, т.е. даже меньше, чем у первого Pentium с тактовой частотой 66 МГц, хотя новый процессор чуть ли не в четыре раза производительнее.

Socket 6

Гнездо типа Socket 6 — это новая разработка, предназначенная специально для процессоров DX4 и 486 Pentium OverDrive. Оно представляет собой несколько модифицированное гнездо типа Socket 3, в котором закрыты два контактных отверстия, служащих дополнительными ключами. В гнезде этого типа 235 контактов; оно рассчитано на установку процессора 486 или OverDrive с 3,3-вольтовым напряжением питания. В него можно установить только процессоры DX4 и 486 Pentium OverDrive. Поскольку в гнезде типа Socket 6 предусмотрено напряжение питания 3,3 В, а устанавливаемые процессоры именно на него и рассчитаны, возможность сжечь микросхему при неправильной установке, существующая при использовании гнезда типа Socket 3, здесь исключена.

Socket 7 (Super7)

Гнездо типа Socket 7, в сущности, представляет собой тип Socket 5 с одним дополнительным ключевым выводом во внутреннем углу ключевого контакта. Поэтому в гнезде типа Socket 7 выводов всего 321, и расположены они по сетке SPGA 21×21. Действительное отличие этого гнезда заключается не в нем самом, а в сопутствующем блоке регулирования напряжения питания VRM (Voltage Regulator Module).

Этот блок является небольшой платой, содержащей все схемы для регулирования напряжения, которые используются для того, чтобы понизить напряжение питания 5 В до необходимого для процессора.

Основная причина появления модуля стабилизатора напряжения VRM заключается в том, что компании Intel и AMD хотели уменьшить напряжения, подаваемые на процессоры, а системная плата подает только напряжения 3,3 и 5 В, поступающие с блока питания. Компания Intel выпускала различные версии процессоров Pentium и Pentium MMX с напряжением питания 3,3 В (версии VR), 3,465 В (версии VRE) и 2,8 В. Аналогичные процессоры, выпускаемые AMD, Cugix и другими компаниями, рассчитаны на напряжения от 3,3 до 1,8 В. Поэтому производители системных плат оснащают их модулями VRM, позволяющими обеспечивать необходимые напряжения питания для процессоров класса Pentium.

Расположение контактов в гнезде показано на рис. 3.19.

Компании AMD, Cugix и несколько производителей наборов микросхем улучшили характеристики разработанного компаний Intel гнезда Socket 7; в результате появилось гнездо Super Socket 7 (или Super7), предназначенное для установки процессоров с частотой шины 66, 95 или 100 МГц. Это привело к выпуску систем класса 7, оснащенных процессорами частотой до 500 МГц. Быстродействие таких систем было не намного ниже, чем систем класса Slot 1—Socket 370, оснащенных процессорами Intel. Системы класса Super7 также оснащались разъемами AGP и контроллерами жестких дисков Ultra DMA; кроме того, подобные системы поддерживали расширенные функции управления питанием.

Целый ряд производителей наборов микросхем, в том числе Acer Laboratories, Inc. (ALi), VIA Technologies и Silicon Integrated Systems (SiS), выпускали наборы микросхем для системных плат класса Super7. Большинство производителей системных плат выпускали системные платы данного класса в формфакторах Baby-AT и ATX.

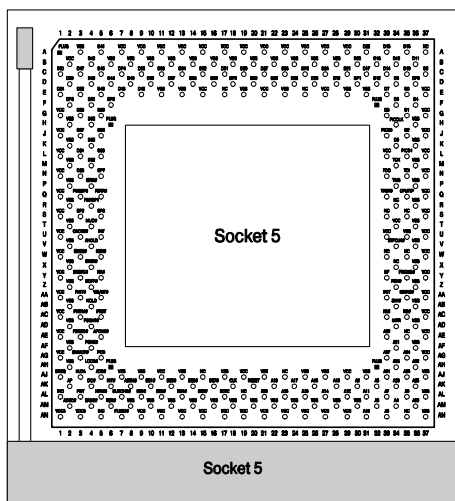


Рис. 3.18. 320-контактное гнездо типа Socket 5

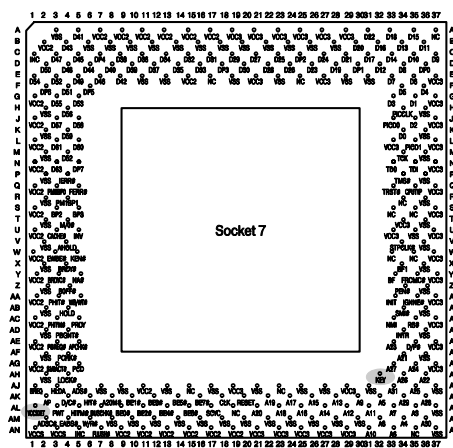


Рис. 3.19. Гнездо типа Socket 7

Socket 8

Это гнездо SPGA с огромным количеством (387) штырьков. Оно было специально разработано для процессора Pentium Pro с интегрированным кэшем второго уровня. Дополнительные штырьки должны позволить набору микросхем системной логики управлять кэшем второго уровня, который интегрирован в один корпус с процессором. Расположение выводов гнезда Socket 8 показано на рис. 3.20.

Socket 370 (PGA-370)

В ноябре 1998 года Intel представила новое гнездо для процессоров класса P6. Это гнездо получило название Socket 370 (PGA-370), так как содержало 370 выводов (штырьков) и первоначально разрабатывалось для более дешевых процессоров Celeron и Pentium III версий PGA. Платформа Socket 370 предназначалась для вытеснения с рынка систем среднего и нижнего уровней архитектуры Super7 (что ей вполне удалось), поддерживаемой компаниями AMD и SugiX. Новое гнездо позволяет использовать менее дорогие процессоры, монтажные системы, радиаторы и т.п., тем самым снижая стоимость всей конструкции. Первоначально все процессоры Celeron и Pentium III выпускались в исполнении SECC или SEPP. В целом эта конструкция представляла собой монтажную плату, содержащую процессор и кэш-память второго уровня, установленную на отдельной плате, которая, в свою очередь, была подключена к системной плате через разъем Slot 1. Микросхема кэша второго уровня являлась частью процессора, но не была непосредственно в него интегрирована. Модуль многокристалльной микросхемы был разработан Intel для процессора Pentium Pro, стоимость которого, однако, оказалась слишком высокой. Плата с отдельно расположенными микросхемами была гораздо дешевле, поэтому процессор Pentium II и отличался от своего предшественника.

Компания Intel, начиная с процессора Celeron 300A (представленного в августе 1998 года), объединяет кэш-память второго уровня непосредственно с кристаллом процессора; разделенные микросхемы больше не применяются. При использовании полностью интегрированной кэш-памяти отпадает необходимость в установке процессора на отдельной плате. Следует заметить, что для снижения себестоимости Intel вернулась к гнездовой конструкции, которая была использована, в частности, в процессоре Celeron.

Расположение выводов гнезда Socket 370 (PGA-370) показано на рис. 3.21.

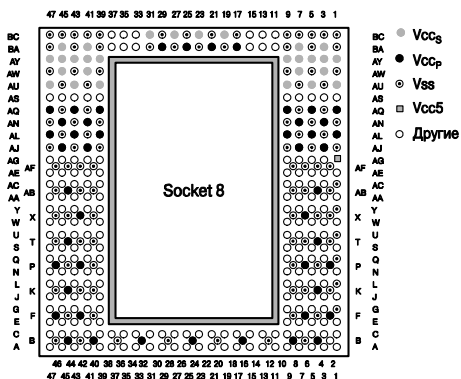


Рис. 3.20. Гнездо типа Socket 8

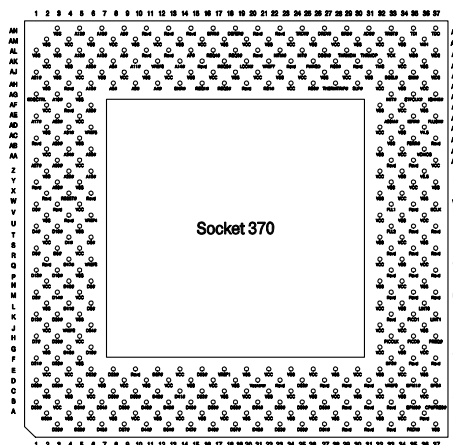


Рис. 3.21. Гнездо типа Socket 370 (PGA-370)

Все процессоры Celeron с рабочей частотой 333 МГц и ниже доступны только в корпусе Slot 1, 366–433 МГц — как в корпусе Slot 1, так и в Socket 370, а начиная с модели 466 МГц и до 1,4 ГГц — только в исполнении Socket 370. Процессоры в исполнении Socket 370 (PGA-370) можно устанавливать в разъем Slot 1; для этого необходимо приобрести специальный переходник PGA–Slot 1.

В октябре 1999 года Intel анонсировала процессоры Pentium III с интегрированной кэш-памятью, которые подключались к гнезду Socket 370. В этих процессорах использовался корпус FC-PGA (Flip Chip Pin Grid Array). Скорее всего, именно этот корпус будет использоваться в последующих версиях процессоров Intel.

Примите в расчет то, что некоторые системные платы Socket 370 не поддерживают новые процессоры Pentium III и Celeron в корпусе FC-PGA. Это связано с тем, что новые процессоры имеют два вывода RESET и им нужна поддержка спецификации питания VRM 8.4. Предшествующие системные платы, разработанные только для процессоров Celeron, относятся к *традиционным системным платам*, а более новые, поддерживающие второй вывод RESET и спецификацию VRM 8.4, называются *улучшенными системными платами*. Чтобы выяснить, относится ли гнездо к компонентам расширенных версий, обратитесь к производителям системной платы или системы. Некоторые системные платы, к числу которых принадлежит Intel CA810, поддерживают спецификацию VRM 8.4 и обеспечивают соответствующее напряжение. Однако без поддержки вывода Vtt процессор Pentium III в корпусе FC-PGA будет удерживаться в положении RESET#.

Установка нового процессора в корпусе FC-PGA в старую системную плату не приведет к выходу из строя последней; скорее всего, можно повредить сам процессор. Дело в том, что Pentium III, изготовленный по 0,18-микронной технологии, использует напряжение питания 1,60–1,65 В, в то время как в устаревших платах рабочее напряжение равно 2,00 В. Существует также вероятность того, что системная плата выйдет из строя. Это может произойти в том случае, если BIOS системной платы не сможет правильно идентифицировать напряжение процессора. Чтобы гарантировать совместимость системной платы и BIOS, обратитесь перед установкой к производителю компьютера или системной платы.

Конструкция системной платы с разъемом Slot 1 позволяет поддерживать практически все процессоры Celeron, Pentium II или Pentium III, в том числе и “гнездовые” версии процессоров Celeron и Pentium III. Для этого следует воспользоваться адаптером типа Slot-socket, который иногда называется также *slot-кет*. Этот адаптер, по существу, представляет собой плату Slot 1, содержащую только гнездо Socket 370, что позволяет использовать процессор PGA в любой плате Slot 1. Пример типичного адаптера *slot-кет* приведен в разделе, посвященном процессорам Celeron.

Socket 423

Гнездо ZIF-типа Socket 423 (рис. 3.22) анонсировано в ноябре 2000 года для процессора Pentium 4 (кодовое название — Willamette).

Архитектура Socket 423 поддерживает шину процессора 400 МГц, соединяющую процессор с ядром контроллера памяти (Memory Controller Hub — MCH), который является основной частью микропроцессорного набора системной платы. Процессоры Pentium 4 с рабочей частотой 2 ГГц обычно используются с разъемом Socket 423; для более быстрых версий необходим разъем Socket 478.

В конструкции Socket 423 используется уникальный метод установки радиатора, состоящий в применении крепежных элементов, присоединенных к корпусу системного блока или к специальной пластине, расположенной ниже системной платы. Подобная конструкция была разработана для того, чтобы выдерживать вес большого радиатора, необходимого для работы Pentium 4. По этой причине для установки системных плат с гнездом Socket 423 часто требуется специальный блок, содержащий дополнительные элементы жесткости. К счастью, с появлением нового гнезда Socket 478, предназначенного для Pentium 4, потребность в использовании дополнительных конструктивных элементов исчезла.

В процессоре используется пять выводов идентификатора напряжения (VID), благодаря которым с помощью модуля VRM, встроенного в системную плату, можно задать точное значение необходимого напряжения для определенного процессора. Это позволяет автоматически устанавливать величину напряжения. Первые версии Pentium 4 используют напряжение питания 1,7 В, которое может измениться в следующих моделях. Маленькая треугольная метка в одном из углов указывает расположение вывода 1, тем самым помогая правильно установить микросхему.

Socket 478

Гнездо ZIF-типа Socket 478 анонсировано в октябре 2001 года для процессоров Pentium 4 и Celeron 4 (основан на ядре Pentium 4). Это гнездо было разработано специально для поддержки дополнительных контактов будущих процессоров Pentium 4 с тактовой частотой более 2 ГГц. Монтаж радиатора выполняется иначе, чем в ранее использовавшемся гнезде Socket 423, что позволяет тем самым устанавливать на центральный процессор радиаторы больших размеров. Гнездо Socket 478 показано на рис. 3.23.

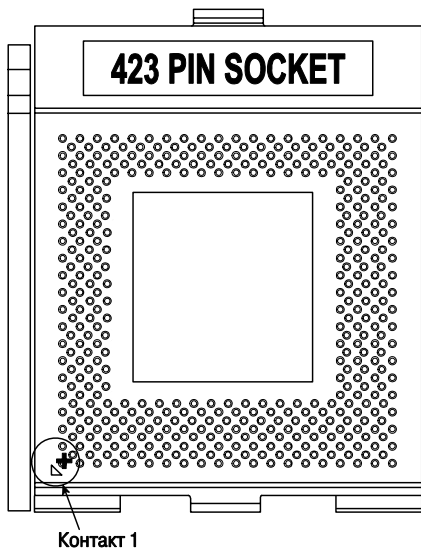


Рис. 3.22. Расположение вывода 1 гнезда Socket 423 (Pentium 4)

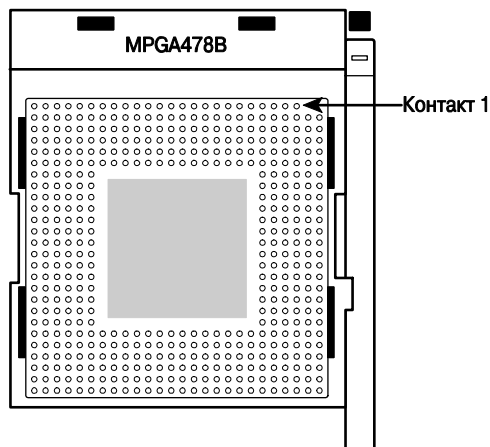


Рис. 3.23. Расположение вывода 1 гнезда Socket 478 (Pentium 4)

Архитектура Socket 478 поддерживает шину процессора 400, 533 и 800 МГц, соединяющую процессор с ядром контроллера памяти (Memory Controller Hub – MCH), который является основной частью набора микросхем системной платы.

В конструкции Socket 478 используется новый метод крепления радиатора, благодаря которому теплоотвод устанавливается непосредственно на системную плату, а не в разъем центрального процессора или крепежный блок (как, например, Socket 423). Таким образом, для установки гнезда может использоваться любой стандартный крепежный блок без монтажа дополнительных элементов жесткости, необходимых для установки плат Socket 423. Новая компоновка радиатора позволяет увеличить величину монтажного зазора между радиатором и процессором, что улучшает его охлаждение.

В процессорах Socket 478 используется пять выводов идентификатора напряжения (VID), позволяющих с помощью модуля VRM, встроенного в системную плату, автоматически задавать точное напряжение для центрального процессора. Маленькая треугольная метка в одном из углов указывает расположение вывода 1, помогая тем самым правильно установить микросхему.

Socket A (Socket 462)

В июне 2000 года компания AMD представила гнездо Socket A (называемое также Socket 462), предназначенное для поддержки процессоров Athlon и Duron версии PGA. Это гнездо разрабатывалось для замены разъема Slot A, используемого изначально процессором Athlon. В настоящее время в процессорах Athlon и Duron используется встроенная кэш-память второго уровня, поэтому дорогой корпус, предназначенный для первых версий процессора Athlon, больше не нужен.

Гнездо Socket A (Socket 462) содержит 462 контакта и имеет те же размеры, что и Socket 370 (рис. 3.24). Однако поместить процессор для гнезда Socket 370 в Socket A невозможно. Это гнездо поддерживает 31 значение напряжения питания в диапазоне 1,100–1,850 В с шагом 0,025 В (контакты процессора VID–VID4). Блок регулирования напряжения питания встроен в системную плату.

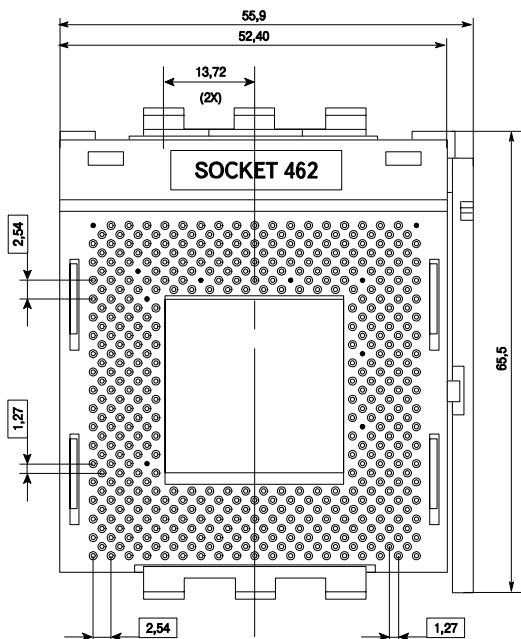


Рис. 3.24. Гнездо типа Socket A (Socket 462) для процессоров Athlon/Duron

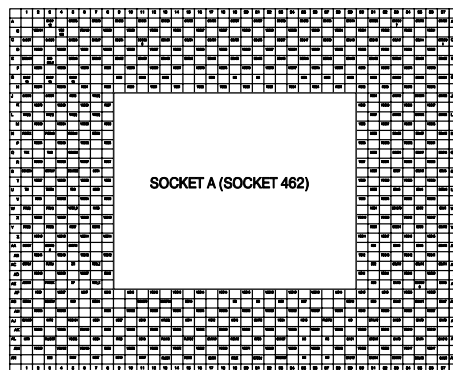


Рис. 3.25. Расположение выводов гнезда типа Socket A (Socket 462)

Существует в общей сложности 11 заглушенных отверстий, в число которых вошли и два внешних микроотверстия. Они используются для правильной ориентации процессора в гнезде во время его установки. Схема расположения выводов Socket A показана на рис. 3.25.

Компания AMD объявила о том, что все новые версии процессоров Athlon XP будут выпускаться только для гнезда Socket A. Кроме того, некоторое время AMD продавала версию процессора Athlon с уменьшенным объемом кэш-памяти второго уровня, получившую название Duron. В 2005 году компания AMD прекратила выпуск процессоров Athlon XP и представила процессор AMD Sempron с формфакторами Socket A и Socket 754. Первый процессор Athlon 64 также использовал разъем Socket 754, но впоследствии переключился на формфакторы Socket 939 и AM2.

Внимание

Возможность физической установки микросхемы в тот или иной разъем вовсе не означает, что она будет работать. Для корректной работы более современных версий процессоров Athlon XP и Sempron требуется другое напряжение питания, а также поддержка BIOS и соответствующий набор микросхем. Как обычно, не забудьте убедиться в том, что существующая системная плата поддерживает устанавливаемый процессор.

Socket 603

Гнездо Socket 603 (рис. 3.26) используется вместе с процессором Intel Xeon в двухпроцессорных (Dual Processor — DP) или многопроцессорных (Multiple Processor — MP) конфигурациях. Гнезда этого типа обычно устанавливаются на системных платах, предназначенных для использования в сетевых файловых серверах.

Socket 754

Гнездо Socket 754 (рис. 3.27) используется с новыми процессорами Athlon 64, а также некоторыми версиями процессора Sempron — экономичной линейки процессоров от компании AMD. Это гнездо поддерживает одноканальную небуферизируемую память DDR SDRAM.

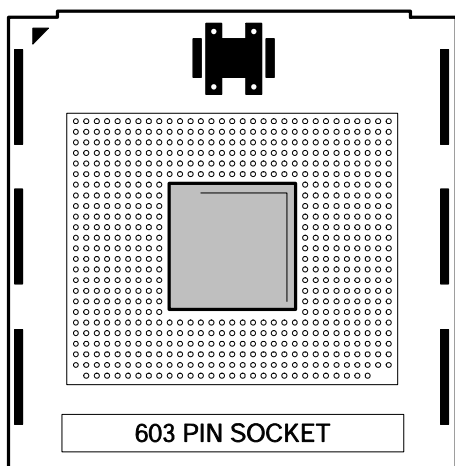


Рис. 3.26. Гнездо Socket 603 для процессоров Intel Xeon

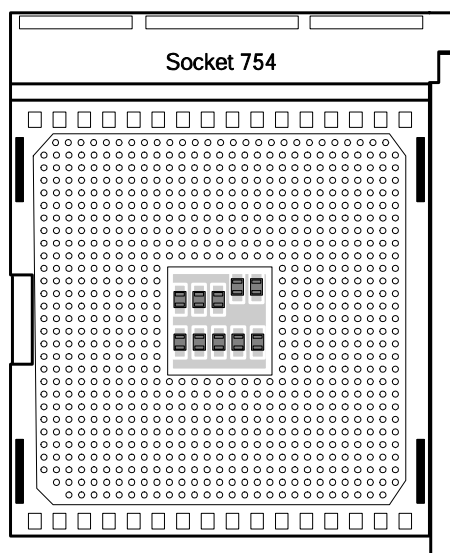


Рис. 3.27. Гнездо Socket 754. Большой срезанный край в нижнем левом углу указывает на расположение первого контакта

Socket 939 и Socket 940

Гнездо Socket 939 предназначено для установки процессоров AMD Athlon 64, 64 FX и 64 X2 (рис. 3.28). Это гнездо также используется некоторыми процессорами AMD Opteron для рабочих станций и серверов. Системные платы, оснащенные данным гнездом, поддерживают обычные небуферизированные модули DDR SDRAM в одно- или двухканальном режиме, а не предназначенные для серверов (значительно более дорогие) регистровые модули, используемые в системных платах класса Socket 940.

Гнездо Socket 940 предназначено для установки процессоров AMD Athlon 64 FX и большинства процессоров AMD Opteron (рис. 3.29). Системные платы, оснащенные данным гнездом, поддерживают только регистровые модули DDR SDRAM в двухканальном режиме. Поскольку разъемы Socket 939 и Socket 940 содержат разное количество контактов, они не являются взаимозаменяемыми.

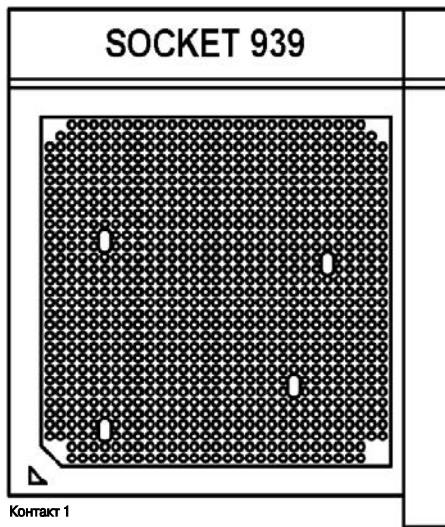


Рис. 3.28. Гнездо Socket 939. Срезанный угол и треугольник в нижнем левом углу соответствуют контакту 1

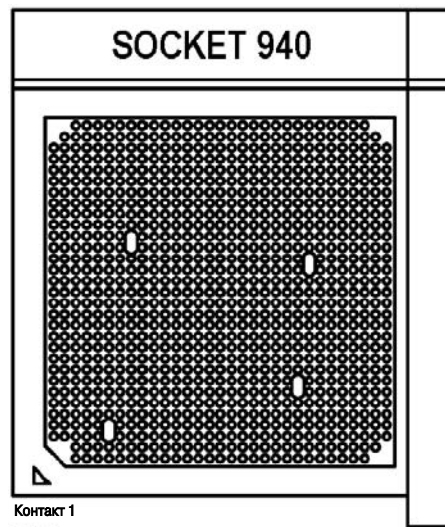


Рис. 3.29. Гнездо Socket 940. Срезанный угол и треугольник в нижнем левом углу соответствуют контакту 1

Socket LGA775 (Socket-T)

Гнездо LGA775 (также называемое *Socket-T*) предназначено для установки новейших версий процессоров Intel Pentium 4 Prescott. Первые версии процессоров Prescott предназначались для установки в гнездо Socket 478. Гнездо Socket T уникально тем, что штырьковые контакты расположены на самом гнезде, а не на процессоре. Первыми процессорами в упаковке LGA были Pentium II и Celeron 1997 года выпуска; эти процессоры закреплялись на картридже Slot 1.

В разъемах LGA на нижней части подложки находятся золотые гнезда, заменившие собой штырьки разъемов PGA. При установке процессоров в гнездо LGA можно прикладывать большие усилия, благодаря чему обеспечиваются лучшая стабильность и охлаждение. На самом деле LGA — это аналог корпуса процессоров LCC (Leadless Chip Carrier), который использовался при производстве процессоров 286 в 1984 году. В то же время корпус LGA имеет что-то общее с корпусом BGA (Ball Grid Array), однако он намного лучше подходит для установки в гнезда. Первые корпуса LCC были керамическими, в то время как корпуса LGA процессоров Pentium II — пластиковые, предназначенные для закрепления на картридже. Современные корпуса LGA органические и устанавливаются в гнездо. Можно сказать, что корпуса LGA процессоров Pentium 4 используют несколько технологий, которые уже применялись в прошлом, в том числе OLGA при создании подложки и C4 при создании ядра (рис. 3.30).

Socket AM2

В мае 2006 года компания AMD представила процессоры, предназначенные для установки в новое гнездо, получившее название Socket AM2 (рис. 3.31). Компания AMD позиционирует M2 как универсальную замену гнездам Socket 754, Socket 939 и Socket 940, предназначенным для установки процессоров Athlon 64, Athlon 64 FX и Athlon 64 X2.

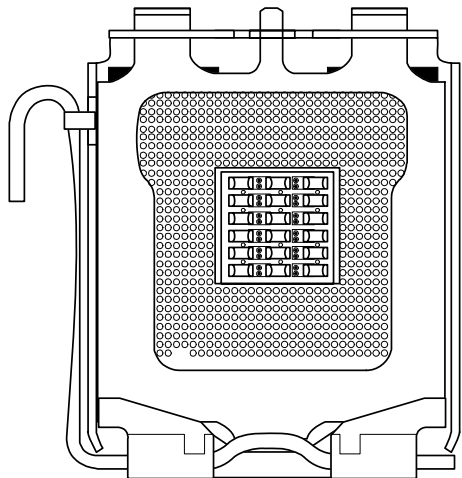


Рис. 3.30. Socket T. Рычаг слева позволяет поднять пластину и “положить” процессор на контакты

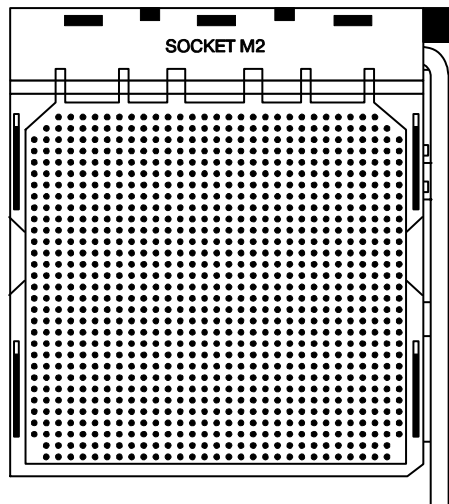


Рис. 3.31. Гнездо Socket AM2

Хотя гнездо Socket AM2 содержит 940 контактов (ровно столько, сколько и гнездо Socket 940), оно предназначено для установки обновленных версий процессоров с интегрированным двухканальным контроллером памяти DDR2, который в 2006 году был добавлен в процессоры семейства Athlon 64 и Opteron. Процессоры для гнезд Socket 754, Socket 939 и Socket 940 оснащены контроллером памяти DDR и не совместимы по контактам с гнездом Socket AM2.

Socket F (1207FX)

Гнездо Socket F (также называемое 1207FX) впервые было представлено компанией AMD в августе 2006 года для линейки серверных процессоров Opteron. Это первый разъем от компании AMD с компоновкой LGA (Land Grid Array), аналогичной Socket LGA775 от компании Intel, содержащий 1207 штырьков на матрице 35×35, причем штырьки размещены на гнезде, а не на процессоре. Гнезда Socket F обычно помещаются на материнские платы парами, что подразумевает поддержку двух процессоров. Это гнездо использовалось также двухъядерными процессорами семейства Quad FX, которые позволяли довести количество процессорных ядер на материнской плате до четырех. В будущих версиях планируется поддержка четырехъядерных процессоров, при этом количество процессорных ядер в системе будет доведено до восьми. Ввиду повышенной дороговизны поддержки двух физических процессоров на одной материнской плате было выпущено только ограниченное число несерверных материнских плат, оснащенных гнездами Socket F.

Разъемы процессора

После выпуска процессора Pentium Pro с интегрированной кэш-памятью второго уровня L2 компания Intel пришла к выводу, что используемый ею тип корпуса слишком дорогостоящий. Поэтому Intel решила найти более простой способ интеграции кэш-памяти и других

компонентов в корпус процессора. В результате появилась конструкция в виде картриджа. Для установки картриджей потребовалось разработать и специальный разъем, который устанавливался на системных платах.

Для установки процессоров Pentium II, Pentium III и некоторых процессоров Celeron предназначен 242-контактный разъем Slot 1. А для установки процессоров Pentium II Xeon и Pentium III Xeon, предназначенных для рабочих станций и серверов, используется более сложный 330-контактный разъем Slot 2. Помимо разного количества контактов, существовали и более заметные различия между разъемами Slot 1 и Slot 2. Разъем Slot 2 можно использовать на системных платах, предназначенных для установки четырех и даже большего количества процессоров. В то же время разъем Slot 1 можно использовать только в одно- и двух-процессорных системах.

Следует отметить, что разъем Slot 2 также назывался SC330 (slot connector with 330 pins — разъем с 330 контактами). В дальнейшем Intel открыла менее дорогостоящие способы интеграции кэш-памяти L2 в ядро процессора, поэтому выпуск процессоров в исполнении Slot 1 и Slot 2 был прекращен.

Slot 1 (SC242)

Этот разъем, также называемый SC242 (slot connector with 242 pins — разъем с 242 контактами), используется для установки корпуса SEC (Single Edge Cartridge — корпус с односторонним контактом), в котором находится процессор Pentium II, Pentium III или Celeron. На рис. 3.32 показаны размеры разъема Slot 1 и расположение контактов.

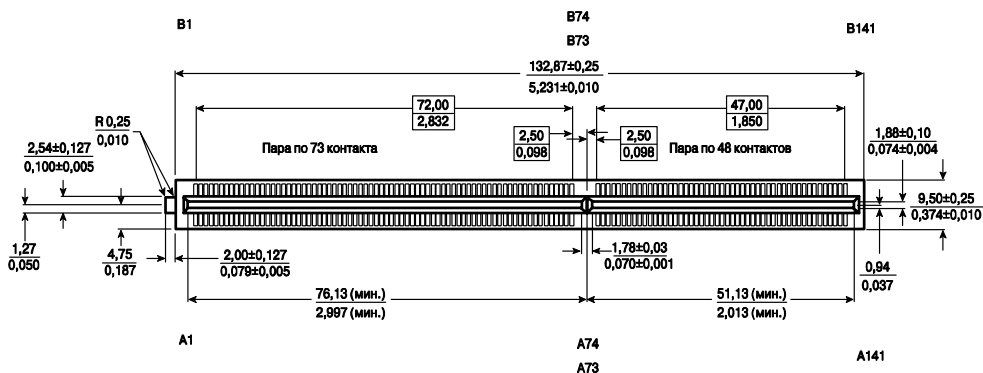


Рис. 3.32. Размеры разъема Slot 1 и размещение контактов

Slot 2 (SC330)

Гнездо Slot 2 (его иногда называют SC330, так как оно содержит 330 контактов) используется в высокопроизводительных системных платах на базе процессоров Pentium II Xeon и Pentium III Xeon (рис. 3.33).

Процессоры Pentium II/III Xeon упакованы в корпус большего размера (рис. 3.34), чем корпуса процессоров Pentium II/III.

Системные платы с разъемом Slot 2 применяются в основном в высокопроизводительных системах, чаще всего — в серверах или рабочих станциях, созданных на базе процессоров Pentium II/III Xeon. Эти версии процессора Xeon отличаются от стандартных процессоров Pentium II и Pentium III в основном наличием кэш-памяти второго уровня, работающей на полной тактовой частоте процессора, а в некоторых случаях и на более высокой. Дополнительные контакты предназначены для сигналов, необходимых в системах с несколькими процессорами.

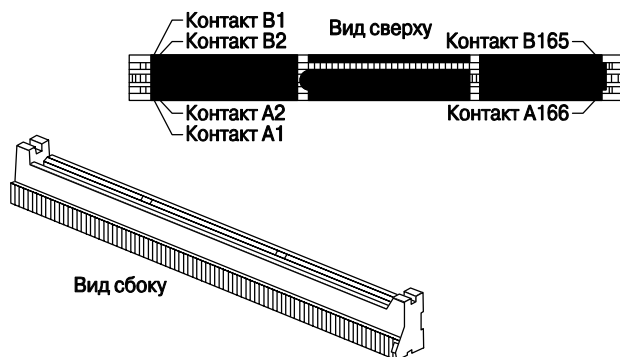


Рис. 3.33. Гнездо Slot 2 (SC330)

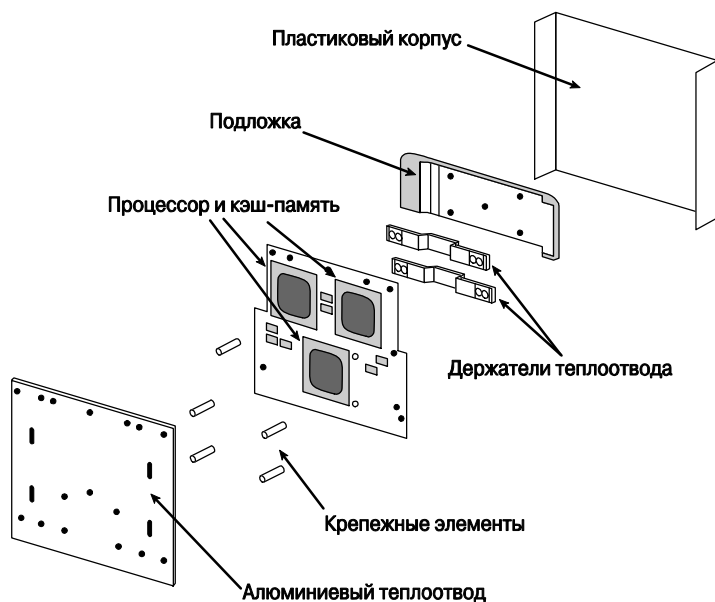


Рис. 3.34. Картридж процессоров Pentium III Xeon и Pentium III Xeon

Напряжение питания процессоров

В последнее время явно прослеживается тенденция к снижению напряжения питания процессоров. Наиболее очевидным следствием этого является снижение потребляемой мощности. Конечно, если потребляемая мощность меньше, то функционирование системы обходится дешевле; еще более важно снижение потребляемой мощности для переносных систем, так как благодаря этому компьютер может работать намного дольше на одной и той же батарее. Именно значительное удлинение срока службы батареи, вызванное снижением потребляемой мощности, повлекло за собой множество усовершенствований, направленных на понижение напряжения питания процессора.

Еще одним преимуществом является то, что при пониженном напряжении, а следовательно, и при более низкой потребляемой мощности выделяется меньше тепла. Процессор и вентилятор можно размещать ближе к другим компонентам, т.е. упаковка системы может быть более плотной; кроме того, срок службы процессора возрастает.

К преимуществам можно отнести и то, что процессор вместе с вентилятором потребляет меньшую мощность, а потому может работать быстрее. Именно благодаря снижению напряжения удалось повысить тактовую частоту процессоров. (Чем ниже напряжение, тем меньше времени необходимо для изменения уровня сигнала с низкого на высокий.)

До выпуска портативных компьютеров на базе Pentium и Pentium MMX в большинстве процессоров использовалось одно и то же напряжение и для процессора, и для схем ввода-вывода. Вначале большинство процессоров, а также схемы ввода-вывода работали при напряжении, равном 5 В, которое позже было снижено до 3,5 или 3,3 В (в целях уменьшения потребляемой мощности). Когда один и тот же уровень напряжения используется для процессора, его внешней шины и сигналов схем ввода-вывода, говорят, что такой процессор использует единственный, или *унифицированный*, уровень напряжения.

При создании процессора Pentium для переносных компьютеров компанией Intel был разработан способ, с помощью которого можно значительно уменьшить потребляемую мощность при сохранении совместимости с существующими наборами микросхем системной логики, микросхемами логики шины, микросхемами памяти и другими компонентами, рассчитанными на 3,3 В. Благодаря этому был создан компьютер с двумя уровнями напряжения, или с расщеплением уровня напряжения, в котором процессор использовал более низкое напряжение, а схемы ввода-вывода работали при напряжении 3,3 В. Это новшество стали называть *технологией уменьшения напряжения* (Voltage Reduction Technology – VRT); оно появилось в портативных вариантах процессора Pentium в 1996 году. Позже два уровня напряжения использовались также в процессорах для настольных систем; например, Pentium MMX был рассчитан на напряжение 2,8 В, а схемы ввода-вывода работали при напряжении 3,3 В. Теперь в большинстве современных процессоров как для переносных, так и для настольных компьютеров возможны два уровня напряжения. В некоторых современных процессорах типа Mobile Pentium II используется напряжение 1,6 В, хотя все еще поддерживается совместимость с компонентами ввода-вывода, работающими при напряжении 3,3 В.

Гнезда Socket 370, Socket 478, Socket A, Socket 604, Socket 754, Socket 940 и разъемы процессоров Pentium Pro (Socket 8) и Pentium II (Slot 1 или Slot 2) имеют специальные контакты – Voltage ID (VID), которые используются процессором для сообщения системной плате точных значений необходимого напряжения. Это позволяет преобразователям напряжения, встроенным в системную плату, автоматически устанавливать правильный уровень сразу при установке процессора.

К сожалению, в Socket 7, Super 7 и в системных платах, рассчитанных на более ранние версии процессоров, возможность автоматической установки напряжения не предусмотрена. Это означает, что необходимо устанавливать переключки или указывать напряжение для устанавливаемого процессора при конфигурировании системной платы вручную. Для процессоров Pentium (Socket 4, 5 или 7) требуются различные напряжения, но последние процессоры версии MMX рассчитаны на напряжение 2,8 В, за исключением процессоров Pentium для переносных компьютеров, работающих при напряжении 1,8 В. Напряжения, потребляемые процессорами, приведены в табл. 3.17. Некоторые модели процессоров в исполнении Socket 7 использовали двойное питание, т.е. раздельное питание цепей ввода-вывода и отдельное питание ядра.

Обычно приемлемый диапазон составляет 5% от номинального напряжения.

Большинство системных плат с гнездом типа Socket 7, а также рассчитанные на более поздние версии процессоров Pentium для совместимости с будущими устройствами поддерживают несколько уровней напряжения (например, 2,5, 2,7, 2,8 и 2,9 В). Преобразователь напряжения, встроенный в системную плату, трансформирует напряжение питания в напряжения различных уровней, необходимые для питания процессора. Значения соответствующих напряжений должны быть указаны в документации к системной плате и процессору.

Pentium Pro и Pentium II были первыми процессорами, которые автоматически устанавливают величину напряжения питания, управляя встроенным в системную плату преобразователем напряжения через контакты Voltage ID (VID).

Таблица 3.17. Напряжения, используемые процессорами с одним и двумя уровнями напряжения

Установка	Процессор	Напряжение ядра процессора, В	Напряжение схем ввода-вывода, В	Количество уровней напряжения
VRE (3,5 В)	Intel Pentium	3,5	3,5	Один
STD (3,3 В)	Intel Pentium	3,3	3,3	Один
MMX (2,8 В)	Intel MMX Pentium	2,8	3,3	Два
VRE (3,5 В)	AMD K5	3,5	3,5	Один
3,2 В	AMD K6	3,2	3,3	Два
2,9 В	AMD K6	2,9	3,3	Два
2,4 В	AMD K6-2/K6-3	2,4	3,3	Два
2,2 В	AMD K6/K6-2	2,2	3,3	Два
VRE (3,5 В)	Cyrix 6x86	3,5	3,5	Один
2,9 В	Cyrix 6x86MX/MII	2,9	3,3	Два
MMX (2,8 В)	Cyrix 6x86L	2,8	3,3	Два
2,45 В	Cyrix 6x86LV	2,45	3,3	Два

В режимах питания STD и VRE величины напряжения, подаваемого на ядро процессора и схемы ввода-вывода, практически одинаковы; такие режимы называются *одноуровневыми*. При установке какого-либо другого режима, отличного от STD или VRE, системная плата по умолчанию переходит на *двухуровневый* режим, при котором на ядро процессора подается какое-либо определенное напряжение, а на схемы ввода-вывода — постоянное по величине напряжение, равное 3,3 В.

Гнездо Socket 5 предназначалось для поддержки режимов STD и VRE. Любой процессор, работающий в этих режимах, может быть установлен как в гнездо Socket 5, так и в Socket 7. Конструкция разъемов Socket 4 позволяет обеспечить только одно значение напряжения — 5 В, а также имеет ряд других отличий. В частности, это совершенно разные схемы выводов и уменьшенное количество контактов. Таким образом, процессор, разработанный для гнезд Socket 7 и Socket 5, нельзя использовать в конструкциях более ранних версий.

Большинство материнских плат с разъемом Socket 7 для Pentium и более поздних для совместимости с разными процессорами позволяли устанавливать разные напряжения питания (например, 2,2, 2,4, 2,5, 2,7, 2,8 и 2,9 В, а также более старые установки STD и VRE). Регулятор напряжения, встроенный в материнскую плату, преобразует напряжение, подаваемое блоком питания, в необходимое процессору. Чтобы установить нужное напряжение, ознакомьтесь с документацией к процессору и материнской плате.

Начиная с Pentium Pro, все новые процессоры автоматически определяют параметры напряжения с помощью встроенного в системную плату регулятора. Для этого применяются контакты VID.

Системные платы последних версий позволяют в целях повышения производительности отменить установленное значение напряжения. Причем эту величину можно изменить вручную, ведь для разгона процессора достаточно увеличить напряжение на десятую часть вольт. Следует заметить, что в этом случае, конечно, увеличивается нагрев процессора, поэтому необходимо принять соответствующие меры по отводу избыточного тепла.

Примечание

Хотя современные процессоры используют контакты VID для обеспечения выбора процессором корректного напряжения, некоторые более новые модели процессоров, предназначенные для установки в гнездо “старого” типа, могут потребовать напряжение, не поддерживаемое системной платой. Прежде чем выполнять модернизацию системы, устанавливая более новый и быстрый процессор, убедитесь в том, что его поддерживает системная плата. Очень часто для обеспечения поддержки достаточно обновить системную BIOS.

Проблемы нагрева и охлаждения

Нагрев — это проблема любой производительной компьютерной системы. Чем выше частота работы процессора, тем больше тепла он выделяет. Как правило, процессор — самый энергоемкий компонент системы. Обычно простого вентилятора, используемого для отвода тепла, оказывается недостаточно.

Чтобы обеспечить должное охлаждение, процессоры оснащаются радиаторами, которые, в свою очередь, оснащаются вентиляторами. Подобную комбинацию принято называть *активным теплоотводом* (или *активным радиатором*) (рис. 3.35). Активные радиаторы подключаются к разъемам питания. Причем это могут быть как обычные разъемы питания для жестких дисков, так и специальные разъемы на системной плате. Разъемы на материнской плате также позволяют осуществлять мониторинг производительности активного радиатора в настройках BIOS и в специальных программах.

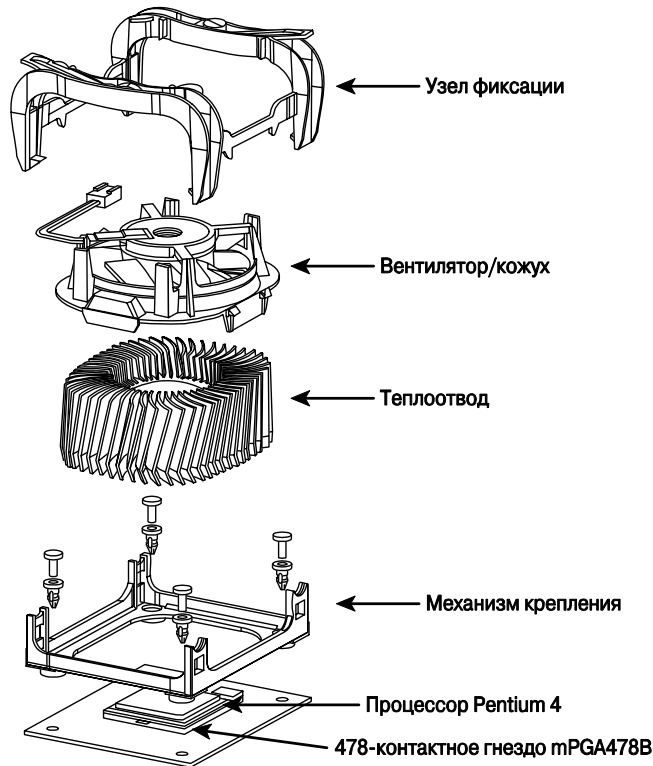


Рис. 3.35. Активный радиатор для процессора Pentium 4 (Socket 478)

Вопросы, связанные с охлаждением, а также модификацией компьютерных систем, подробно рассматриваются в главе 21.

Математические сопроцессоры

С любыми процессорами Intel (и их аналогами) могут использоваться сопроцессоры. С тех пор как компания Intel расположила сопроцессор на одном кристалле с процессором 486DX, все сопроцессоры, выпускаемые Intel и AMD, расположены на том же кристалле, что и сам процессор. *Сопроцессоры* выполняют операции с плавающей запятой, которые потребовали бы от основного процессора больших затрат машинного времени. Выигрыш можно по-

лучить только при выполнении программ, написанных с расчетом на использование сопроцессора. Все Intel-совместимые процессоры пятого и шестого поколений (например, от компаний AMD и Cyrix) оснащались интегрированным устройством для операций с плавающей точкой (FPU).

Сопроцессоры выполняют такие сложные операции, как деление длинных операндов, вычисление тригонометрических функций, извлечение квадратного корня и нахождение логарифма, в 10–100 раз быстрее основного процессора и при этом значительно точнее. Операции сложения, вычитания и умножения выполняются основным процессором и не передаются сопроцессору.

Система команд сопроцессора отличается от системы команд процессора. Выполняемая программа должна сама определять наличие сопроцессора и после этого использовать написанные для него инструкции; в противном случае сопроцессор только потребляет ток и ничего не делает. Большинство современных программ, рассчитанных на применение сопроцессоров, обнаруживают его присутствие и используют предоставляемые возможности. Наиболее эффективно сопроцессоры используются в программах со сложными математическими расчетами: в электронных таблицах, базах данных, статистических программах и системах автоматизированного проектирования. В то же время при работе с текстовыми редакторами сопроцессор совершенно не используется. Сопроцессоры перечислены в табл. 3.18.

Таблица 3.18. Сопроцессоры

Процессор	Сопроцессор
8086/8088	8087
286	287
386SX	387SX
386DX	387DX
486SX/SX2	487SX, DX2
486DX/DX2/DX4	Встроенный FPU
Cyrix/VIA 6x86 и более новые	Встроенный FPU
Intel Pentium и более новые	Встроенный FPU
AMD Athlon и более новые	Встроенный FPU

FPU. Устройство работы с плавающей точкой (floating-point unit).

Процессор 487SX является усеченной версией 486DX со встроенным сопроцессором. Когда вставляется процессор 487SX, он отключает основной процессор 486SX и берет на себя всю работу.

Процессоры DX2/OverDrive являются эквивалентом SX2 с дополнительной функциональностью FPU.

Практически все современные процессоры имеют встроенный сопроцессор.

Несмотря на то что практически все процессоры, начиная с 486-го, оснащены встроенным сопроцессором, их быстродействие может изменяться. Исторически сложилось так, что сопроцессоры производства Intel работают быстрее, чем сопроцессоры AMD и Cyrix, однако в последнее время ситуация начинает изменяться.

Максимальное быстродействие у сопроцессоров различных типов (например, 8087 и 287) различно. Дополнительный цифровой индекс после обозначения типа микросхемы соответствует максимальной тактовой частоте (табл. 3.19).

Таблица 3.19. Максимальное быстродействие сопроцессоров

Сопроцессор	Максимальная тактовая частота, МГц
8087	5
8087-3	5
8087-2	8
8087-1	10
80287	6
80287-6	6
80287-8	8
80287-10	10

Число, указанное после обозначения типа сопроцессора 387 и процессоров 486, 487 и Pentium, — это максимальная тактовая частота в мегагерцах. Например, процессор с маркировкой 486DX2-66 работает на частоте 66 МГц. В некоторые процессоры встроен множитель тактовой частоты, позволяющий им работать на частоте, большей, чем частота всех остальных компонентов системы.

В большинстве старых компьютеров (с процессорами до 386-го) предусматривалось гнездо для сопроцессора, но сам он не устанавливался. В некоторых из них не было даже гнезда. Это относится в основном к PS/1, PCjr и первым портативным компьютерам. Более подробно о математических сопроцессорах мы поговорим в разделах, посвященных конкретным процессорам. В табл. 3.20 приведены общие характеристики сопроцессоров.

Таблица 3.20. Характеристики сопроцессоров

Тип сопроцессора	Потребляемая мощность, Вт	Мин. температура корпуса, °С	Макс. температура корпуса, °С	Кол-во транзисторов	Год выпуска
8087	3	0	85	45 000	1980
287	3	0	85	45 000	1982
287XL	1,5	0	85	40 000	1990
387SX	1,5	0	85	120 000	1988
387DX	1,5	0	85	120 000	1987

Чаще всего узнать, какие процессор и сопроцессор установлены в системе, можно по их маркировке.

Примечание

Большинство приложений, которые ранее применяли математические вычисления с плавающей точкой, теперь используют инструкции SSE-SSE4. Эти инструкции выполняются быстрее и дают более точные результаты.

Ошибки процессоров

Производители процессоров используют специальное оборудование для тестирования своей продукции, однако наличие определенных ошибок все же возможно. Наилучшим устройством для проверки процессора является сама компьютерная система, в которой пользователь может воспользоваться любыми диагностическими утилитами для тестирования самых разных компонентов системы.

Возможно, наиболее известной является ошибка деления чисел с плавающей точкой в первых процессорах Pentium. Эта, а также некоторые другие ошибки подробно рассматриваются далее.

Поскольку процессор — это мозг компьютерной системы, многие системы не работают при наличии поврежденного процессора. Если компьютер ведет себя так, как будто повреждена системная плата, попробуйте сначала установить идентичный процессор из другой платы, которая точно работоспособна. Иногда нерабочей оказывается не системная плата, а установленный в ней процессор. Если же и после замены процессора компьютер не включился, причину необходимо искать в системной плате, памяти или блоке питания. Подробные сведения об устранении неполадок в работе тех или иных устройств представлены в соответствующих главах. Должен признаться, что за многие годы устранения неполадок в работе ПК поврежденные процессоры встречались мне реже всего.

Некоторые системные проблемы заложены в процессор еще на этапе его проектирования, хотя такие дефекты встречаются крайне редко. Научившись распознавать подобные проблемы, вы сможете избежать ненужных замен и ремонта процессоров. В каждом из разделов, посвященных моделям процессоров, рассматриваются некоторые свойственные данному поколению дефекты, такие как ошибка операций с плавающей точкой в первых процессорах Pentium. Наряду с материалом, представленным в настоящей книге, воспользуйтесь информацией, содержащейся на сайте производителя процессора.

Микрокод и возможность модификации процессора

Все процессоры могут содержать дефекты разработки, или ошибки. Часто с помощью программного обеспечения или аппаратных средств можно избежать эффектов, вызванных любой конкретной ошибкой. Ошибки в процессорах хорошо описаны в документах и руководствах Intel (Specification Update manuals), которые можно найти на сайте компании. Другие изготовители процессоров тоже имеют свои веб-серверы, где размещают советы, рекомендации, предупреждения, а также бюллетени, в которых перечислены все возможные неполадки и указаны способы их устранения.

Ранее единственным способом исправления ошибки в процессоре была замена микросхемы. Теперь в процессоры семейства Intel P6/P7 (от Pentium Pro до Core 2 и Pentium D) встроено новое средство, которое позволяет исправлять многие ошибки, изменяя микропрограмму в процессоре. Это средство называется *перепрограммируемой микропрограммой*; благодаря ему некоторые типы ошибок можно устранить, модифицируя микропрограммы. Модификации микропрограмм постоянно находятся либо в системной ROM BIOS, либо в обновлениях Windows XP/Vista и загружаются в процессор базовой системой ввода-вывода во время выполнения теста при включении питания. При каждой перезагрузке системы этот код будет перезагружаться; тем самым гарантируется, что ошибка будет устранена в любой момент работы процессора.

Компания Intel предоставляет микропрограмму обновления для этого процессора производителям системных плат и компании Microsoft, чтобы ввести соответствующий набор микрокоманд в флэш-память BIOS на этапе изготовления или во время обновления Windows. Это одна из причин, по которым рекомендуется постоянно обновлять операционную систему, а также загружать самую свежую BIOS, доступную для материнской платы. Поскольку для большинства пользователей задача обновления Windows представляется гораздо более простой, чем обновление BIOS системной платы, порой самый свежий микрокод распространяется компанией Microsoft быстрее, чем становится доступным на сайте производителя материнской платы.

Кодовые названия процессоров

Разрабатывая процессоры, компании Intel, AMD и Cyrix всегда присваивают им кодовые названия. Предполагается, что они не будут широко использоваться, но зачастую все происходит наоборот. Кодовые названия встречаются в журнальных статьях, посвященных будущим поколениям процессоров, а иногда даже в руководствах по системным платам, поскольку они применяются еще до официального представления процессоров. Кодовые названия процессоров представлены в табл. 3.21.

Таблица 3.21. Кодовые названия процессоров

Кодовое название процессора AMD	Процессор AMD
X5	5x86-133 [Socket 3]
SSA5	K5 (PR75-100) [Socket 5, 7]
5k86	K5 (PR120-200) [Socket 7]
K6	Оригинальное ядро K6; не используется после приобретения AMD компании NexGen
NX686	Ядро NexGen, которое стало K6 [Socket 7]
Little Foot	0,25-микронный K6 [Socket 7]
Chompers	K6-2 (ранее назывался K6-3D) [Socket 7, Super 7]
Sharptooth	K6-3 (ранее назывался K6 Plus-3D) [Super 7]
Argon	Оригинальное кодовое название для K7
K7	Athlon [Slot A]
K75	0,18-микронный Athlon [Slot A]
K76	0,18-микронный Athlon с медными проводниками [Slot A]
K8	Athlon 64
Thunderbird	Athlon [Slot A, Socket A]
Mustang	Athlon с медными проводниками [Slot A, Socket A]
Corvette	Бывший мобильный Athlon; теперь Palomino
Palomino	0,18-микронный Athlon XP/MP, мобильный Athlon 4 [Socket A]

Кодовое название процессора AMD	Процессор AMD
Thoroughbred-A	0,13-микронный Athlon XP/MP 1700–2100+ [Socket A]
Thoroughbred-B	0,13-микронный Athlon XP/MP 1700–400+, 2600–2800+ [Socket A]; Sempron 2200–2800+ [Socket A]
Barton	0,13-микронный Athlon XP/MP, кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт [Socket A]
Thornton	Athlon XP (512 Кбайт кэш-памяти 2-го уровня) [Socket A]
Spitfire	Duron [Socket A]
Samuro	Бывший процессор Morgan
Morgan	Мобильный Duron [Socket A]
Applebred	Duron 1,4 ГГц — 1,8 ГГц
Appaloosa	0,13-микронный Morgan [Socket A]
ClawHammer	Athlon 64 (64-разрядный центральный процессор) [Socket 754 и Socket 939]
ClawHammer DP	Бывшее название Opteron DP [Socket 940]
Newcastle	Athlon 64 [Socket 754 и Socket 939]
Winchester	0,09-микронный Athlon 64 [Socket 939]
San Diego	0,09-микронный Athlon 64 и Athlon 64FX с поддержкой расширений SSE3 [Socket 939]
Venice	0,09-микронный Athlon 64 с поддержкой расширений SSE3 [Socket 939]
Odessa	0,09-микронный мобильный Athlon 64
Manchester	Athlon 64 X2 с кэш-памятью L2 512 Кбайт и поддержкой расширений SSE3 [Socket 939]
Toledo	Athlon 64 X2 с кэш-памятью L2 1 Мбайт и поддержкой расширений SSE3 [Socket 939]
SledgeHammer	Opteron с кэш-памятью L2 большого объема [Socket 940]
Palermo	0,09-микронный Sempron [Socket 754]
Paris	Sempron [Socket 754]
Oakville	Мобильные Athlon 64 и Sempron [Socket 754]
Windsor	Athlon 64 X2 и Athlon 64 FX-62 [Socket AM2]
Orleans	Athlon 64 [Socket AM2]
Manila	Sempron [Socket AM2]
Кодовое название процессора Intel	Процессор Intel
P23	486SX [Socket 1, 2, 3]
P23S	486SX SL-enhanced [Socket 1, 2, 3]
P23N	487SX (сопроцессор) [Socket 1]
P4	486DX [Socket 1, 2, 3]
P4S	486DX SL-enhanced [Socket 1, 2, 3]
P24	486DX2 [Socket 1, 2, 3]
P24S	486DX2 SL-enhanced [Socket 1, 2, 3]
P24D	486DX2 (версия с кэш-памятью типа write-back) [Socket 3]
P24C	486DX4 [Socket 3]
P23T	486DXODP (486 OverDrive) [Socket 1, 2, 3]
P4T	486DXODPR (486 OverDrive) [Socket 1, 2, 3]
P24T	PODP5V (Pentium OverDrive для 486) [Socket 2, 3]
P24CT	Pentium OverDrive для 486DX4 (ядро 3,3 В) [Socket 2, 3]
P5	Pentium (версии 60/66 МГц) [Socket 4]
P5T	Pentium OverDrive (версии 120–133 МГц) [Socket 4]
P54C	Pentium (версии 75–120 МГц) [Socket 5, 7]
P54CQS	Pentium (версии 120–133 МГц) [Socket 5, 7]
P54CS	Pentium (версии 120–200 МГц) [Socket 7]
P54CT(A)	Pentium OverDrive (версии 125, 150 и 166 МГц) [Socket 5, 7]
P55C	Pentium MMX [Socket 7]
P54CTB	Pentium MMX OverDrive [Socket 5, 7]
Tillamook	Мобильный Pentium MMX
P6	Pentium Pro [Socket 8]
P6T	Pentium II OverDrive [Socket 8]
Klamath	0,35-микронный Pentium II [Slot 1]
Deschutes	0,25-микронный Pentium II [Slot 1 & 2]
Drake	0,25-микронный Pentium II Xeon [Slot 2]

Кодовое название процессора Intel	Процессор Intel
Tonga	Мобильный Pentium II
Covington	Celeron (Pentium II без кэша) [Slot 1]
Mendocino	Celeron (встроенная кэш-память второго уровня объемом 128 Кбайт) [Slot 1, Socket 370]
Dixon	Мобильный Pentium II (интегрированная кэш-память L2 объемом 256 Кбайт)
Katmai	0,25-микронный Pentium III с поддержкой SSE [Slot 1]
Tanner	0,25-микронный Pentium III Xeon с поддержкой SSE [Slot 2]
Coppermine	0,18-микронный Pentium III со встроенной кэш-памятью второго уровня объемом 256 Кбайт [Slot 1, Socket 370]
Tualatin	0,13-микронный Pentium III (Socket 370)
Coppermine-T	0,18-микронный Pentium III с напряжением Tualatin (Socket 370)
Cascades	0,18-микронный Pentium III Xeon [Slot 2]
Coppermine-128	0,18-микронный Celeron (встроенная кэш-память второго уровня объемом 128 Кбайт) [Socket 370]
Timna	Мобильный Celeron со встроенным контроллером DRAM; производство прекращено
P68	Ранее кодовое название для Willamette
Willamette	0,18-микронный Pentium 4 [Socket 423, 478]
Northwood	0,13-микронный Pentium 4 [Socket 478]
Prescott	0,09-микронный Pentium 4 с технологией Hyper-Threading, Celeron D [Socket 478]; Celeron D [Socket 775]
Smithfield	Pentium D, Pentium Extreme Edition [Socket 775]
Presler	0,065-микронный Pentium D
Conroe	0,065-микронный Core 2
Banias	0,13 микронный Pentium M с кэш-памятью L2 объемом 1 Мбайт
Yonah	Core Solo/Duo
Merom	Mobile Core 2
WoodCrest	Server Core 2
Foster	Xeon DP [Socket 603]
Foster MP	Xeon MP [Socket 603]
Prestonia	0,13-микронный Xeon DP [Socket 603]
Gallatin	0,13-микронный Xeon MP [Socket 603]
Nocona	0,09-микронный Xeon [Socket 603]; Pentium 4 Extreme Edition [Socket 478 и Socket 775]
Dothan	0,09-микронный Pentium M с кэш-памятью L2 объемом 2 Мбайт
P7	Ранее кодовое название для Merced (Itanium)
Merced	Itanium [PAC 418]
McKinley	Itanium 2 [PAC 418] со встроенной в ядро кэш-памятью третьего уровня объемом 3 Мбайт
Madison	0,13-микронный Itanium 2
Deerfield	Дешевая версия Madison
Montecito	0,09-микронный Madison
Shavano	Будущая микросхема семейства Itanium
Kentsfield	Core 2 Quad
Penryn	Наследник Mobile Core 2
Wolfdale	Наследник Desktop Core 2
Yorkfield	Наследник Core 2 Quad

Замечу, что кодовые названия и информация, приведенные в таблице, использовались до официального выхода на рынок процессоров. После того как начиналось массовое производство процессора, его кодовое название отбрасывалось и заменялось рыночным именем. Поскольку некоторые из приведенных названий принадлежат процессорам, которые официально еще не были представлены, их названия и спецификации могут измениться. Кодовые имена наборов микросхем системной логики приведены в главе 4.

Первое поколение процессоров: P1 (086)

Первое поколение процессоров — это процессоры Intel, которые использовались в первых ПК. Компания IBM как разработчик архитектуры PC, выбрав процессоры производства Intel, предопределила основные стандарты нескольких поколений процессоров.

Процессоры 8086 и 8088

В июне 1978 года компания Intel совершила революцию, представив свой новый процессор 8086. Это был один из первых 16-разрядных микропроцессоров на рынке; в то время все остальные процессоры были 8-разрядными. Процессор 8086 имел 16-разрядные внутренние регистры и мог выполнять программное обеспечение нового типа, использующее 16-разрядные команды. Он также имел 16-разрядную внешнюю шину данных и поэтому мог передавать в память одновременно 16 бит.

Разрядность шины адреса составляла 20 бит, и процессор 8086 мог адресовать память емкостью 1 Мбайт (220). В то время это казалось чудом, так как большинство других микросхем имели 8-разрядные внутренние регистры, 8-разрядную внешнюю шину данных и 16-разрядную шину адреса и могли адресовать не более 64 Кбайт оперативной памяти (216).

В большинстве ПК того времени использовались 8-разрядные процессоры, которые работали под управлением 8-разрядной операционной системы CP/M (Control Program for Microprocessors — управляющая программа для микропроцессоров) и такого же программного обеспечения. Плата и интегральные микросхемы, как правило, были также 8-разрядными. Тогда производство полностью 16-разрядной системной платы с памятью было настолько дорогостоящим, что такой компьютер вряд ли кто мог позволить себе купить.

Стоимость процессора 8086 была довольно высокой — для него требовалась 16-разрядная шина данных, а не более дешевая 8-разрядная. Доступные в то время системы были 8-разрядными, и потому процессоры 8086 продавались плохо. В Intel поняли, что пользователи не хотят (или не могут) столько платить за дополнительную эффективность 16-разрядного процессора, и через какое-то время была представлена своего рода “усеченная” версия процессора 8086, названная 8088. В ней, по существу, были удалены 8 из 16 разрядов на шине данных, и теперь процессор 8088 мог рассматриваться как 8-разрядная микросхема в отношении ввода и вывода данных. Однако, поскольку в нем были полностью сохранены 16-разрядные внутренние регистры и 20-разрядная шина адреса, процессор 8088 выполнял 16-разрядное программное обеспечение и мог адресовать оперативную память емкостью 1 Мбайт.

Исходя из этого, IBM выбрала 8-разрядные микросхемы 8088 для своего первого IBM PC. Через несколько лет ее критиковали именно за это, хотя сейчас понятно, что это было очень мудрое решение. В то время IBM даже скрывала физические детали проекта; просто отмечалось, что ее новый PC имел быстродействующий 16-разрядный микропроцессор. Это утверждение было справедливым, поскольку процессор 8088 выполнял те же 16-разрядные программы, что и 8086, только немного медленнее. Фактически для всех программистов процессор 8088 являлся 16-разрядной микросхемой — на самом деле тогда не было никакого способа, с помощью которого программа могла бы отличить процессор 8088 от 8086. Благодаря этому IBM могла поставлять PC, поддерживающий 16-разрядное программное обеспечение и использующий недорогие 8-разрядные аппаратные средства. Даже в начале производства цена IBM PC была ниже, чем цена самого популярного ПК того времени — Apple II. Компьютер IBM PC вместе с оперативной памятью объемом 16 Кбайт стоил 1265 долларов, в то время как Apple II аналогичной конфигурации — 1355 долларов.

В первом IBM PC устанавливался процессор 8088. Сам процессор был представлен еще в июне 1979 года, а компьютер IBM PC с процессором 8088 появился на рынке лишь в августе 1981 года. В те годы от выхода нового процессора до появления компьютеров с ним могло пройти довольно длительное время. Сегодня это кажется невероятным, поскольку компьютеры с новыми процессорами зачастую выпускаются в тот же день, что и сами процессоры.

В первом IBM PC использовался процессор 8088 с тактовой частотой 4,77 МГц, а на выполнение команды в процессорах 8088 и 8086 в среднем уходило 12 тактов.

Иногда возникает вопрос, почему объем основной памяти в компьютере ограничен 640 Кбайт, хотя процессор 8088 может адресовать основную память емкостью до 1 Мбайт. Это объясняется тем, что IBM с самого начала зарезервировала 384 Кбайт в верхней части адресного пространства для плат адаптеров и системной BIOS. Оставшиеся 640 Кбайт используются DOS и программами-приложениями.

Процессоры 80186 и 80188

После выпуска процессоров 8088 и 8086 Intel начала разработку более производительного процессора с размещением на кристалле некоторых компонентов поддержки, ранее выпускавшихся в виде отдельных микросхем.

Процессоры 80186 и 80188 похожи на своих прародителей. Каждый из них является улучшенной версией своего предшественника. Процессор 80186 (как и 8086) полностью 16-разрядный, а 80188 (как и 8088) — компромиссный вариант с внешней 8-разрядной и внутренней 16-разрядной шинами. Различие между этими процессорами заключается в том, что в один корпус, помимо собственно процессоров, встроено еще 15–20 дополнительных компонентов, а это позволило резко сократить количество микросхем в компьютере. Микросхемы 80186 и 80188 использовались в высокоинтеллектуальных периферийных адаптерах, например в сетевых.

Сопроцессор 8087

Процессор 8086 появился в 1976 году. Позже для него был разработан *сопроцессор* 8087, который иногда называют *числовым процессором*, *процессором для обработки числовых данных*, *процессором NDP* (Numeric Data Processor) или просто *математическим сопроцессором*. Он предназначался для выполнения сложных математических операций с более высокой скоростью и точностью, чем это мог сделать обычный процессор. Наиболее полно его преимущества проявляются при обработке больших массивов числовых данных в программах наподобие электронных таблиц.

Второе поколение процессоров: P2 (286)

Процессоры для ПК второго поколения характеризуются более широкими возможностями и повышенным быстродействием. К данному поколению относятся процессоры, поддерживающие передачу 16 бит за один такт.

Процессор 286

Для процессора 80286 (или просто 286) проблем с совместимостью, характерных для 80186 и 80188, не существует. Он появился в 1981 году, и на его основе был создан компьютер IBM AT. Затем он был установлен в первых компьютерах PS/2 моделей 50 и 60 (более поздние модели PS/2 строились на базе процессоров 386 и 486). Несколькими компаниями был освоен выпуск аналогов (так называемых *клонов IBM*), многие из которых являлись компьютерами класса AT.

Выбор процессора 286 в качестве основы для компьютера AT объяснялся его совместимостью с процессором 8088, т.е. все разработанные для IBM PC и XT программы подходили и для AT. Процессор 286 имеет более высокое быстродействие, чем его предшественники, что и объясняет широкое распространение этих компьютеров в деловом мире. Производительность первого компьютера AT с тактовой частотой 6 МГц в пять раз превышала производительность IBM PC (4,77 МГц). Кристалл процессора 286 показан на рис. 3.36.

Системы на базе процессоров 286 оказались намного быстрее своих предшественниц по нескольким причинам. Основная из них заключается в том, что процессоры 286 намного эффективнее выполняют инструкции. Если процессорам 8086 и 8088 на выполнение одной инструкции требовалось 12 тактов, то 286-м — всего 4,5. Кроме того, процессор 286 оперирует блоками данных по 16 бит, что в два раза превышает возможности процессора 8088.

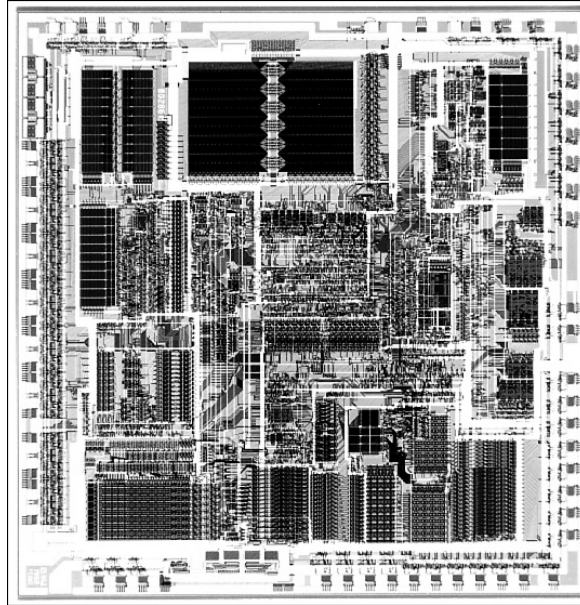


Рис. 3.36. Процессор 286. Фотография публикуется с разрешения Intel

Процессор 286 поддерживает два режима работы — реальный и защищенный. Эти режимы настолько различаются, что в каждом из них процессор может вести себя совершенно по-разному. В реальном режиме процессор 286 работает как 8086 и полностью совместим на уровне объектных кодов с процессорами 8086 и 8088. (Процессор, совместимый на уровне объектных кодов, может запускать программы, написанные для другого процессора, а также должным образом выполнять системные инструкции.)

В защищенном режиме процессор 286 представляет собой совершенно новую модель. Если выполняемая программа написана с расчетом на его новые возможности, то ей доступна виртуальная память до 1 Гбайт, хотя процессор может адресовать только 16 Мбайт физической памяти. Существенный недостаток процессора 286 заключается в том, что он не может переключаться из защищенного режима в реальный без предварительного аппаратного сброса, т.е. *горячей* перезагрузки компьютера. Переключение из реального режима в защищенный происходит без сброса. Поэтому основным преимуществом процессора 386 стала именно возможность программного переключения из реального режима в защищенный и наоборот. (Режимы работы процессора описывались ранее.)

До появления оболочки Windows 3.0, в которой предусмотрен так называемый стандартный режим, совместимый с микропроцессором 286, было очень мало программ, использующих все его возможности. Но к тому моменту более популярным стал процессор 386. Однако надо отдать должное создателям процессора 286, предпринявшим первую попытку сконструировать *многозадачный* процессор, который способен выполнять сразу несколько программ.

Сопроцессор 80287

Внутренняя архитектура сопроцессора 80287 аналогична архитектуре 8087. Работают они одинаково, но отличаются разводкой выводов.

В большинстве компьютеров рабочая частота системной платы делится внутри процессора на 2, а 80287 делит ее на 3. Таким образом, сопроцессор 80287 работает на частоте, равной 1/3

частоты системной платы или $2/3$ тактовой частоты 80286. Из-за асинхронной работы двух микросхем взаимодействие между ними не столь эффективно, как между 8088 и 8087.

Третье поколение процессоров: P3 (386)

Третье поколение процессоров — это, возможно, наиболее значимый шаг вперед в истории процессоров с момента появления ПК. Они знаменовали переход от 16-разрядных вычислений к 32-разрядным. Это поколение процессоров настолько опередило время, что потребовалось еще 10 лет, прежде чем 32-разрядные операционные системы получили широкое распространение (когда сами процессоры 386 остались только в памяти старожиллов).

Процессор 386

Процессор 80386 (или просто 386) стал настоящей сенсацией в компьютерном мире благодаря исключительно высокой производительности по сравнению с предшественниками.

Создатели этого полностью 32-разрядного процессора стремились добиться максимальной производительности и возможности работать с многозадачными операционными системами. Компания Intel выпустила процессор 386 в 1985 году, а системы на его основе, например Compaq Deskpro 386 и некоторые другие, появились в конце 1986 — начале 1987 года; несколько позже IBM выпустила компьютер класса PS/2 модели 80.

В реальном режиме процессор 386 может выполнять команды процессоров 8086 и 8088, затрачивая на них меньше тактов. Среднее количество тактов на команду, как и у 286-го, равно 4,5. Таким образом, “чистая” производительность компьютеров с процессорами 386 и 286 при равных тактовых частотах одинакова. Многие производители компьютеров на базе процессора 286 утверждали, что быстродействие их систем с тактовыми частотами 16 и 20 МГц и аналогичных компьютеров на основе процессора 386 одинаково. И они были правы! Повышение реальной производительности процессора 386 было достигнуто за счет введения дополнительных программных возможностей (режимов) и значительного усовершенствования диспетчера памяти MMU (Memory Management Unit). Кристалл процессора 386 представлен на рис. 3.37.

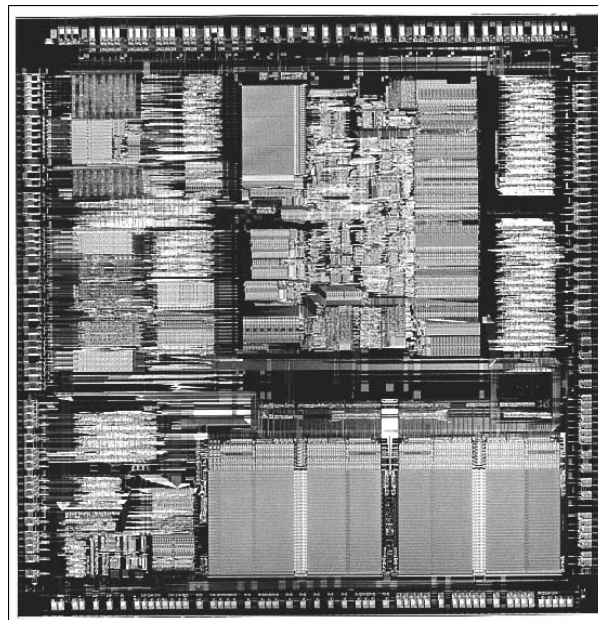


Рис. 3.37. Процессор 386. Фотография публикуется с разрешения Intel

Процессор 386 может программно переключаться в защищенный режим и обратно без общей перезагрузки компьютера. Кроме того, в нем предусмотрен *виртуальный реальный режим* (*virtual real mode*), в котором может выполняться сразу несколько защищенных одна от другой программ в реальных режимах.

Защищенный режим процессора 386 полностью совместим с защищенным режимом 286-го. Дополнительные возможности адресации памяти в защищенном режиме появились благодаря разработке нового диспетчера памяти MMU, в котором реализованы более эффективная страничная организация памяти и программные переключения. Поскольку новый диспетчер памяти создавался на базе аналогичного узла процессора 286, система команд процессора 386 полностью совместима с 286-м.

Нововведение, появившееся в процессоре 386, — виртуальный режим, в котором имитируется работа процессора 8086. При этом несколько экземпляров DOS или других операционных систем могут работать одновременно, используя свои защищенные области памяти. Сбой или “зависание” программы в одной области не влияет на остальные части системы — испорченный экземпляр можно перезагрузить.

Существует довольно много разновидностей процессоров 386, отличающихся производительностью, потребляемой мощностью и т.п. В следующих разделах некоторые из них рассматриваются подробнее.

Процессор 386DX

Микросхема 386DX была первым процессором этого семейства. Она представляет собой полностью 32-разрядный процессор, у которого внутренние регистры, а также внутренняя и внешняя шины данных 32-разрядные. На кристалле процессора размещается 275 тыс. транзисторов, т.е. она относится к классу сверхбольших интегральных схем. Процессор выпускается в 132-контактном корпусе и потребляет ток около 400 мА (значительно меньше, чем 8086). Столь низкое потребление мощности связано с тем, что процессор выполнен по технологии КМОП (CMOS), допускающей крайне низкий уровень энергопотребления.

Тактовая частота процессоров 386, выпускаемых Intel, колебалась от 16 до 33 МГц, в микросхемах других производителей она достигала 40 МГц.

Процессор 386DX способен адресовать память объемом до 4 Гбайт. Встроенный диспетчер памяти позволяет программам работать так, как будто в их распоряжении есть практически неограниченная виртуальная память объемом 64 Тбайт (1 Тбайт = 1024 Гбайт = 1 099 511 627 776 байт).

Процессор 386SX

Этот процессор предназначен для компьютеров с возможностями процессора 386, но которые стоили бы не больше системы 286. Как и в процессоре 286, для взаимодействия с остальными компонентами компьютера используется 16-разрядная шина данных. Однако внутренняя архитектура процессора 386SX аналогична архитектуре 386DX, т.е. он может одновременно обрабатывать 32 бит данных. Процессор 386SX оснащен 24-разрядной шиной адреса (в отличие от 32-разрядной в других модификациях процессора 386) и может адресовать только 16 Мбайт (а не 4 Гбайт) памяти, т.е. столько же, сколько 286-й. Процессоры 386 выпускаются с различными тактовыми частотами в пределах от 16 до 33 МГц.

Появление 386SX ознаменовало конец “карьеры” процессора 286, прежде всего благодаря более совершенному диспетчеру памяти и наличию виртуального режима. Под управлением операционной системы Windows или OS/2 процессор 386SX может одновременно выполнять несколько программ DOS. Кроме того, в отличие от 286-го и предшествующих, он может выполнять все программы, ориентированные на процессоры 386. Например, Windows 3.1 работает с 386SX почти так же хорошо, как с 386DX.

Процессор 386SL

386SL — еще одна версия процессоров 386. Процессор 386SL с малым потреблением мощности предназначен для портативных компьютеров, в которых это обстоятельство имеет ре-

шающее значение; при этом он обладает всеми возможностями процессора 386SX. Пониженное энергопотребление процессора имеет важное значение при питании компьютера от аккумуляторов; также в нем предусмотрено и несколько “спящих” режимов, в которых расход энергии предельно уменьшается.

Структура процессора несколько усложнена за счет схем *SMI (System Management Interrupt)* — прерывание управления системой), обеспечивающих управление электропитанием. В процессоре 386SL также предусмотрена поддержка расширенной памяти стандарта LIM (Lotus Intel Microsoft) и встроен кэш-контроллер для управления внешней кэш-памятью объемом от 16 до 64 Кбайт.

В результате этих нововведений количество транзисторов в микросхеме возросло до 855 тыс., т.е. их стало больше, чем в 386DX. Тактовая частота центрального процессора 386SL равна 25 МГц.

Компания Intel разработала вспомогательную микросхему ввода-вывода 82360SL для совместного использования с центральным процессором 386SL в портативных компьютерах. В ней на одном кристалле объединены такие стандартные устройства, как последовательные и параллельные порты, контроллер прямого доступа к памяти, контроллер прерываний, а также схема управления электропитанием для процессора 386SL. Эта микросхема использовалась вместе с процессором в портативных компьютерах с ограниченными ресурсами.

Сопроцессор 80387

Несмотря на то что микросхема 80387 работает асинхронно, компьютеры с процессором 386 спроектированы так, что сопроцессор работает на частоте процессора. В отличие от 80287 (который аналогичен 8087 во всем, кроме разводки выводов), сопроцессор 80387 с повышенной производительностью разрабатывался специально для работы с процессором 386.

Все микросхемы 387 производятся по технологии CMOS и отличаются малым потреблением мощности. Существует две разновидности сопроцессора: 387DX (работает с процессором 386DX) и 387SX (работает с процессорами 386SX, SL и SLC).

Сначала Intel выпускала несколько модификаций 387DX с разными тактовыми частотами. При разработке сопроцессора с частотой 33 МГц пришлось уменьшить длину сигнальных проводников (при этом, естественно, потребовались новые фотошаблоны). В конечном итоге производительность микросхемы увеличилась примерно на 20%.

Примечание

Компания Intel несколько запоздала с разработкой сопроцессора 387: в первых компьютерах с процессором 386 еще устанавливалось гнездо для сопроцессора 287. Разумеется, производительность такого комплекта оставяла желать лучшего.

Установка сопроцессора 387DX — задача довольно простая, однако необходимо правильно сориентировать микросхему в гнезде, в противном случае она будет повреждена. Поэтому при установке сопроцессора необходимо строго придерживаться инструкции. Если сопроцессор 387DX был поврежден из-за неправильной установки, гарантия Intel на такие случаи не распространялась.

Некоторые компании представили собственные варианты сопроцессоров 387, рекламируемые как более быстродействующие по сравнению с микросхемами от Intel. Все они полностью совместимы с упомянутыми сопроцессорами.

Четвертое поколение процессоров: P4 (486)

Третье поколение процессоров стало серьезным шагом вперед в развитии архитектуры PC. В то же время процессоры четвертого поколения в большей степени характеризуются улучшениями, чем кардинальными изменениями по сравнению с процессорами предыдущего поколения. Выпускаемая процессоры четвертого поколения, компании Intel, AMD и некоторые другие удвоили быстродействие своих решений.

Процессоры 486

В погоне за повышением быстродействия процессор Intel 80486 (чаще называемый просто 486) стал очередным шагом вперед. Вычислительная мощность этого процессора вызвала бурный рост в индустрии программного обеспечения. Десятки миллионов копий Windows, а также миллионы копий OS/2 были проданы именно потому, что процессор 486 позволил создать графический интерфейс пользователя для операционных систем, что значительно упростило работу на компьютере.

Достичь вдвое большей производительности процессора 486 по сравнению с 386-м (при одной и той же тактовой частоте) удалось благодаря целому ряду нововведений.

- **Сокращение времени выполнения команд.** В среднем одна команда в процессоре 486 выполняется всего за 2 такта, а не за 4,5, как в 386-м. Введение версий процессора с множителями частоты DX2 и DX4 позволили уменьшить общее время выполнения инструкций до двух инструкций в расчете на такт кварцевого генератора.
- **Встроенная кэш-память первого уровня.** Обеспечивает коэффициент попадания 90–95% (коэффициент, отображающий, как часто операции считывания выполняются без ожидания). Использование дополнительного внешнего кэша может еще больше увеличить этот коэффициент.
- **Укороченные циклы памяти (burst mode).** Стандартный 32-разрядный (4-байтовый) обмен с памятью происходит за 2 такта; после него можно выполнить до трех следующих обменов (т.е. до 12 байт), затрачивая на каждый из них по одному такту вместо двух. В результате 16 последовательных байтов данных передаются за пять тактов вместо восьми. Выигрыш может оказаться даже еще большим при 8- или 16-разрядных обменах.
- **Встроенный (синхронный) сопроцессор (в некоторых моделях).** Сопроцессор работает на той же тактовой частоте, что и основной процессор, поэтому на выполнение математических операций затрачивается меньше циклов, чем в предыдущих сопроцессорах. Производительность встроенного сопроцессора в среднем в 2–3 раза выше по сравнению с производительностью внешнего 80387.

Быстродействие процессоров 486 в два раза выше, чем 386-го, т.е. производительность процессора 486SX с частотой 20 МГц такая же, как и у процессора 386DX на 40 МГц. Процессор 486 с более низкой тактовой частотой не только обладает таким же (или даже более высоким) быстродействием, но и имеет еще одно преимущество: его можно легко заменить на DX2 или DX4, производительность которых еще выше. Теперь нетрудно понять, почему процессор 486 быстро вытеснил на рынке 386-й.

Было выпущено множество модификаций процессора 486 с тактовыми частотами от 16 до 133 МГц. Процессоры 486 различаются не только быстродействием, но и разводкой выводов. Их разновидности DX, DX2 и SX выпускаются практически в одинаковых 168-контактных корпусах, а микросхемы *OverDrive* — либо в обычном 168-контактном, либо в модифицированном 169-контактном варианте (его иногда называют *корпусом 487SX*). Большинство системных плат 486 с разъемом ZIF поддерживали все процессоры 486, за исключением DX4, для которого требуется напряжение питания 3,3 вместо 5 В, в отличие от большинства процессоров того времени.

Процессор с заданной максимальной тактовой частотой будет работать и на меньших частотах. Например, 486DX4 с тактовой частотой 100 МГц будет работать на частоте 75 МГц в составе системной платы с рабочей частотой 25 МГц. Отметим, что в процессорах DX2/OverDrive внутренние операции выполняются с частотой, в два раза превышающей рабочую частоту системной платы, а в процессоре DX4 этот коэффициент может быть равен 2, 2,5 или 3. В табл. 3.22 приведены возможные варианты использования процессоров DX2 и DX4 при различных рабочих частотах системной платы.

Таблица 3.22. Тактовые частоты процессоров DX2 и DX4 в зависимости от рабочей частоты системной платы

Частота системной платы, МГц	DX2/DX4 (режим 2x)	DX4 (режим 2,5x)	DX4 (режим 3x)
16	32	40	48
20	40	50	60
25	50	63	75
33	66	83	100
40	80	100	120
50	100	---	---

Внутренняя частота процессора DX4 контролируется сигналом кратности умножения частоты CLKMUL на выводе R-17 (гнездо типа Socket 1) или S 18 (гнездо типа Socket 2, Socket 3 или Socket 6). Как правило, за это отвечали одна или две перемычки на материнской плате, находящиеся рядом с гнездом установки процессора. Если кратность множителя могла быть изменена, на это указывалось в документации к системной плате.

Процессор DX4 100 имеет еще одну интересную особенность: он способен работать в режиме удвоения тактовой частоты с системной платой, имеющей частоту 50 МГц, что существенно повышает производительность шины памяти при частоте процессора 100 МГц (как будто вы работаете с процессором в режиме утроения тактовой частоты 33/100 МГц).

Однако, если вы хотите, чтобы платы VL-Bus корректно выполняли операции, уменьшите частоту до 33 или 40 МГц. Гнезда VL-Bus в большинстве системных плат VL-Bus могут работать в буферном режиме. Кроме того, эти системные платы способны добавлять состояния ожидания и даже избирательно изменять частоту исключительно для разъемов VL-Bus, чтобы обеспечить их совместимость. Вряд ли они будут корректно работать при частоте 50 МГц. Конструкция системной платы подробно описана в технической документации.

Внимание

Гнездо модернизируемого компьютера должно соответствовать устанавливаемому процессору. Особенно это относится к процессорам DX4, работающим на более низком напряжении (3,3 В). Если установить процессор DX4 в гнездо с уровнем сигнала 5 В, то процессор выйдет из строя.

Процессоры 486DX

Первый процессор 486DX был выпущен Intel 10 апреля 1989 года, а первые компьютеры на его основе — в 1990 году. Тактовая частота первого процессора составляла 25 МГц, напряжение питания — 5 В. Позднее появились микросхемы на 33 и 50 МГц. Сначала они выпускались только в 168-контактных корпусах PGA, но существуют модификации как с напряжением питания 5 В в 196-контактных корпусах PQFP (Plastic Quad Flat Pack), так и 3,3 В в 208-контактных корпусах SQFP (Small Quad Flat Pack). Два последних варианта выпускаются в улучшенной версии SL Enhanced и предназначены для портативных компьютеров, в которых важно низкое энергопотребление.

Процессоры 486 отличаются от своих предшественников следующими характеристиками:

- высокая степень интеграции (в них есть встроенные сопроцессор, кэш-контроллер и кэш-память);
- возможность модернизации компьютеров на их основе (для большинства разновидностей 486-го существуют варианты OverDrive с удвоенным быстродействием).

Процессор 486DX производится по технологии CMOS, его внутренние регистры, внешняя шина данных и шина адреса — 32-разрядные, как и у процессора 386. На кристалле размером с ноготь размещается 1,2 млн. транзисторов (в четыре раза больше, чем в процессоре 386). По этому параметру можно косвенно судить о возможностях микросхемы. Процессор 486 показан на рис. 3.38.

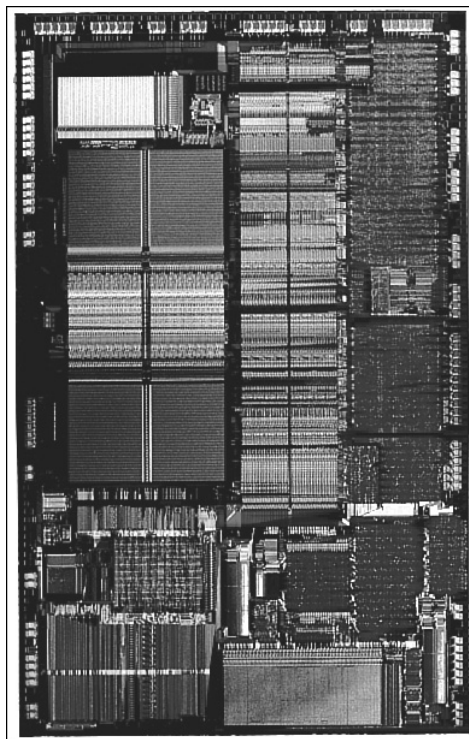


Рис. 3.38. Процессор 486. Фотография публикуется с разрешения Intel

В стандартный процессор 486DX входят арифметико-логическое устройство (АЛУ), со-процессор, устройство управления памятью и встроенный кэш-контроллер с памятью емкостью 8 Кбайт. Благодаря встроенной кэш-памяти и эффективному АЛУ среднестатистическая команда в процессорах семейства 486 выполняется всего за 2 такта (в 286- и 386-м на это затрачивается 4,5 такта, а в процессорах 8086/8088 – 12 тактов). При одной и той же тактовой частоте процессор 486 вдвое производительнее 386-го.

Система команд процессора 486 полностью совместима предыдущими процессорами Intel, например 386-м, но в ней предусмотрены некоторые дополнения, связанные в основном с управлением встроенным кэшем.

Как и 386-й, процессор 486 может адресовать память объемом 4 Гбайт и работать с виртуальной памятью до 64 Тбайт. Он может функционировать во всех трех предусмотренных для процессора 386 режимах: реальном, защищенном и виртуальном реальном.

- В **реальном** режиме выполняются программы, написанные для процессора 8086.
- В **защищенном** режиме реализуются более эффективная страничная организация памяти и программные переключения.
- В **виртуальном реальном** режиме возможно создание нескольких копий DOS или другой операционной системы, для каждой из которых создается виртуальный центральный процессор 8086. Таким образом, под управлением Windows или OS/2 процессор может одновременно выполнять 16- и 32-разрядные программы в защищенных от взаимного влияния областях памяти. При сбое или “зависании” программы в одной области остальные части системы не пострадают, а “зависшую” операционную систему можно перезагрузить отдельно.

В процессоре 486DX имеется встроенный сопроцессор *MCP (Math CoProcessor)* или *FPU (Floating-Point Unit)*. В отличие от предыдущих сопроцессоров, выпускавшихся в виде отдельных микросхем, его не нужно дополнительно устанавливать на системную плату, если нужно ускорить выполнение сложных математических вычислений. Сопроцессор, входящий в состав процессора 486DX, полностью совместим с сопроцессором 387, встроенным в 386-й, но его производительность приблизительно в два раза выше, поскольку он работает синхронно с основным процессором и по сравнению с 387-м затрачивает на выполнение большинства команд вдвое меньше тактов.

Процессор 486SL

Этот процессор некоторое время выпускался в виде отдельной микросхемы, а затем был снят с производства. Усовершенствования и нововведения варианта SL были учтены практически во всех процессорах 486 (SX, DX и DX2), выпускавшихся с маркировкой *SL Enhanced*. В процессорах SL Enhanced содержатся дополнительные узлы, обеспечивающие снижение потребляемой мощности.

Микросхемы SL Enhanced первоначально предназначались для использования в портативных компьютерах с питанием от аккумуляторов, но они применялись также и в настольных системах. Предусмотрены такие приемы снижения энергопотребления, как работа в дежурном режиме и переключение тактовой частоты. Выпускаются также разновидности этих микросхем с напряжением питания 3,3 В.

Компания Intel разработала систему снижения энергопотребления, названную *SMM (System Management Mode)*. Она функционирует независимо от остальных узлов процессора и выполняемых им программ. Система построена на основе таймеров, регистров и других логических схем, которые могут регулировать потребление энергии некоторыми устройствами, входящими в состав портативного компьютера, не мешая при этом работе других устройств. Программа SMM записывается в специально отведенную область памяти (*System Management Memory*), недоступную для операционной системы и прикладных программ. Для обслуживания событий, связанных с управлением электропитанием, предусмотрено *прерывание SMI (System Management Interrupt)*. Оно не зависит от остальных прерываний и имеет высший приоритет.

С помощью SMM обеспечивается гибкое и безопасное управление электропитанием. Если, например, прикладная программа пытается обратиться к периферийному устройству, которое находится в режиме пониженного потребления энергии, то генерируется прерывание SMI. После этого устройство включается на полную мощность, и программа обращается к нему еще раз.

В процессорах SL можно использовать режимы приостановки (*suspend*) и возобновления (*resume*). В портативных компьютерах режим приостановки применяется для их временного выключения и включения. На переход из одного режима в другой обычно требуется не больше одной секунды, причем после переключения из режима приостановки восстанавливается то же состояние компьютера, в котором он находился раньше. При этом не требуется перезагружать компьютер и операционную систему, запускать приложение и снова вводить данные. Достаточно просто нажать соответствующую кнопку — и компьютер готов к работе.

В режиме приостановки процессоры SL практически не потребляют энергии. Поэтому компьютер может находиться в таком режиме в течение нескольких недель, а затем его моментально можно привести в рабочее состояние. Пока компьютер находится в режиме приостановки, “замороженные” программы и данные могут храниться в памяти, хотя все же лучше сохранить их на диске.

Процессор 486SX

Этот процессор начали выпускать в апреле 1991 года как более дешевый вариант процессора 486DX без сопроцессора.

Как уже отмечалось, процессор 386SX — это “урезанный” 16-разрядный вариант полноценного 32-разрядного процессора 386DX. У него другая разводка выводов, и он не взаимозаменяем с более производительным процессором 386DX. Ситуация с процессором 486SX совершенно иная. Это полноценный 32-разрядный процессор, выводы которого в основном соответствуют имеющимся в процессоре 486DX (изменены функции и нумерация лишь нескольких выводов). Их геометрическое расположение одинаково, и указанные микросхемы могут быть установлены в одно и то же гнездо.

Процессор 486SX появился скорее по маркетинговым, нежели по технологическим причинам. Первые партии этих процессоров были обычными микросхемами DX с дефектными сопроцессорами. Вместо того чтобы отправить их на переработку, производители вставляли кристаллы в корпус, отключив при этом сопроцессор, и продавали под названием 486SX. Подобные манипуляции продолжались недолго; для микросхем SX начали использовать маску, отличную от маски DX. (*Маска* — это фотографический отпечаток процессора, который используется при травлении дорожек в кремниевой пластине.) При этом количество транзисторов было уменьшено с 1,2 до 1,185 млн.

Процессор 486SX выпускался с частотами 16, 20, 25 и 33 МГц, а процессор 486 SX/2 — с частотами 50 и 66 МГц. Процессор 486SX обычно выпускался в 168-контактном корпусе, а модели SL — в другом исполнении.

Несмотря на то что Intel всегда предоставляла подробную техническую информацию, не существовало никаких инструкций по добавлению сопроцессора в систему на базе процессора 486SX; кроме того, такой сопроцессор даже не выпускался. Вместо этого Intel просто предлагала приобрести новый процессор 486 со встроенным сопроцессором и отключить процессор SX, уже установленный на системной плате.

487SX

Так называемый *сoproцессор 487SX* фактически является процессором 486DX с тактовой частотой 25 МГц, к которому добавлен еще один вывод и изменены функции некоторых других выводов. При установке в дополнительное гнездо компьютера этот процессор отключает имеющийся 486SX с помощью дополнительного сигнала, подаваемого на один из выводов. Дополнительный 169-й вывод используется не для передачи сигналов, а для правильной ориентации микропроцессора в гнезде.

Микросхема 487SX выполняет все функции процессора 486SX и содержит сопроцессор. Процессор 487SX был промежуточным этапом подготовки компанией Intel настоящего сюрприза — процессора OverDrive. Микросхемы DX2/OverDrive с удвоенной тактовой частотой устанавливаются в то же 169-контактное гнездо и имеют такую же разводку выводов, что и процессор 487SX. Поэтому в любой компьютер, рассчитанный на использование 487SX, можно установить и микросхему DX2/OverDrive.

Единственное различие между процессорами 487SX и 486DX заключается в том, что 487SX имеет 169 выводов. При установке 487SX в гнездо специальный сигнал с одного из ранее не использовавшихся выводов (интересно, что не с дополнительного 169-го вывода!) отключает существующий в компьютере процессор 486SX, и все операции выполняет процессор 487SX со своим сопроцессором. Собственно, этим и объясняется высокая стоимость 487SX. Старый процессор 486SX остается на плате и при этом вообще не функционирует!

Изначально компания Intel предостерегала пользователей от извлечения исходного процессора и замены его на 487SX (или даже DX и DX2/OverDrive). Вместо этого производителям системных плат рекомендовалось оснащать свои продукты дополнительным гнездом, так как извлечение исходного процессора из стандартного гнезда связано с определенным риском (об этом мы подробно поговорим в следующем разделе). Впоследствии Intel рекомендовала (причем настоятельно) использовать одно гнездо ZIF для облегчения обновления процессора.

Процессоры 486DX2/OverDrive и 586DX4

В марте 1992 года Intel приступила к выпуску процессоров DX2 с удвоенной тактовой частотой. В мае они поступили в розничную продажу под названием *OverDrive*. Сначала процессоры OverDrive были 169-контактными, т.е. их можно было установить только в те компьютеры с процессором 486SX, в которых имелось дополнительное гнездо на 169 контактов.

В сентябре 1992 года появились модели OverDrive со 168-ю контактами, предназначенные для модернизации компьютеров с процессорами 486DX. Эти процессоры можно устанавливать в любые компьютеры, построенные на базе процессоров 486 (SX или DX), и даже в те, которые не рассчитаны на использование 169-контактных микросхем. Новый процессор просто устанавливается на плату — и компьютер начинает работать вдвое быстрее!

Внутренняя тактовая частота процессоров DX2/OverDrive вдвое выше частоты системной платы. Например, при тактовой частоте системной платы 25 МГц процессор работает на частоте 50 МГц, при 33 МГц — на частоте 66 МГц. Удвоение внутренней частоты не сказывается на работе других компонентов компьютера — все они функционируют так же, как с обычным процессором 486. Поэтому при переходе на процессор с удвоенной частотой заменять другие компоненты компьютера, например модули памяти, не нужно. Одним словом, вы существенно повысите производительность системы, заменив всего одну микросхему, а не установив более быстродействующую и дорогую системную плату. Микросхемы DX2/OverDrive выпускались со следующими тактовыми частотами:

- 40 МГц для компьютеров с частотами 16 и 20 МГц;
- 50 МГц для компьютеров с частотой 25 МГц;
- 66 МГц для компьютеров с частотой 33 МГц.

Замечу, что это максимальные значения тактовых частот. Микросхему на 66 МГц без проблем можно использовать вместо микросхемы с максимальной частотой 40 или 50 МГц, хотя при этом процессор будет работать несколько медленнее. Реальная тактовая частота процессора определяется только частотой системной платы и равна ее удвоенному значению. Например, установленный вместо 486SX в системе с тактовой частотой 16 МГц процессор DX2/OverDrive на 40 МГц будет работать на частоте 32 МГц. Выпускать процессоры DX2/OverDrive с тактовой частотой 100 МГц (для компьютеров с частотой системной платы 50 МГц) сначала не предполагалось, но затем все же началось производство процессора DX4, который можно перевести в режим удвоенной частоты и установить на системной плате с частотой 50 МГц (более подробно это описано в следующих разделах).

Единственным устройством внутри микросхемы DX2, работающим на основной (не удвоенной) частоте, является *интерфейс шины*, через который осуществляется связь процессора с внешним миром. В нем происходит “согласование” различных внутренней и внешней тактовых частот, и удвоение частоты остается “невидимым” для остальных устройств. Для них DX2 выглядит, как обычный процессор 486DX, выполняющий операции в два раза быстрее.

Процессоры DX2 производятся по технологии, позволяющей получить минимальный размер структуры на кристалле 0,8 мкм. Эта технология впервые была разработана для процессоров 486DX. В микросхеме содержится 1,2 млн. транзисторов в трех слоях “монтажа”. Встроенная кэш-память на 8 Кбайт и сопроцессор работают на удвоенной частоте. Для обеспечения совместимости связь с внешними устройствами осуществляется на основной частоте (рабочей частоте системной платы).

С появлением DX2 разработчикам представилась возможность не только модернизировать существующие компьютеры, но и проектировать относительно дешевые системные платы для быстродействующих компьютеров, поскольку теперь не требовалось, чтобы сами системные платы могли работать на такой же высокой частоте, что и процессор. Компьютер с процессором 486DX2 на 50 МГц оказался гораздо дешевле полной системы 486DX-50, так как системная плата в компьютере с процессором 486DX-50 работает на тактовой частоте 50 МГц, а в компьютере с процессором 486DX2 только тактовая частота процессора равна 50 МГц,

а частота системной платы вдвое меньше — всего 25 МГц. При этом процессоры в обоих компьютерах имеют одинаковое быстродействие.

В принципе, полная система 486DX-50 работает несколько быстрее, чем компьютер с системной платой на 25 МГц и удвоенной частотой процессора. Но это различие очень невелико, в первую очередь благодаря высокой степени интеграции процессора и использованию кэш-памяти.

Обращение процессора к системной памяти за данными или программными инструкциями синхронизируется тактовым сигналом с рабочей частотой системной платы, например, 25 МГц. Поскольку коэффициент попадания во встроенный кэш в процессоре 486DX2 равен 90–95%, на обращение к памяти в среднем затрачивается всего 5–10% времени считывания. Таким образом, компьютер с процессором DX2 очень близок по производительности к компьютеру с системной платой, работающей на тактовой частоте 50 МГц, но стоимость его при этом намного ниже. Например, относительно дешевый компьютер с рабочей частотой системной платы 33 МГц и процессором 486DX2 на 66 МГц работает быстрее дорогого компьютера с процессором 486DX-50, особенно при установке в системе DX2 кэш-памяти второго уровня.

На системных платах многих компьютеров с процессором 486 устанавливается вторичная (внешняя) кэш-память емкостью от 16 до 512 Кбайт (и более). Она обеспечивает более быстрый обмен с внешней памятью. При установке в компьютер процессора DX2 внешняя кэш-память играет даже более важную роль в повышении его производительности. Она позволяет уменьшить количество тактов ожидания при записи данных в оперативную память, а также при считывании, если данные не были найдены во встроенном кэше. Разница в производительности между различными компьютерами с процессорами DX2 чаще всего обусловлена разной емкостью кэш-памяти на системной плате. В компьютерах без внешнего кэша производительность, конечно, выше благодаря удвоению тактовой частоты процессора, но операции, связанные с интенсивным обменом с памятью, выполняются медленнее по сравнению с системами, в которых есть внешний кэш.

Хотя стандарт DX4 не предназначался для розничной продажи, его все же можно приобрести в комплекте с преобразователем напряжения питания (3,3 В), который понадобится при установке процессора в гнездо с напряжением 5 В (если в системной плате не предусмотрено напряжение 3,3 В). На преобразователе также имеются переключки, позволяющие задать кратность (множитель) тактовой частоты 2х, 2,5х или 3х. Если установить процессор DX4 в компьютер 486DX-50 и выбрать множитель 2х, то процессор будет работать с внутренней тактовой частотой 100 МГц! Несмотря на то что в таких системах было невозможно получить полную отдачу от некоторых адаптеров VL-Bus, эти процессоры позволяли создать максимально производительную систему класса 486.

Компания Intel также выпускала специальный процессор DX4 OverDrive, в который входят встроенный адаптер напряжения и теплоотвод. По сути, DX4 OverDrive идентичен стандартному процессору DX4 с напряжением 3,3 В, но работает при напряжении 5 В благодаря встроенному адаптеру напряжения питания. Кроме того, процессор DX4 OverDrive будет работать только в режиме утроенной тактовой частоты, а не в режимах 2х и 2,5х, приемлемых для стандартного DX4.

Pentium OverDrive для компьютеров с процессорами SX2 и DX2

В 1995 году вышел процессор *Pentium OverDrive*. Планировался выпуск и микросхем для процессоров 486DX4, однако незначительное присутствие на рынке процессоров SX2/DX2 привело к тому, что они так никогда и не увидели свет. Главное, что нужно запомнить, — процессоры 486 Pentium OverDrive предназначались в основном для систем SX2 и DX2, но могли работать и в качестве обновлений систем SX и DX, имеющих гнезда Socket 2 или Socket 3. Компания Intel поместила информацию о совместимости этого процессора по адресу:

<http://support.intel.com/support/processors/overdrive/>

Процессор Pentium OverDrive предназначен для компьютеров, в которых имеется гнездо типа Socket 2. Он будет работать и в компьютерах с гнездом типа Socket 3, но в этом случае необ-

ходимо убедиться, что оно настроено на напряжение питания 5, а не 3,3 В. Эти процессоры, работающие на повышенной тактовой частоте (за счет внутреннего умножения), кроме 32-рядного ядра Pentium (с суперскалярном), обладают и стандартной для Pentium встроенной двунаправленной кэш-памятью первого уровня емкостью 32 Кбайт. Если системная плата позволяет этой кэш-памяти выполнять свои функции, вы в полной мере ощутите повышенную производительность. К сожалению, большинство системных плат, особенно устаревших (с гнездом типа Socket 2), позволяют встраивать только кэш-память со сквозной записью.

Испытания процессоров OverDrive свидетельствуют об их небольшом преимуществе перед DX4-100 и некоторых недостатках по сравнению с DX4-120 и Pentium 160, 66 или 75. Из-за высокой стоимости процессор Pentium OverDrive оказался нежизнеспособным вариантом модернизации для большинства компьютеров с процессором 486. Значительно дешевле использовать DX4-100 или 120 либо просто заменить всю системную плату новой платой Pentium с настоящим процессором Pentium.

AMD 486 (5x86)

Процессоры AMD, совместимые с 486-м, устанавливаются в стандартные системные платы для процессора 486, являются самыми быстрыми в классе 486 и называются Am5x86(TM)-P75. Название может ввести в заблуждение, так как некоторые пользователи думают, что 5x86 — это процессор пятого поколения, подобный Pentium. Фактически это процессор 486, но с большим множителем тактовой частоты (4х), т.е. он работает на тактовой частоте, в четыре раза превышающей частоту системной платы для процессора 486 (33 МГц).

Процессор 5x85 имеет универсальную двунаправленную кэш-память емкостью 16 Кбайт, работающую на тактовой частоте 133 МГц. Производительность этого процессора приблизительно такая же, как у Pentium 75, поэтому обозначение P-75 применяется в числовой части маркировки. Это идеальный, экономный выбор для замены процессора 486 в случае, когда заменить системную плату трудно или невозможно.

Не все системные платы поддерживают процессор 5x86. Лучше всего проверить по документации к системной плате, поддерживает ли она эту микросхему. (Ищите ключевые слова “Am5X86”, “AMD-X5”, “clock-quadrupled”, “133MHz” или что-нибудь подобное.) Можно также заглянуть на сайт компании AMD.

В установке процессора 5x86 на системную плату для процессора 486 также существует ряд особенностей.

- Рабочее напряжение для 5x86 — 3,45 (±0,15) В. Не во всех системных платах предусмотрена поддержка этого напряжения, но она существует в большинстве плат с гнездом типа Socket 3. Если на системной плате для процессора 486 установлено гнездо типа Socket 1 или Socket 2, то процессор 5x86 нельзя установить непосредственно. Процессор, рассчитанный на напряжение 3,45 В, не будет функционировать в 5-вольтном гнезде и может быть поврежден. Чтобы преобразовать напряжение 5 В в 3,45 В, можно использовать адаптеры, выпускаемые такими компаниями, как Kingston, Evergreen и AMP. Причем Kingston и Evergreen упаковывают процессор 5x86 и преобразователь напряжения в корпус, который легко устанавливается в гнездо. Эти версии идеально подходят для старых системных плат к процессору 486, не имеющих гнезда типа Socket 3.
- Лучше купить новую системную плату, а не использовать переходник, потому что старая BIOS может не поддерживать необходимую тактовую частоту. Как правило, при использовании старых плат приходится обновлять BIOS.
- Большинство системных плат с гнездом типа Socket 3 имеют переключки, позволяющие установить необходимое напряжение. Некоторые платы не имеют переходных устройств, но содержат устройства автоматической установки напряжения. Эти устройства опрашивают контакт VOLDET (контакт S4) на микропроцессоре при включении системы.
- Контакт VOLDET предназначен для заземления микропроцессора. Если нет никаких переходных устройств для установки необходимого напряжения, можно проверить систем-

ную плату самостоятельно: выключите компьютер, снимите микропроцессор, соедините контакт S4 с контактом VSS на гнезде ZIF, включите компьютер и измерьте с помощью вольтметра напряжение на любом контакте Vcc. Напряжение должно быть 3,45 ($\pm 0,15$) В. (Расположение контактов разъемов описывалось в предыдущем разделе.)

- Тактовая частота системной платы, в которую устанавливается процессор 5x86, должна составлять 33 МГц. Процессор 5x86 работает на тактовой частоте 133 МГц. Следовательно, переходные устройства должны быть установлены в режим clock-quadrupled (четверная частота), или 4X Clock. Чтобы правильно установить переходные устройства на системной плате, контакт CLKMUL (контакт R17) на процессоре необходимо заземлить (соединить с VSS). Если не удалось установить четырехкратную частоту, не отчаивайтесь — процессор должен работать и при стандартной для DX2 двукратной частоте.
- Некоторые системные платы имеют переходные устройства, конфигурирующие внутреннюю кэш-память в режим с двунаправленной (WB) или сквозной (WT) записью. На контакт WB/WT (контакт B13) микропроцессора подается высокий уровень сигнала (Vcc) для режима WB или нулевой (VSS) — для режима WT. Самая высокая производительность системы достигается в режиме WB; однако, если при выполнении прикладных программ возникнут какие-то проблемы или перестанет правильно работать дисковод для гибких дисков (из-за конфликтов DMA), понадобится установить кэш в режим WT.
- Процессор 5x86 выделяет достаточно много тепла, поэтому без теплоотвода не обойтись, причем активного. Помимо процессоров 5x86, компания AMD предлагала в рамках улучшенной линейки 486 процессоры с частотами 80, 100 и 120 МГц — модели A80486DX2-80SV8B (40 МГц \times 2), A80486DX4-100SV8B (33 МГц \times 3) и A80486DX4-120SV8B (40 МГц \times 3).

Cyrix/TI 486

Компанией Cyrix были разработаны процессоры 486DX2/DX4, рассчитанные на рабочие частоты 100, 80, 75, 66 и 50 МГц. Как и AMD 486, процессоры Cyrix полностью совместимы с процессорами Intel 486 и могут быть установлены на большинстве системных плат для процессора 486.

В процессоре Sx486DX2/DX4 предусмотрены двунаправленная кэш-память емкостью 8 Кбайт, встроенный сопроцессор для операций над числами с плавающей запятой, расширенное управление питанием APM и режим управления системой SMM. Он был рассчитан на напряжение 3,3 В.

Примечание

Первоначально все разрабатываемые Cyrix процессоры 486 выпускала компания TI, и в соответствии с соглашением эти процессоры продавались под маркой TI.

Пятое поколение процессоров: P5 (586)

После выпуска процессоров четвертого поколения (таких, как 486) Intel и другие производители занялись разработкой новых архитектур и функций, которые и внедрили в так называемые процессоры пятого поколения. В настоящем разделе описаны процессоры пятого поколения производства Intel, AMD и других компаний.

Процессоры Pentium

В октябре 1992 года Intel объявила, что совместимые процессоры пятого поколения (разрабатывавшиеся под кодовым названием P5) будут называться Pentium, а не 586, как предполагали многие. Такое название было бы вполне естественным, однако выяснилось, что цифровые обозначения не могут быть зарегистрированы в качестве торговой марки, а компания Intel опасалась конкурентов, которые могли начать выпуск аналогичных микросхем под давно ожи-

давшимся “непатентуемым” названием. Первые процессоры Pentium были выпущены в марте 1993 года, а через несколько месяцев появились и первые компьютеры на их основе.

Процессор Pentium совместим с предыдущими моделями Intel, но при этом значительно отличается от них. Одно из отличий вполне можно признать революционным: Pentium имеет два конвейера, что позволяет ему выполнять одновременно две команды. (Все предыдущие процессоры выполняли в каждый момент времени только одну команду.) Компанией Intel эта возможность названа *суперскалярной технологией*. Благодаря этой технологии производительность Pentium по сравнению с процессорами 486 существенно повысилась.

Понятие *суперскалярная архитектура* обычно связывается с высокопроизводительными RISC-процессорами. Pentium — один из первых процессоров CISC (Complex Instruction Set Computer), который можно считать суперскалярным. Он практически эквивалентен двум процессорам 486, объединенным в одном корпусе. Его характеристики приведены в табл. 3.23.

Таблица 3.23. Характеристики процессора Pentium

Дата появления	22 марта 1993 года (первое поколение), 7 марта 1994 года (второе поколение)
Максимальная тактовая частота	60, 66 МГц (первое поколение); 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, 200 МГц (второе поколение)
Кратность умножения частоты	1х (первое поколение); 1,5х–3х (второе поколение)
Разрядность регистров	32
Разрядность внешней шины данных	64
Разрядность шины адреса	32
Адресуемая память	4 Гбайт
Размер встроенной кэш-памяти	8 Кбайт (для кода), 8 Кбайт (для данных)
Тип встроенной кэш-памяти	Двунаправленная, множественно-ассоциативная
Укороченные циклы памяти	Есть
Количество транзисторов	3,1 млн. (первое поколение); 3,3 млн. (второе поколение)
Размер элемента на кристалле	0,8 мкм (60/66 МГц), 0,6 мкм (75–100 МГц), 0,35 мкм (120 МГц и выше)
Корпус	273-контактный PGA, 296-контактный SPGA, пленочный корпус
Сопроцессор	Встроенный
Управление электропитанием	Система SMM, во втором поколении улучшенная
Напряжение питания	5 В (первое поколение), 3,465, 3,3, 3,1 и 2,9 В (второе поколение)

PGA. Pin Grid Array (массив штырьковых контактов).

SPGA. Staggered Pin Grid Array (корпус с шахматным расположением выводов).

Два конвейера данных обозначаются буквами *u* и *v*. *Конвейер u* — основной — может выполнять все операции над целыми числами и числами с плавающей запятой. *Конвейер v* — вспомогательный — может выполнять только простые операции над целыми числами и частично над числами с плавающей запятой. Одновременное выполнение двух команд в разных конвейерах называется *сдваиванием*. Не все последовательно выполняемые команды допускают сдваивание, и в этом случае используется только конвейер *u*. Чтобы достичь максимальной эффективности работы процессора Pentium, желательно перекомпилировать программы так, чтобы появилась возможность сдваивать как можно больше команд.

Чтобы в одном или обоих конвейерах сократить время простоев, вызванных задержками выборки команд при изменении счетчика адреса в результате выполнения в программах команд ветвления, в Pentium применяется *буфер адреса ветвления (Branch Target Buffer — BTB)*, в котором используются алгоритмы предсказания множественного ветвления. Если переход по команде ветвления должен произойти в ближайшем будущем, программные инструкции из соответствующей ячейки памяти заранее считаются в BTB. Предсказание адреса перехода позволяет обоим конвейерам работать с максимальным быстродействием. Внутренняя архитектура процессора Pentium представлена на рис. 3.39.

Процессор Pentium имеет 32-разрядную шину адреса (такую же, как и процессоры 386DX и 486), что позволяет адресовать память объемом до 4 Гбайт. Но, поскольку разрядность шины данных увеличена до 64, при одинаковой тактовой частоте скорость обмена данными ока-

зывается в два раза выше, чем у 486-го. При использовании такой шины данных требуется соответствующая организация памяти, т.е. каждый банк памяти должен быть 64-разрядным.

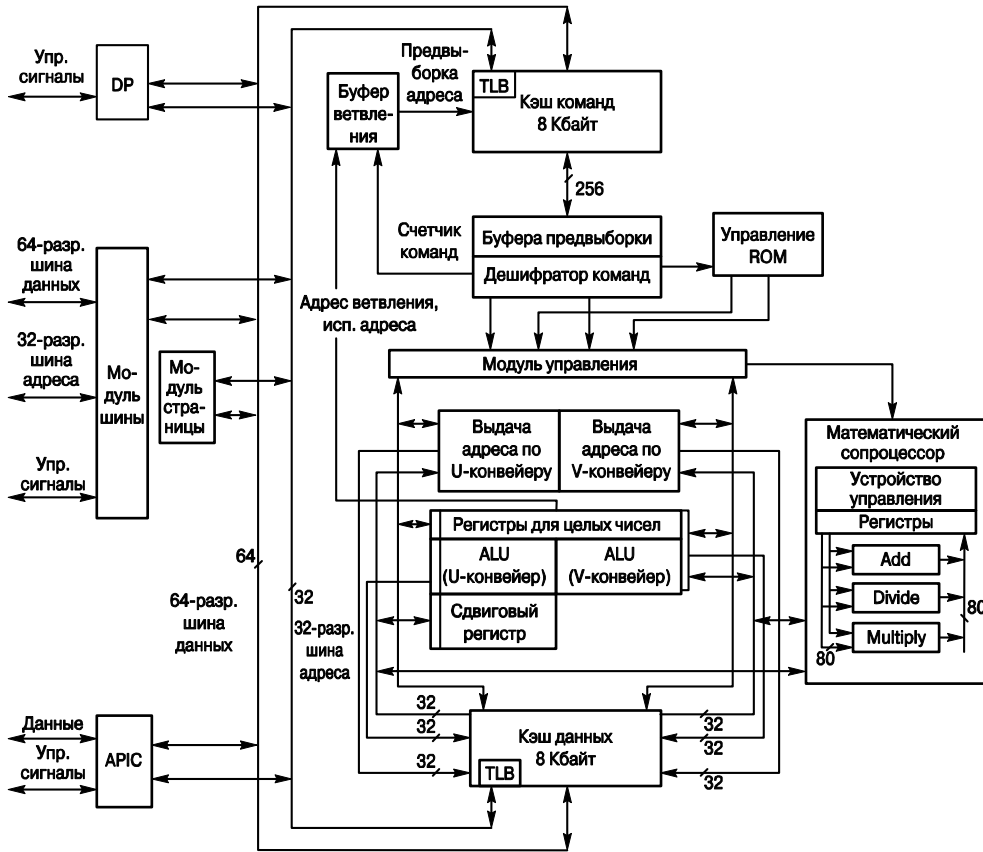


Рис. 3.39. Внутренняя архитектура процессора Pentium

В большинстве системных плат память организована на основе модулей SIMM или DIMM. Модули SIMM бывают 8- и 32-разрядными. В специальных версиях этих модулей применяются коды коррекции ошибок (Error Correction Codes — ECC). В компьютерах с процессором Pentium применяются в основном 36-разрядные модули SIMM (32 бит данных и 4 бит четности) — по два модуля на один банк памяти. На системной плате обычно устанавливается четыре гнезда для этих модулей, т.е. для двух банков памяти. В более новых компьютерах с процессором Pentium и Pentium II применяются 64-разрядные модули DIMM.

Несмотря на то что внешняя шина данных 64-разрядная, внутренние регистры Pentium — 32-разрядные. При выполнении команд и обработке данных внутри процессора они предварительно разбиваются на 32-разрядные элементы и обрабатываются почти так же, как в процессоре 486. Иногда говорят, что Intel вводит всех в заблуждение, называя Pentium 64-разрядным процессором. На это можно ответить, что внешний обмен данными все-таки 64-разрядный. Внутренние же регистры Pentium полностью соответствуют регистрам процессора 486.

Процессор Pentium имеет два встроенных кэша объемом по 8 Кбайт, тогда как в 486-м содержится один кэш объемом 8 или 16 Кбайт. Схемы кэш-контроллера и сама кэш-память размещены на кристалле процессора. В кэш-память копируется информация (данные и программные коды) из различных областей системной памяти. Кэш-память процессора Pentium

может также хранить информацию, которая должна быть записана в память, до того момента, пока не снизится нагрузка на процессор и другие компоненты системы. (Процессор 486 выполняет все записи в память сразу.)

Отдельное кэширование кода и данных организовано по двухстраничной схеме; каждая страница разделена на строки по 32 байт. Для каждого кэша предусмотрен специальный *ассоциативный буфер преобразования адресов* (*Translation Lookaside Buffer — TLB*), предназначенный для преобразования линейных адресов в физические адреса памяти. Кэш-память может работать как в режиме сквозной записи, так и в двунаправленном режиме, т.е. с построчным опросом. Производительность процессора в двунаправленном режиме оказывается выше, поскольку в кэш-память записываются не только считываемые данные, но и результаты, в отличие от режима сквозной записи (при котором в кэш-память записываются только считываемые данные). В двунаправленном режиме значительно уменьшается количество обменов данными между процессором и системной памятью. В программном кэше предусмотрена защита от записи, поскольку в нем хранятся только программные инструкции, а не меняющиеся по ходу выполнения программ данные. Благодаря использованию укороченных циклов памяти данные в кэш-память (или из нее) могут быть переданы очень быстро.

Производительность компьютеров с процессором Pentium значительно повышается при использовании внешней кэш-памяти (второго уровня), которая обычно имеет емкость 512 Кбайт и выше и строится на основе быстродействующих микросхем статических RAM (время задержки — 15 нс и меньше). Если процессор пытается считать данные, которых еще нет во встроенной кэш-памяти (первого уровня), то состояния ожидания существенно замедляют его работу. Если же эти данные уже записаны во внешнюю кэш-память, процессор выполняет программу без остановок.

Процессор Pentium изготавливается с использованием биполярной КМОП-технологии (*Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor — BiCMOS*), применение которой приблизительно на 10% усложняет микросхему, но позволяет повысить ее производительность на 30–35% без увеличения размеров кристалла и потребляемой мощности.

Все процессоры Pentium с частотой 75 МГц и выше относятся к классу SL Enhanced, т.е. в них предусмотрена система SMM, обеспечивающая снижение энергопотребления. В процессорах Pentium второго поколения (с тактовой частотой 75 МГц и выше) эта система усовершенствована и предусматривает возможность переключения тактовой частоты, в результате чего дополнительно снижается потребляемая мощность. Возможна даже полная приостановка подачи тактовых сигналов (при этом процессор переходит в дежурный режим с минимальным потреблением мощности). Процессоры Pentium второго поколения работают при напряжении питания 3,3 В, что также снижает потребляемую мощность и, следовательно, нагревание микросхемы.

Во многих системных платах предусмотрено напряжение 3,465 или 3,3 В. Напряжение 3,465 В компанией Intel названо VRE (*Voltage Reduced Extended*); оно требуется для некоторых версий процессора Pentium, особенно для тех, которые работают на частоте 100 МГц. Стандартная величина напряжения 3,3 В называется STD; оно используется большинством процессоров Pentium второго поколения. Величина напряжения STD может находиться в диапазоне от 3,135 до 3,465 В, номинальное значение — 3,3 В. Существует также специальное значение напряжения, называемое VR (*Voltage Reduced — уменьшенное напряжение*); его величина может находиться в диапазоне от 3,300 до 3,465 В, номинальное значение — 3,38 В. Для работы некоторых процессоров требуется именно такое напряжение, и оно поддерживается большинством системных плат. В табл. 3.24 приведены спецификации применяемых напряжений.

Таблица 3.24. Спецификации применяемых напряжений процессора Pentium

Спецификация напряжения	Номинальное, В	Погрешность, В	Минимум, В	Максимум, В
STD (Standard)	3,30	±0,165	3,135	3,465
VR (Voltage Reduced)	3,38	±0,083	3,300	3,465
VRE (VR Extended)	3,50	±0,100	3,400	3,600

Чтобы еще больше снизить энергопотребление, Intel разработала специальные процессоры Pentium. Они встраиваются не в обычные корпуса, а в новый *пленочный корпус* (Tape Carrier Packaging — TSP). Процессор не устанавливается в керамический или пластиковый корпус, а покрывается тонкой защитной пластиковой пленкой. Процессор очень тонок (менее 1 мм, или в два раза тоньше монеты в 10 центов) и весит меньше 1 г. Производителям компьютеров эти процессоры продаются в катушках. Процессор в корпусе TSP припаивается непосредственно на системную плату специальным устройством, и, поскольку он легче, а его корпус меньше, улучшается распределение температуры и снижается энергопотребление. Специально впаянные разъемы на плате, расположенной прямо под процессором, в портативных компьютерах прекрасно охлаждаются и без вентиляторов.

В Pentium, как и в процессоре 486, имеется встроенный сопроцессор. Однако работает он в 2–10 раз быстрее, и при этом сохраняется совместимость с сопроцессорами 486 и 387. Кроме того, как уже отмечалось, два конвейера процессора выполняют математические операции над целыми числами — сопроцессор же предназначен для более сложных расчетов. В других процессорах, например в 486-м, всего один конвейер, а значит, и один математический сопроцессор. В сопроцессоре Pentium содержится скрытый дефект, который, тем не менее, получил широкую огласку. О нем мы поговорим в разделе “Ошибки процессора Pentium”.

Процессоры Pentium первого поколения

Существует три разновидности процессоров Pentium, каждая из которых выпускается в нескольких модификациях. Процессоры первого поколения работают на частотах 60 и 66 МГц, имеют 273-контактный корпус PGA и рассчитаны на напряжение питания 5 В. Они работают на той же частоте, что и системная плата, т.е. кратность умножения равна 1х.

Процессоры Pentium первого поколения производятся по биполярной технологии BiCMOS, при которой используется структура минимального размера (0,8 мкм). Производство микросхемы, содержащей около 3,1 млн. транзисторов, оказалось слишком сложным; в результате выход годных микросхем был низким, и их производство приостановилось. В то же время некоторые компании, например IBM и Motorola, при изготовлении самых сложных микросхем перешли к технологии, при которой использовалась структура размером 0,6 мкм. Из-за большого размера кристалла и высокого напряжения питания (5 В) процессор Pentium с тактовой частотой 66 МГц потребляет около 3,2 А (мощность — 16 Вт!), выделяя огромное (для микросхемы) количество тепла. Это потребовало установки в некоторых компьютерах дополнительного вентилятора.

Критика процессоров Pentium первого поколения во многих отношениях была оправданной. Зная, что от первоначальной разработки трудно ожидать большего, специалисты утверждали, что в ближайшем будущем должна появиться более совершенная микросхема, и лучше не приобретать компьютеры с процессорами Pentium этого поколения, а дожидаться появления микросхем следующего поколения.

Совет

Можно сформулировать одно из главных правил компьютерного мира: никогда не связывайтесь с первым поколением устройств. Наберитесь терпения и подождите, пока на горизонте не появится что-либо лучше.

Тем не менее существует выход и для тех, кто приобрел процессор Pentium первого поколения. Точно так же, как для первых систем 486, компания Intel выпустила микросхемы OverDrive, которые позволили практически удвоить быстродействие процессоров Pentium 60 или 66. Для этого приходилось, правда, заменять существующий процессор чипом OverDrive. Последующие модели процессоров Pentium совершенно не совместимы с компоновкой Pentium 60/66 Socket 4, поэтому использование микросхемы OverDrive было единственной возможностью модификации процессора Pentium первого поколения, не требующей замены системной платы.

Микросхема OverDrive позволяла повысить быстродействие системы максимум в два раза. Поэтому все же лучше полностью заменить системную плату и, конечно, процессор, тем самым существенно повысив производительность системы.

Процессоры Pentium второго поколения

В марте 1994 года Intel начала выпуск процессоров Pentium второго поколения. Эти процессоры работают на частотах 90 и 100 МГц; существует также модель, работающая на частоте 75 МГц. Кроме того, появились модификации, рассчитанные на 120, 133, 150, 166 и 200 МГц. Они производятся по биполярной технологии BiCMOS, при которой используется структура размером 0,6 мкм (75/90/100 МГц); это позволило уменьшить размер кристалла и снизить потребляемую мощность. В более быстродействующих версиях процессора Pentium второго поколения (120 МГц и выше) используется еще меньший кристалл, созданный по 0,35-микронной технологии BiCMOS. Микросхема Pentium показана на рис. 3.40. Напряжение питания, используемое этими микросхемами, — 3,3 В и ниже. Ток, потребляемый процессором с тактовой частотой 100 МГц, равен 3,25 А, что соответствует потребляемой мощности 10,725 Вт. Менее быстродействующий процессор с тактовой частотой 90 МГц потребляет ток не более 3 А при напряжении 3,3 В (мощность — 11,6 Вт); процессор с тактовой частотой 150 МГц потребляет ток не более 3 А при напряжении 3,3 В (мощность — 11,6 Вт); процессор с тактовой частотой 166 МГц — 4,4 А (14,5 Вт), а процессор на 200 МГц — 4,7 А (15,5 Вт).

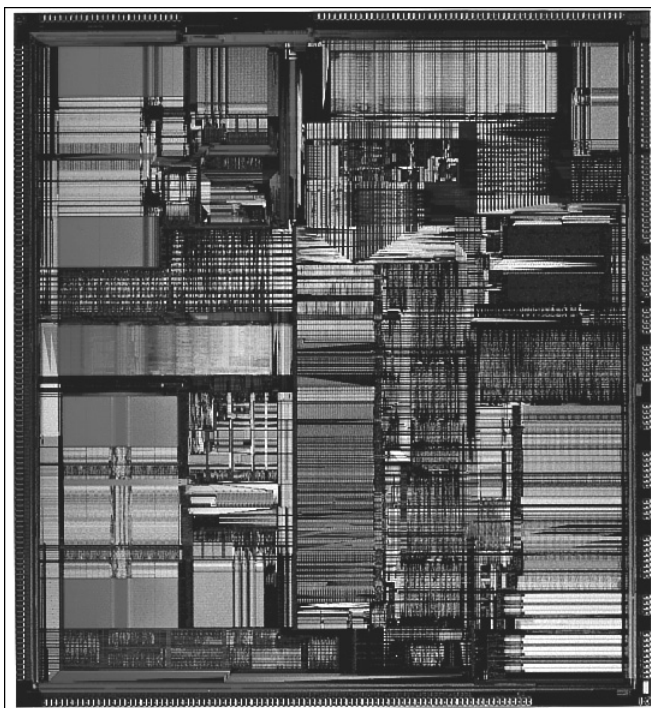


Рис. 3.40. Процессор Pentium. Фотография публикуется с разрешения Intel

Процессоры выпускаются в 296-контактном корпусе SPGA, который не совместим с формфактором процессора первого поколения. Перейти от микросхем первого поколения к микросхемам второго поколения можно только одним способом — заменить системную плату. На кристалле процессора Pentium второго поколения располагается 3,3 млн. транзисторов, т.е. больше, чем у первых микросхем. Дополнительные транзисторы появились в результате того,

что были расширены возможности управления потребляемой мощностью (в частности, введено переключение частоты тактового сигнала, в состав микросхемы включен усовершенствованный программируемый контроллер прерываний APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) и интерфейс двухпроцессорного режима DP (Dual Processing)).

Контроллер APIC и интерфейс DP предназначены для организации взаимодействия между двумя процессорами Pentium второго поколения, установленными на одной системной плате. Многие новые системные платы выпускаются с двумя гнездами типа Socket 5 или Socket 7, что позволяет использовать “многопроцессорные” возможности новых микросхем. Некоторые операционные системы, например Windows и OS/2, позволяют организовать так называемую *симметричную многопроцессорную обработку* (Symmetric Multi-Processing — SMP).

В процессорах Pentium второго поколения используется умножение тактовой частоты; он работает быстрее, чем системная шина. К примеру, Pentium на 150 МГц может работать с частотой, которая в 2,5 раза больше частоты шины (60 МГц), а процессор на 100 МГц — с коэффициентом умножения 1,5х при частоте шины 66 МГц и с коэффициентом 2х при частоте 50 МГц. Процессор на 200 МГц может работать с коэффициентом умножения 3х при частоте шины 66 МГц.

Фактически для всех системных плат Pentium существует три параметра тактовой частоты: 50, 60 и 66 МГц. Процессоры Pentium были разработаны с различными коэффициентами умножения для внутренней тактовой частоты и потому могут работать с целым рядом системных плат, при этом частота, на которой работает процессор, будет кратна частоте, на которой работает системная плата.

Отношение частоты, на которой работает ядро, к частоте, на которой работает шина, т.е. кратность умножения частоты, в процессоре Pentium контролируется двумя выводами — BF1 и BF2. В табл. 3.25 показано, как состояние этих выводов влияет на умножение тактовой частоты в процессоре Pentium.

Таблица 3.25. Состояние выводов BFx и тактовые частоты процессора Pentium

BF1	BF2	Кратность умножения частоты	Тактовая частота шины, МГц	Тактовая частота ядра, МГц
0	1	3х	66	200
0	1	3х	60	180
0	1	3х	50	150
0	0	2,5х	66	166
0	0	2,5х	60	150
0	0	2,5х	50	125
1	0	2х/4х	66	133/266 ¹
1	0	2х	60	120
1	0	2х	50	100
1	1	1,5х/3,5х	66	100/233 ¹
1	1	1,5х	60	90
1	1	1,5х	50	75

1. Процессоры с частотами 233 и 266 МГц вместо коэффициентов умножения 1,5х и 2х используют коэффициенты умножения 3,5х и 4х соответственно.

Не во всех процессорах имеются выводы шины частоты BF (Bus Frequency). Иными словами, некоторые микросхемы Pentium будут работать только при определенных комбинациях этих выводов или, возможно, при их установке в каком-либо одном положении. Многие новейшие системные платы имеют переключки или переключатели, позволяющие регулировать контакты BF и тем самым изменять отношение кратности умножения тактовой частоты в процессоре. Некоторые пользователи “заставляют” процессоры Pentium на 75 МГц работать на частоте 133 МГц. Данное ухищрение называется *разгоном*, или *оверклокингом (overclocking)*, и хотя оно часто срабатывает, процессор при этом очень перегревается. Если еще более увеличить тактовую частоту, то процессор может работать некорректно. К счастью, при установке исходной частоты процессора практически всегда восстанавливается его нормальное функционирование.

Существуют микросхемы OverDrive для модернизации процессоров Pentium второго поколения. Ими можно заменить центральный процессор в гнезде типа Socket 5 или Socket 7 (используется множитель 3х), благодаря чему тактовая частота процессора будет увеличена до 200 МГц (при тактовой частоте системной платы 66 МГц), а также будут добавлены возможности MMX. После замены процессора Pentium, работающего на частоте 100, 133 или 166 МГц, микросхемой OverDrive быстродействие компьютера будет соответствовать частоте процессора 200 МГц. Но, вероятно, самым ценным свойством микросхем Pentium OverDrive является поддержка технологии MMX, которая значительно повышает эффективность при выполнении приложений мультимедиа, весьма популярных сегодня.

Процессор Pentium MMX

Третье поколение процессоров Pentium с кодовым названием P55C, появившееся в январе 1997 года, объединило в своей конструкции технологические решения Pentium второго поколения и новую разработку, которую Intel назвала технологией MMX. Процессоры Pentium MMX (рис. 3.41) работают на тактовых частотах 66/166, 66/200 и 66/233 МГц; есть также версия для портативных компьютеров, работающая на тактовой частоте 66/266 МГц. Они имеют много общего с процессорами второго поколения, а именно: суперскалярную архитектуру, поддержку многопроцессорной обработки, встроенный локальный контроллер APIC и функции управления энергопотреблением. Однако новый процессор включает устройство MMX с конвейерной обработкой команд, кэш с обратной записью объемом 16 Кбайт (против 8 Кбайт в более ранних) и 4,5 млн. транзисторов. Микросхемы Pentium MMX производятся по усовершенствованной 0,35-микронной КМОП-технологии с использованием кремниевых полупроводников и работают на пониженном напряжении — 2,8 В. Микросхемы для портативных компьютеров, работающие на тактовых частотах 233 и 266 МГц и изготовленные с использованием 0,25-микронной технологии, потребляют энергии меньше, чем процессор Pentium без MMX 133 МГц.

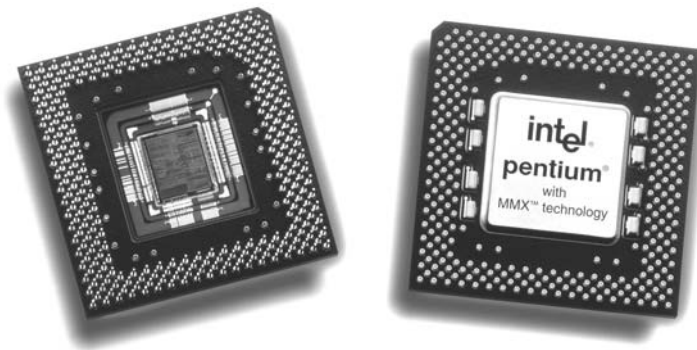


Рис. 3.41. Процессор Pentium MMX. Слева показан процессор со снятой крышкой ядра. Фотографии публикуются с разрешения Intel

Чтобы на системную плату можно было установить процессор Pentium MMX, она должна обеспечивать ему пониженное рабочее напряжение (2,8 В и меньше). Сделать системные платы более универсальными в отношении используемого процессорами напряжения помогло новое решение Intel — процессорное гнездо типа Socket 7 с устанавливаемым модулем, регулирующим напряжение (Voltage Regulation Module — VRM). Этот модуль можно легко заменить и, таким образом, перенастроить плату на использование новейших процессоров с любым рабочим напряжением.

Пониженное напряжение — это прекрасно, но главное достоинство процессора Pentium MMX состоит в мультимедиа расширениях MMX (MultiMedia eXtensions). Разработанная Intel технология MMX была реакцией на постоянно растущую популярность сетевых и при-

ложений мультимедиа, предъявляющих повышенные требования к аппаратному обеспечению. Во многих из этих приложений присутствуют циклично повторяющиеся последовательности команд, на выполнение которых уходит основная часть процессорного времени. Разработанная Intel технология *SIMD* (Single Instruction Multiple Data — один поток команд на несколько потоков данных) решает эту проблему путем выявления таких циклов и выполнения одной операции (команды) над несколькими данными. Кроме того, в архитектуру процессора введено 57 дополнительных команд, специально предназначенных для работы с графическими, видео- и аудиоданными.

Ошибки процессора Pentium

Подалуй, наиболее известной ошибкой процессора является знаменитая ошибка в блоке вычислений с плавающей запятой (FPU) процессора Pentium. Данная ошибка часто называлась ошибкой *FDIV*, так как она была связана с инструкцией *FDIV* (деление с плавающей запятой), хотя ей были подвержены и некоторые другие инструкции, касающиеся деления. Компания Intel официально описала данную проблему в документе *Errata No. 23*, который называется “Slight precision loss for floating-point divides on specific operand pairs”. Ошибка была исправлена в ревизии D1 и всех последующих ревизиях процессоров Pentium с частотой 60/66 МГц, а также в ревизии B5 и всех последующих ревизиях процессоров Pentium с частотой 75/90/100 МГц. Процессоры с частотой 120 МГц и больше сразу характеризовались более новыми ревизиями ядра, а значит, уже были избавлены от ошибки. Таблица с характеристикам различных версий процессоров Pentium приведена далее.

Данная ошибка вызвала немалый резонанс, когда в октябре 1994 года некий математик сообщил о ней в Интернете. Через несколько дней новость распространилась по всему миру, и об ошибке узнали даже те, у кого не было компьютера. Процессоры Pentium некорректно выполняли операции с плавающей запятой, причем неверные результаты вычислений начались уже с третьей значащей цифры.

К тому моменту, когда ошибка стала известна широкой общественности, Intel уже устранила ее, а также ряд других ошибок в следующих ревизиях процессоров Pentium с частотами 60/66 и 75/90/100 МГц.

После того как ошибка стала известна большому количеству людей и Intel официально признала ее, начался настоящий бум. Многие пользователи начали проверять процессор при работе с электронными таблицами, а также при выполнении различных математических операций и пришли к выводу, что обладают дефектными процессорами, даже не подозревая об этом. Некоторые даже разуверились в самой идее компьютера как инструмента вычислений. Зачем нужен компьютер, если он даже корректно считать не может?

Ажиотаж вокруг ошибки в работе процессоров привел к тому, что доверие пользователей к ПК несколько поубавилось, и они стали подвергать компьютеры более тщательному тестированию. Ведь если приходится часто заниматься вычислениями, необходимо быть уверенным в их достоверности, не так ли? Было выявлено несколько математических программ, в работе которых наблюдались проблемы. Например, в системах на базе Pentium с ошибками работала даже программа Excel 5.0. В данном случае проблему удалось устранить программным путем (в версиях программы 5.0с и выше).

В компании Intel поняли, что сохранить лицо в глазах покупателей можно, только заменив дефектные процессоры. Поэтому, если вам попался процессор с ошибкой в блоке FPU, компания должна заменить его процессором без каких-либо дефектов.

Если вы продолжаете использовать системы с процессором Pentium и вам интересно, подвержен ли данный процессор ошибке *Errata 23*, зайдите на специальную страницу:

<http://support.intel.com/support/processor/pentium/fdiv>

На ней вы узнаете, как обнаружить данную ошибку и заменить дефектный процессор. Поскольку Intel гарантирует возврат процессоров в течение определенного времени, дополнительной платы за замену от вас не должны потребовать. Также компания Intel заявила, что

возвращенные ей дефектные процессоры будут уничтожены и не поступят снова на рынок в какой бы то ни было форме.

Проверка процессора на наличие дефекта блока FPU

Проверить процессор Pentium на наличие ошибок довольно просто. Для этого необходимо выполнить операцию деления и сравнить полученные результаты с эталонными.

Для проверки операции деления можно воспользоваться электронной таблицей (например, Lotus 1-2-3, Microsoft Excel и т.д.), встроенным калькулятором Microsoft Windows или любой другой программой для вычислений, использующей блок FPU. Убедитесь, что при выполнении проверки блок FPU не отключен. Для этого используется специальная команда, которая обеспечивает корректные результаты независимо от того, поврежден блок FPU или нет.

Наиболее серьезные ошибки, связанные с блоком FPU процессоров Pentium, проявляются в третьей значащей цифре. Пример обнаружения ошибки приведен ниже.

962 306 957 033 / 11 010 046 = 87 402,6282027341 (правильный ответ)
962 306 957 033 / 11 010 046 = 87 399,5805831329 (дефектный процессор Pentium)

Примечание

Не все программы отображают большое количество цифр после запятой; большинство электронных таблиц ограничивается 13 или 15 значащими цифрами.

Как видите, ошибка проявилась уже в третьей значащей цифре результата. После проверки 5000 пар чисел, содержащих от 5 до 15 цифр, стало понятно, что ошибки, связанные с блоком FPU процессора Pentium, чаще всего проявляются в шестой значащей цифре.

Существует несколько способов устранения проблемы, однако все они отражаются на взаимодействии системы. Поскольку Intel решила заменять все дефектные процессоры Pentium, именно это и представляется наилучшим выходом.

Ошибки, связанные с управлением питанием

Начиная с процессоров Pentium второго поколения, Intel стала добавлять функции, которые позволяли устанавливать процессоры в системы, поддерживающие управление энергопотреблением. Подобные системы принято называть Energy Star, поскольку они соответствуют спецификациям, определяемым программой EPA Energy Star, однако их часто называли и *green PC* (зеленый ПК).

К сожалению, существовал и ряд ошибок, связанных с функциями управления питанием, в результате чего данные функции приходилось просто отключать. В частности, ошибки были связаны с функциями, доступ к которым осуществляется с помощью системы SMM. Подобные проблемы характерны только для процессоров второго поколения с частотой 75/90/100 МГц, так как процессоры первого поколения с частотой 60/66 МГц функций управления питанием не поддерживали, а во всех процессорах с большей частотой (от 120 МГц) подобные ошибки уже устранены.

Большинство проблем связано с контактом STPCLK# и инструкцией HALT. Если набор микросхем задействует подобную комбинацию, система просто “зависает”. В большинстве случаев единственным способом устранения проблемы оказалось отключение энергосберегающих режимов, таких как режим ожидания и “спящий” режим. Поэтому гораздо лучше просто заменить процессор новым, в котором все ошибки устранены. Ошибки, связанные с функциями управления питанием, характерны для процессоров Pentium ревизии В1 с частотой 75/90/100 МГц и устранены в процессорах ревизии В3 и последующих.

Модели и номера изменений процессора Pentium

Точно так же, как не бывает совершенного программного обеспечения, не бывает и совершенных процессоров. Изготовители составляют списки обнаруженных ошибок и время от времени вносят в процесс изготовления соответствующие изменения. И совершенно естест-

венно, что последующая версия продукта, в которой были учтены все замечания и устранены ошибки, лучше предыдущей. И хотя процессор несовершенен, после очередного исправления он медленно, но уверенно приближается к идеалу. За время “жизни” микропроцессора производитель может внести с полдюжины, а то и больше, таких изменений.

Выяснить характеристики процессора можно в таблице технических данных. Но для этого необходимо знать номер спецификации. Обычно он указан непосредственно на микросхеме. Если на микросхему приклеен радиатор, то, чтобы увидеть номер, нужно вытащить ее вместе с радиатором из гнезда (номер вы найдете в нижней части микросхемы).

Поскольку Intel постоянно разрабатывает микросхемы, то, чтобы быть в курсе всех новостей, рекомендую регулярно посещать ее сайт. На нем вы найдете массу информации о процессорах Pentium, кодах изменения — словом, все технические характеристики выпускаемых ею процессоров.

Отличия в напряжениях, необходимых для разных процессоров Pentium, приведены в табл. 3.26.

Таблица 3.26. Напряжения для процессоров Pentium

Модель	Изменение	Спецификация напряжения	Диапазон напряжения, В
1	---	Std	4,75–5,25
1	---	5v1	4,90–5,25
1	---	5v2	4,90–5,40
1	---	5v3	5,15–5,40
2+	B1–B5	Std	3,135–3,465
2+	C2+	Std	3,135–3,600
2+	---	VR	3,300–3,465
2+	B1–B5	VRE	3,45–3,60
2+	C2+	VRE	3,40–3,60
4+	---	MMX	2,70–2,90
4	3	Mobile	2,285–2,665
4	3	Mobile	2,10–2,34
8	1	Mobile	1,850–2,150
8	1	Mobile	1,665–1,935

Многие системные платы Pentium последних версий содержат набор перемычек, которые позволяют применять различные диапазоны напряжения. Зачастую проблемы, связанные с каким-либо процессором, возникают, в первую очередь, из-за несоответствия необходимого напряжения выходному напряжению системной платы.

При покупке бывших в употреблении систем Pentium я бы рекомендовал использовать только процессоры Model 2 (второе поколение) или процессоры более поздних версий, работающие с тактовой частотой 75 МГц и выше. Желательно приобрести версию C2 или же более позднюю, поскольку в них все наиболее существенные ошибки и проблемы уже исправлены. В современных процессорах Pentium каких-либо серьезных ошибок, к счастью, пока не выявлено.

AMD-K5

Это Pentium-совместимый процессор, разработанный компанией AMD и маркируемый как PR75, PR90, PR100, PR120, PR133, PR166 и PR200. Поскольку разработчики стремились создать процессор, физически и функционально совместимый с Intel Pentium, любая системная плата, которая корректно поддерживает Intel Pentium, должна поддерживать и AMD-K5. Однако для правильного распознавания AMD-K5 может потребоваться обновление BIOS. На сайте компании AMD содержится список системных плат, которые были проверены на совместимость. AMD-K5 имеет следующие усовершенствованные средства:

- кэш команд емкостью 16 Кбайт и двусторонний кэш данных емкостью 8 Кбайт;
- динамическое выполнение — предсказание перехода с упреждающим выполнением;

- RISC-подобный пятишаговый конвейер с шестью параллельными функциональными модулями;
- высокоэффективный сопроцессор для выполнения операций над числами с плавающей запятой;
- контакты для выбора множителя тактовой частоты (1,5x, 1,75x и 2x).

Микросхемы K5 маркируются в соответствии с их оценкой эффективности (P-Rating), т.е. число на микросхеме указывает не истинную тактовую частоту, а оценочное значение (это показатель частоты процессора Pentium, обладающего тем же быстродействием, что и данный процессор AMD).

Например, процессор версии PR 166 фактически работает на тактовой частоте 117 МГц. Такой подход компании AMD к маркировке своих процессоров объясняется тем, что архитектура K5 была более совершенной по сравнению с архитектурой Pentium, и для достижения одинакового быстродействия процессорам K5 требовалась гораздо меньшая частота. Но даже несмотря на все эти улучшения компания AMD представила на рынке K5 как процессор пятого поколения, аналогичный Pentium.

Процессор AMD-K5 работает при напряжении 3,52 В (VRE). В некоторых устаревших системных платах по умолчанию устанавливается напряжение 3,3 В, которое ниже специфицированного для K5, и это может стать причиной ошибок.

Шестое поколение процессоров: P6 (686)

В P6 (686) реализованы возможности, которых не было в процессорах предыдущих поколений. Семейство процессоров шестого поколения отметило свое рождение появлением на рынке в ноябре 1995 года Pentium Pro. С тех пор компания Intel выпустила великое множество других процессоров P6, однако во всех них использовалось то же ядро, что и в Pentium Pro. В табл. 3.27 перечислены характеристики процессоров этого поколения.

Таблица 3.27. Характеристики представителей семейства процессоров P6

Pentium Pro	Базовый процессор P6 с кэш-памятью второго уровня объемом 256 Кбайт, 512 Кбайт или 1 Мбайт, работающей на частоте процессора
Pentium II	P6 с кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт, работающей на половине частоты процессора
Pentium II Xeon	P6 с кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт, 1 или 2 Мбайт, работающей на частоте процессора
Celeron	P6 без кэш-памяти второго уровня
Celeron-A	P6 с кэш-памятью второго уровня объемом 128 Кбайт, работающей на частоте процессора
Pentium III	P6 с набором инструкций SSE (MMX2) и кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт, работающей на половине частоты процессора
Pentium IIPE	P6 с кэш-памятью второго уровня объемом 256 Кбайт, работающей на частоте процессора
Pentium IIIЕ	P6 с набором инструкций SSE (MMX2) и кэш-памятью второго уровня объемом 256 или 512 Кбайт, работающей на частоте процессора
Pentium III Xeon	P6 с набором инструкций SSE (MMX2), кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт, 1 или 2 Мбайт, работает на частоте процессора

Основным новшеством в пятом поколении процессоров Pentium была суперскалярная архитектура; два модуля этих процессоров могли выполнять команды одновременно. В более поздних версиях микросхем пятого поколения уже имелись команды MMX. Что же нового добавила Intel в шестое поколение микросхем? Основными особенностями всех процессоров шестого поколения являются динамическое выполнение, архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus — DIB) и улучшенный суперскаляр.

Динамическое выполнение

Благодаря динамическому выполнению процессор может параллельно обрабатывать большое количество команд. Основные особенности динамического выполнения перечислены ниже.

- **Множественное предсказание ветвлений.** Предназначено для прогнозирования потока инструкций при выполнении команд ветвления.
- **Анализ потока данных.** Позволяет получить информацию, необходимую для планирования выполнения команд, независимо от их первоначального порядка в программе.
- **Упреждающее выполнение.** “Предугадывает” изменения счетчика команд и выполняет команды, результаты которых, вероятно, вскоре понадобятся.

Двойная независимая шина

Еще одним новшеством P6 является архитектура двойной независимой шины. Процессор имеет две шины данных: одну — для системы (материнской платы), другую — для кэш-памяти. Благодаря этому существенно повысилось быстродействие кэш-памяти.

Другие улучшения процессоров шестого поколения

В архитектуре P6 были расширены вычислительные возможности суперскаляра процессоров P5: добавлены новые устройства выполнения команд, а команды разбиты на специальные микрооперации. Можно сказать, что команды CISC реализованы как последовательности команд RISC. Сложность команд уровня RISC ниже, поэтому организовать их более эффективную обработку в параллельно работающих устройствах выполнения команд гораздо проще.

В отличие от P5, который имел только два модуля выполнения команд, P6 имеет не менее шести отдельных специализированных (выделенных) модулей. Такой суперскаляр называется трехконвейерным (множественные модули выполнения команд могут выполнять до трех команд в одном цикле).

Помимо всего прочего, в архитектуру P6 встроена поддержка многопроцессорной системы, усовершенствованы средства обнаружения и исправления ошибок, а также оптимизирована поддержка 32-разрядных программ.

Процессоры шестого поколения Pentium Pro, Pentium II/III и другие — это не просто Pentium с более высоким быстродействием. Они имеют много дополнительных возможностей и более совершенную архитектуру. Ядро микросхемы RISC-подобно, а команды более высокого уровня принадлежат к классической для Intel архитектуре CISC. Разделяя команды CISC на отдельные команды RISC и выполняя их на параллельно работающих конвейерах, Intel добивается повышения общего быстродействия.

По сравнению с Pentium, работающим на той же тактовой частоте, процессоры P6 быстрее выполняют 32-разрядные программы. В процессорах P6 средства динамического выполнения оптимизированы, в первую очередь, для обеспечения улучшенной поддержки 32-разрядных программ. Если вы используете 16-разрядное программное обеспечение наподобие Windows 9x или еще более старые приложения, P6 не обеспечит ожидаемого повышения эффективности. Это объясняется тем, что в данном случае не будут до конца использованы возможности динамического выполнения.

Причем эти преимущества используются не столько самой операционной системой, сколько приложениями под ее управлением. Думаю, что разработчики при создании программного обеспечения не замедлят воспользоваться всеми преимуществами процессоров шестого поколения. Для этого понадобятся современные компиляторы, которые смогут повысить эффективность выполнения 32-разрядного кода во всех процессорах Intel. Но прежде нужно улучшить предсказуемость кода, чтобы можно было использовать преимущества динамического выполнения множественного предсказания ветвлений.

Процессор Pentium Pro

Первым наследником Pentium MMX стал процессор *Pentium Pro*. Представлен он был в ноябре 1995 года, а массовые продажи начались в 1996 году. Процессор заключен в 387-контактный корпус, устанавливаемый в гнездо типа Socket 8, поэтому он не совместим по

разводке контактов с более ранними процессорами Pentium. Несколько микросхем объединены в модуль *MCM* (Multi-Chip Module), выполненный по новой уникальной технологии Intel, названной *Dual Cavity PGA* (двойной корпус PGA). Внутри 387-контактного корпуса на самом деле находятся две микросхемы, одна из них содержит сам процессор Pentium Pro (рис. 3.42), а другая — кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт (процессор Pentium Pro с кэш-памятью объемом 256 Кбайт представлен на рис. 3.43), 512 Кбайт или 1 Мбайт. В самом процессоре содержится 5,5 млн. транзисторов, в кэш-памяти объемом 256 Кбайт — 15,5 млн. транзисторов, а в кэш-памяти объемом 512 Кбайт — 31 млн. Итого в модуле с кэш-памятью объемом 512 Кбайт содержится 36,5 млн. транзисторов, а при емкости 1 Мбайт их количество возрастет до 68 млн. Pentium Pro с кэш-памятью объемом 1 Мбайт состоит из трех микросхем: процессора и двух кэшей объемом по 512 Кбайт (рис. 3.44).

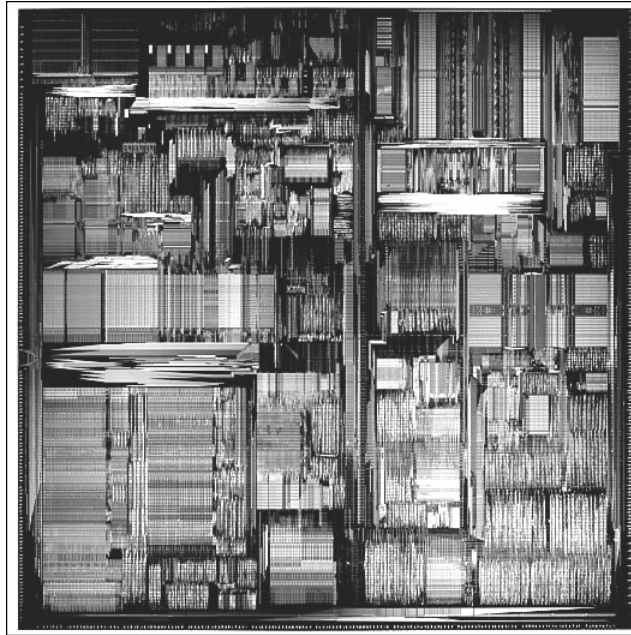


Рис. 3.42. Процессор Pentium Pro. Фотография публикуется с разрешения Intel

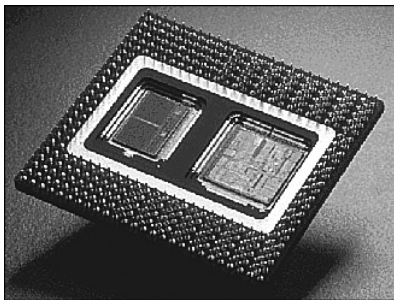


Рис. 3.43. Процессор Pentium Pro с кэш-памятью второго уровня объемом 256 Кбайт (слева). Фотография публикуется с разрешения Intel

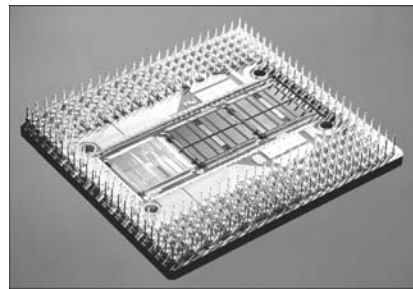


Рис. 3.44. Процессор Pentium Pro с кэш-памятью второго уровня объемом 1 Мбайт (в центре и справа). Фотография публикуется с разрешения Intel

На основном кристалле процессора находится также встроенная кэш-память первого уровня объемом 16 Кбайт (фактически два множественно-ассоциативных кэша емкостью по 8 Кбайт — для команд и для данных).

В Pentium Pro реализована архитектура двойной независимой шины (DIB), благодаря чему сняты ограничения на пропускную способность памяти, присущие процессорам предыдущих поколений. Шина, имеющая архитектуру DIB, состоит из шины кэш-памяти второго уровня (содержащейся полностью внутри корпуса процессора) и системной шины для передачи данных между процессором и основной памятью системы. Тактовая частота специализированной (выделенной) шины кэш-памяти второго уровня на Pentium Pro равна тактовой частоте процессора. Поэтому микросхема кэш-памяти помещена непосредственно в корпус процессора Pentium Pro. Архитектура DIB увеличивает пропускную способность памяти почти в три раза по сравнению с классическими системами с гнездом типа Socket 7, построенными на основе процессоров Pentium.

В табл. 3.28 и 3.29 приведены технические характеристики процессора Pentium Pro и каждой модели этого семейства.

Таблица 3.28. Характеристики процессора Pentium Pro

Дата появления	Ноябрь 1995 года
Максимальная тактовая частота	150, 166, 180, 200 МГц
Кратность умножения частоты	2,5х, 3х, 3х, 3,5х, 4х
Разрядность регистров	32
Разрядность внешней шины данных	64
Разрядность шины адреса	36
Максимально адресуемый объем памяти	64 Гбайт
Максимальный объем виртуальной памяти	64 Тбайт
Размер встроенной кэш-памяти L1	8 Кбайт (для кода), 8 Кбайт (для данных)
Разрядность шины кэш-памяти L2	64, работает на частоте ядра
Тип гнезда	Socket 8
Корпус	387-контактный Dual Cavity PGA
Размеры	6,25×6,76 см
Сопроцессор	Встроенный
Управление электропитанием	Система SMM
Напряжение питания	3,1 или 3,3 В

Таблица 3.29. Технические характеристики моделей процессора Pentium Pro

Процессор Pentium Pro (200 МГц) со встроенной кэш-памятью второго уровня объемом 1 Мбайт	
Дата появления	18 августа 1997 года
Тактовая частота	200 МГц (66 МГц×3)
Количество транзисторов	5,5 млн. (0,35-микронный процесс) плюс 62 млн. в кэш-памяти второго уровня объемом 1 Мбайт (0,35-микронный процесс)
Кэш-память	Первого уровня: 8 Кбайт×2 (16 Кбайт); второго уровня: 1 Мбайт
Размер кристалла	Квадрат со стороной 14,0 мм
Процессор Pentium Pro (166/180/200 МГц)	
Дата появления	1 ноября 1995 года
Тактовые частоты	166 МГц (66 МГц×2,5), 180 МГц (60 МГц×3), 200 МГц (66 МГц×3)
Количество транзисторов	5,5 млн. (0,35-микронный процесс) плюс 15,5 млн. в кэш-памяти второго уровня объемом 256 Кбайт (0,6-микронный процесс) или 31 млн. в кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт (0,35-микронный процесс)
Кэш-память	Первого уровня: 8 Кбайт×2 (16 Кбайт); второго уровня: 256 или 512 Кбайт
Размер кристалла	Квадрат со стороной 14,0 мм

Процессор Pentium Pro (150 МГц)	
Дата появления	1 ноября 1995 года
Тактовая частота	150 МГц (60 МГц×2,5)
Процессор Pentium Pro (150 МГц)	
Количество транзисторов	5,5 млн. (0,6-микронный процесс) плюс 15,5 млн. в кэш-памяти второго уровня объемом 256 Кбайт (0,6-микронный процесс)
Кэш-память	Первого уровня: 8 Кбайт×2 (16 Кбайт); второго уровня: 256 Кбайт
Размер кристалла	Квадрат со стороной 17,6 мм

Чтобы увидеть, какой вклад вносят различные средства в повышение производительности, можно обратиться к индексам iCOMP 2.0, приведенным выше. По сравнению с индексом 142 классического процессора Pentium 200 индекс 220 процессора Pentium Pro 200 просто впечатляет; Pentium MMX с индексом 182 занимает при этом промежуточное положение. Однако не забывайте, что, работая с 16-разрядными программами, Pentium Pro теряет почти все свои преимущества.

Pentium Pro аналогично предшествующим процессорам Pentium повышает частоту шины 66 МГц с помощью множителя. В табл. 3.30 приведены показатели быстродействия процессоров и системных плат Pentium Pro.

Таблица 3.30. Быстродействие процессоров и материнских плат Pentium Pro

Тип процессора / быстродействие	Кратность тактовой частоты	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium Pro 150	2,5x	60
Pentium Pro 166	2,5x	66
Pentium Pro 180	3x	60
Pentium Pro 200	3x	66

Встроенная кэш-память второго уровня — одна из уникальных особенностей процессора Pentium Pro. Встроенная в процессор и удаленная из системной платы, эта память работает на максимальной частоте процессора и не зависит от более низкой тактовой частоты (60 или 66 МГц) шины системной платы. Фактически кэш-память второго уровня имеет собственную внутреннюю 64-разрядную шину, функционирующую независимо от внешней 64-разрядной шины процессора. Внутренние регистры и каналы данных — 32-разрядные, как и в Pentium. Системные платы стали дешевле, поскольку им больше не требуется отдельная кэш-память. По общему мнению, кэш-память третьего уровня (которую некоторые производители все же встраивали в свои системные платы) в Pentium Pro менее эффективна, чем кэш-память второго уровня. Интеграция в процессор кэш-памяти второго уровня является самым значительным наследием процессоров Pentium Pro, которое и по сей день характеризует практически все процессоры, выпускаемые компаниями AMD и Intel (исключением является только первоначальная модель процессора Celeron).

Одно из свойств встроенной кэш-памяти второго уровня заключается в том, что она значительно улучшает работу многозадачной системы. Процессор Pentium Pro поддерживает новую многопроцессорную структуру *Multi-Processor Specification (MPS)*, а не симметричную многопроцессорную работу (SMP), как в случае с Pentium. Благодаря MPS в системах с Pentium Pro одновременно может работать до четырех процессоров. В отличие от других многопроцессорных систем, при использовании Pentium Pro не возникает проблемы когерентности кэшей.

Системные платы на базе Pentium Pro поставляются в основном с шинами PCI и ISA. Процессоры Pentium Pro поддерживают такие наборы микросхем, как 450KX/GX (Orion) и 440LX (Natoma). Кроме того, Intel разработала новую конструкцию системных плат для Pentium Pro и Pentium II, названную ATX. Главное назначение новой конструкции — переместить процессор в область, свободную от плат расширения, что позволит улучшить его охлаждение. Этот формфактор впоследствии использовался и в материнских платах для процессоров Pentium II/III/4. Однако системы с Pentium Pro использовали и другие формфакторы материнских плат, в частности Baby-AT.

На корпусе процессора Pentium Pro есть четыре специальных контакта для идентификации напряжения (Voltage Identification — VID). Они используются для автоматического выбора напряжения питания. И потому системная плата Pentium Pro не имеет переходного устройства для выбора напряжения, как большинство плат для Pentium, что значительно упрощает установку процессора и сборку системы. По этим контактам сигналы фактически не передаются. На самом деле эти контакты входят в состав замкнутой или разомкнутой цепи в корпусе. Комбинация замкнутых и разомкнутых контактов определяет напряжение, необходимое процессору. Контакты VID пронумерованы (VID0, VID1, VID2, VID3). Преобразователи напряжения на системной плате должны подавать необходимое напряжение или отключаться (табл. 3.31). Цифра 1 в этой таблице обозначает контакт в разомкнутой цепи, а 0 — в замкнутой (т.е. контакт заземлен).

Таблица 3.31. Устанавливаемые напряжения для Pentium Pro

Комбинация контактов	Устанавливаемое напряжение, В
0000	3,5
0001	3,4
0010	3,3
0011	3,2
0100	3,1
0101	3,0
0110	2,9
0111	2,8
1000	2,7
1001	2,6
1010	2,5
1011	2,4
1100	2,3
1101	2,2
1110	2,1
1111	Процессор не установлен

Для большинства процессоров Pentium Pro требуется напряжение 3,3 В, но для некоторых — 3,1 В. Обратите внимание, что комбинация контактов 1111 (все контакты разомкнуты) указывает на то, что процессор в данном гнезде отсутствует.

Процессор Pentium Pro никогда широко не применялся в настольных компьютерах; как правило, он использовался в качестве процессора файл-сервера, прежде всего, благодаря большому объему внутренней кэш-памяти второго уровня, работающей на частоте процессора. Через некоторое время компания Intel предложила процессор OverDrive для Pentium Pro, и с тех пор прекратила выпуск подобных процессорных обновлений. Некоторое время компания PowerLeaf предлагала обновления Pentium Pro, использующие в качестве адаптера процессоры Celeron PPGA классов 533–700 МГц, однако выпуск этих продуктов вскоре был прекращен.

Процессор Pentium II

Этот процессор компания Intel представила в мае 1997 года. До своего официального появления на рынке он был известен под кодовым названием *Klamath*, и вокруг него в компьютерном мире ходило огромное количество слухов. Pentium II, по существу, — тот же процессор шестого поколения, что и Pentium Pro, но с добавленной технологией MMX (включая удвоенный объем кэш-памяти первого уровня и 57 новых инструкций MMX), однако в его конструкции присутствовал и ряд новшеств. Кристалл процессора Pentium II показан на рис. 3.45.

Однако в физическом аспекте это действительно нечто новое. Процессор Pentium II заключен в корпус с односторонним контактом (Single Edge Contact — SEC) и большим теплоотводным элементом. Устанавливается он на собственную небольшую плату, очень похожую на модуль памяти SIMM и содержащую кэш-память второго уровня (рис. 3.46); эта плата устанавливается в разъем типа Slot 1 на системной плате, который внешне очень похож на разъем адаптера.

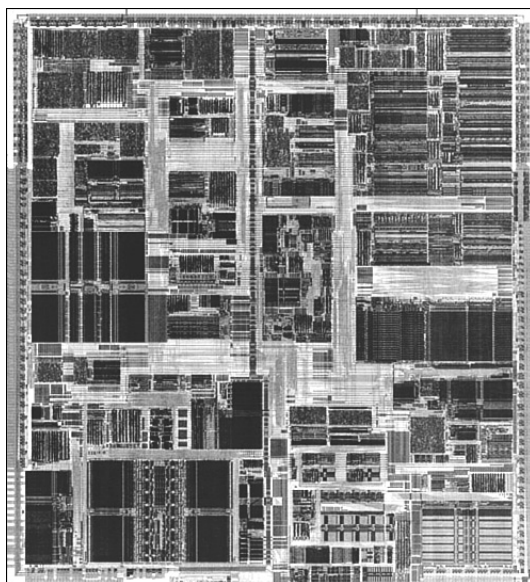


Рис. 3.45. Ядро процессора Pentium II. Фотография публикуется с разрешения Intel

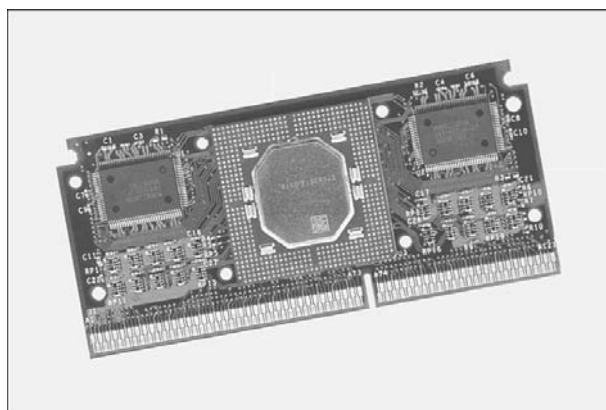


Рис. 3.46. Плата процессора Pentium II (внутри картриджа SECC). Фотография публикуется с разрешения Intel

Существует два типа картриджей процессоров, называемых SECC (Single Edge Contact Cartridge) и SECC2. Эти картриджи показаны на рис. 3.47 и 3.48 соответственно.

Обратите внимание, что в картридже SECC2 меньше компонентов, поэтому и стоимость его немного меньше. Кроме того, в нем предусмотрен прямой контакт теплоотводного элемента с процессором, что улучшает показатели охлаждения. В начале 1999 года компания Intel полностью перешла на использование картриджей SECC2 как для всех следующих моделей Pentium II, так и для последовавших за ними процессоров Pentium III, использовавших разъем Slot 1.

Используя отдельные микросхемы, собираемые на монтажной плате, компания Intel смогла удешевить производство процессоров Pentium II по сравнению с множеством кристаллов, находящихся в одном корпусе Pentium Pro. Также это позволило использовать микросхемы кэш-памяти других производителей и, таким образом, расширить спектр конфигураций процессора.

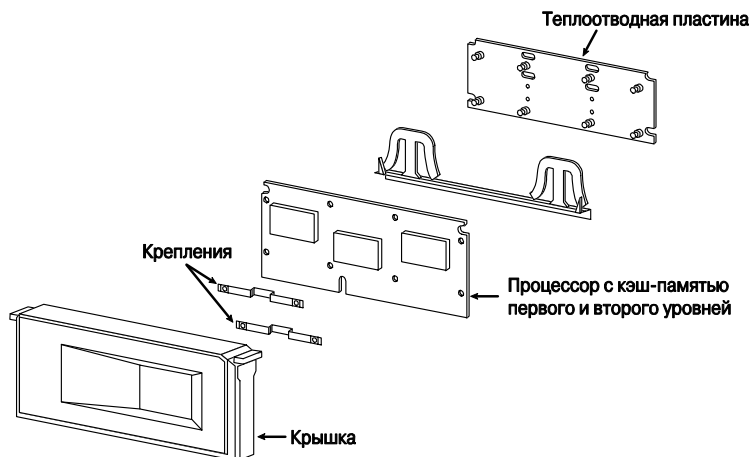


Рис. 3.47. Компоненты картриджа SECC

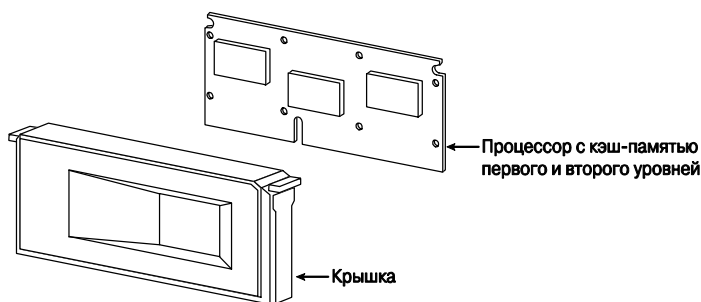


Рис. 3.48. Компоненты картриджа SECC2

Предлагаемые Intel процессоры Pentium II работают на перечисленных в табл. 3.32 тактовых частотах.

Таблица 3.32. Быстродействие процессоров и материнских плат Pentium II

Тип процессора / быстродействие	Множитель тактовой частоты	Тактовая частота системной платы, МГц
Pentium II 233	3,5x	66
Pentium II 266	4x	66
Pentium II 300	4,5x	66
Pentium II 333	5x	66
Pentium II 350	3,5x	100
Pentium II 400	4x	100
Pentium II 450	4,5x	100

Ядро процессора Pentium II имеет 7,5 млн. транзисторов; при его производстве используется улучшенная архитектура P6 компании Intel. Вначале все процессоры Pentium II производились по 0,35-микронной технологии, однако уже при изготовлении Pentium II с частотой 333 МГц используется 0,25-микронный процесс. Это позволяет уменьшить кристалл, увеличить тактовую частоту и снизить потребляемую мощность. При тактовой частоте 333 МГц эффективность процессора Pentium II на 75–150% выше, чем Pentium MMX с частотой 233 МГц, а при проведении эталонных мультимедийных тестов — приблизительно на 50% выше. Как было показано в табл. 3.8, индекс iCOMP 2.0 у Pentium II с частотой 266 МГц вдвое выше, чем у оригинального процессора Pentium с частотой 200 МГц.

Если не учитывать скорость, то процессор Pentium II можно рассматривать как комбинацию Pentium Pro и технологии MMX с немного улучшенной конструкцией кэш-памяти. У него такие же многопроцессорные возможности и точно такой же интегрированный кэш второго уровня, как у Pentium Pro, а у MMX заимствованы 57 новых мультимедийных команд. Кроме того, в Pentium II объем внутренней кэш-памяти первого уровня вдвое выше, чем в Pentium Pro (теперь он составляет не 16, а 32 Кбайт).

Максимальная потребляемая процессором Pentium II мощность и рабочее напряжение приведены в табл. 3.33.

Таблица 3.33. Максимальная мощность процессоров Pentium II

Основная тактовая частота, МГц	Потребляемая мощность, Вт	Процесс (размер структуры), микрон	Напряжение, В
450	27,1	0,25	2,0
400	24,3	0,25	2,0
350	21,5	0,25	2,0
333	23,7	0,25	2,0
300	43,0	0,35	2,8
266	38,2	0,35	2,8
233	34,8	0,35	2,8

Обратите внимание, что процессор Pentium II с частотой 450 МГц потребляет меньшую мощность, чем его первоначальная версия с частотой 233 МГц. Это было достигнуто за счет уменьшения размера структуры до 0,25 микрон и снижения напряжения до 2,0 В.

Как и в процессоре Pentium Pro, в Pentium II реализован повышающий эффективность механизм динамического выполнения. Основные особенности динамического выполнения следующие: множественное предсказание переходов, которое ускоряет выполнение, прогнозируя поток программы через отдельные ветви; анализ потока данных, благодаря которому анализируются и переупорядочиваются команды программы; упреждающее выполнение, которое “предугадывает” изменение значений счетчика команд и выполняет команды, результаты которых, вероятнее всего, вскоре понадобятся. Благодаря широкому использованию этих возможностей эффективность процессора Pentium II значительно повышается.

Как и в Pentium Pro, в Pentium II внедрена архитектура двойной независимой шины (Dual Independent Bus — DIB). Термин *двойная независимая шина* своим происхождением обязан двум независимым шинам в процессоре Pentium II — шине кэш-памяти второго уровня и системной шине, по которой происходит обмен данными между процессором и основной памятью. Pentium II может использовать обе шины одновременно, поэтому интенсивность обмена данными других устройств с Pentium II может быть вдвое выше, чем с процессором, в котором использовалась архитектура одиночной шины. Архитектура двойной независимой шины позволяет повысить быстродействие кэш-памяти второго уровня процессора Pentium II с частотой 333 МГц в 2,5 раза. Причем с увеличением тактовой частоты процессоров Pentium II возрастает и быстродействие кэш-памяти второго уровня. Кроме того, системная шина с конвейерной организацией позволяет параллельно выполнять два потока транзакций, а не один. Все эти улучшения архитектуры двойной независимой шины увеличивают ее пропускную способность почти в три раза по сравнению с пропускной способностью шины с одиночной архитектурой у обычного процессора Pentium.

Общие технические характеристики процессоров Pentium II приведены в табл. 3.34, а параметры конкретных моделей — в табл. 3.35.

Таблица 3.34. Технические характеристики процессоров Pentium II

Частота шины	66, 100 МГц
Кратность умножения частоты	3,5х, 4х, 4,5х, 5х
Тактовая частота	233, 266, 300, 333, 350, 400, 450 МГц
Объем встроенной кэш-памяти	Первого уровня: 32 Кбайт (16 Кбайт для кода и 16 Кбайт для данных); второго уровня: 512 Кбайт (половинная тактовая частота процессора)

Разрядность внутренних регистров	32
Разрядность внешней шины данных	64
Разрядность шины адреса	36
Максимальная адресуемая память	64 Гбайт
Максимальная виртуальная память	64 Тбайт
Внешняя шина данных	64-разрядная системная шина с ECC; 64-разрядная шина кэша с возможностью контроля четности ECC
Корпус	242-контактный с односторонним контактом (Single Edge Contact Cartridge — SECC)
Размеры корпуса	12,82×6,28×1,64 см
Сопроцессор	Встроенный
Управление электропитанием	Система SMM (System Management Mode)

Таблица 3.35. Технические характеристики разных моделей процессора Pentium II**Процессор Pentium II MMX (350, 400 и 450 МГц)**

Дата появления	15 апреля 1998 года
Тактовая частота	350 (100×3,5), 400 (100×4) и 450 (100×4,5) МГц
Производительность по тесту iCOMP 2.0	386, 440 и 483 МГц (350, 400 и 450 МГц соответственно)
Количество транзисторов	7,5 млн. (0,25-микронная технология) плюс 31 млн. кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	4 Гбайт
Рабочее напряжение	2,0 В
Тип разъема	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 10,2 мм

Мобильный процессор Pentium II (266, 300, 333 и 366 МГц)

Дата появления	25 января 1999 года
Тактовая частота	266, 300, 333 и 366 МГц
Количество транзисторов	27,4 млн. (0,25-микронная технология)
Корпус BGA	Количество шариков: 615
Размеры	31×35 мм
Рабочее напряжение	1,6 В
Выделяемое тепло	366 МГц — 9,5 Вт, 333 МГц — 8,6 Вт, 300 МГц — 7,7 Вт, 266 МГц — 7,0 Вт

Процессор Pentium II MMX (333 МГц)

Дата появления	26 января 1998 года
Тактовая частота	333 МГц (66 МГц×5)
Производительность по тесту iCOMP 2.0	366
Количество транзисторов	7,5 млн. (0,25-микронная технология) плюс 31 млн. кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Рабочее напряжение	2,0 В
Тип разъема	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 10,2 мм

Процессор Pentium II MMX (300 МГц)

Дата появления	7 мая 1997 года
Тактовая частота	300 МГц (66 МГц×4,5)
Производительность по тесту iCOMP 2.0	332
Количество транзисторов	7,5 млн. (0,35-микронная технология) плюс 31 млн. кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Размер кристалла	Квадрат со стороной 14,2 мм

Процессор Pentium II MMX (266 МГц)	
Дата появления	7 мая 1997 года
Процессор Pentium II MMX (266 МГц)	
Тактовая частота	266 МГц (66 МГц×4)
Производительность по тесту iCOMP 2.0	303
Количество транзисторов	7,5 млн. (0,35-микронная технология) плюс 31 млн. кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Тип разъема	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 14,2 мм
Процессор Pentium II MMX (233 МГц)	
Дата появления	7 мая 1997 года
Тактовая частота	233 МГц (66 МГц×3,5)
Производительность по индексу iCOMP 2.0	267
Количество транзисторов	7,5 млн. (0,35-микронная технология) плюс 31 млн. кэш-памяти второго уровня объемом 512 Кбайт
Кэшируемая оперативная память	512 Мбайт
Тип разъема	Slot 1
Размер кристалла	Квадрат со стороной 14,2 мм

Кэш-память первого уровня всегда работает на основной тактовой частоте процессора, потому что она установлена непосредственно на его кристалле. Кэш-память второго уровня в Pentium II обычно работает на половине основной тактовой частоты процессора, что позволяет снизить стоимость микросхемы кэша. Например, в Pentium II с частотой 333 МГц кэш-память первого уровня работает на тактовой частоте 333 МГц, в то время как кэш-память второго уровня — на частоте 167 МГц. Хотя кэш-память второго уровня работает не на полной тактовой частоте, как это было в Pentium Pro, ее быстродействие значительно выше по сравнению с кэш-памятью на системной плате, работающей на тактовой частоте 66 МГц (это частота большинства системных плат с гнездом типа Socket 7 для Pentium). Как утверждает Intel, пропускная способность новой двойной шины втрое выше пропускной способности обычной.

Теперь, перенеся кэш-память из внутреннего корпуса процессора и используя внешнюю микросхему, установленную в одном картридже, Intel может обходиться более дешевыми микросхемами кэш-памяти и еще больше увеличивать тактовую частоту процессора. Тактовая частота Pentium Pro была ограничена 200 МГц, так как было трудно найти доступную кэш-память с более высокой частотой. А поскольку тактовая частота кэш-памяти составляет половину тактовой частоты процессора, Pentium II может работать на частоте 400 МГц, что позволяет использовать микросхемы кэш-памяти с номинальной тактовой частотой всего 200 МГц. Чтобы компенсировать половинную тактовую частоту кэш-памяти в Pentium II, Intel удвоила объем кэш-памяти второго уровня (в Pentium Pro стандартный объем равен 256 Кбайт, а в Pentium II — 512 Кбайт).

Обратите внимание, что дескрипторы ОЗУ, имеющиеся в кэш-памяти второго уровня, допускают кэширование оперативной памяти объемом до 512 Мбайт в процессорах Pentium II (от 233 до 333 МГц). В процессорах на 350, 400 МГц и выше дескрипторы ОЗУ расширены, поэтому в таких моделях разрешается кэшировать до 4 Гбайт оперативной памяти. Это очень важно, если вы планируете когда-либо установить память емкостью более 512 Мбайт. Некэшируемая память снижает производительность любой системы.

Системная шина Pentium II имеет встроенную поддержку одного или двух процессоров. Существуют версии Pentium II с кодами коррекции ошибок (Error Correction Code — ECC) на шине кэша второго уровня (L2). Они разработаны специально для серверов или других систем, выполняющих жизненно важные задачи, в которых большую роль играет надежность и целостность данных. Во всех процессорах Pentium II сигналы запроса и выдачи адреса на

шину защищены контролем четности, а кроме того, предусмотрен механизм повторения для повышения целостности и надежности данных.

Для установки Pentium II в систему существует специальное крепление. Процессор устанавливается в разъем Slot 1 на системной плате так, чтобы быть защищенным от повреждений в результате вибраций и толчков. Крепления разрабатываются изготовителями системных плат. (Например, такие системные платы, как Intel Boxed AL440FX и DK440LX, имеют крепления и другие важные компоненты для сборки системы.)

Процессор Pentium II генерирует большое количество тепла, которое необходимо рассеивать. Для этого на нем устанавливается теплоотвод (радиатор). Кроме того, для охлаждения Pentium II можно использовать активный теплоотвод (с вентилятором). В отличие от активных теплоотводов, устанавливаемых ранее для коробочных процессоров Intel, вентиляторы Pentium II получают питание от разъема с тремя контактами на системной плате. Для электрического подключения вентиляторов в большинстве системных плат предусмотрено несколько соединителей.

Для теплоотвода на системной плате имеются специальные монтажные отверстия. Обычно пластмассовая опорная стойка вставляется в отверстия теплоотвода рядом с центральным процессором (перед установкой картриджа центрального процессора с теплоотводом). Большинство теплоотводов имеют два компонента: вентилятор в пластмассовом кожухе и металлический радиатор. Последний присоединяется к теплоотводящей пластине процессора и не снимается, тогда как вентилятор можно снять и заменить в случае необходимости. На рис. 3.49 показан корпус SEC с вентилятором, проводами, по которым подводится питание, креплениями, разъемами и отверстиями для крепления к системной плате.

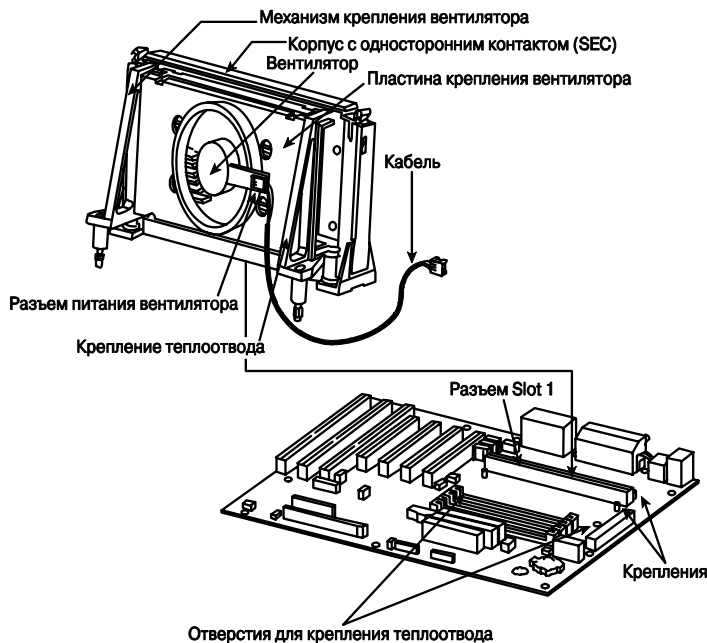


Рис. 3.49. Процессор Pentium II/III и крепление радиатора

В приведенных ниже таблицах указаны технические характеристики различных версий Pentium II.

Чтобы вы могли идентифицировать свой процессор Pentium II, найдите номер спецификации на картридже SEC. Он находится в изменяемой части метки на верхней стороне модуля процессора. Размещение маркировки показано на рис. 3.50.

По номеру спецификации (фактически это алфавитно-цифровой код) можно точно установить тип процессора (табл. 3.36).

Например, номер спецификации SL2KA идентифицирует процессор как Pentium II с частотой 333 МГц (тактовая частота системной шины — 66 МГц) с кэш-памятью второго уровня (L2), в которой применяются коды коррекции ошибок. В этой же таблице указано, что для данного процессора требуется напряжение питания только 2,0 В. Кроме того, указан номер ревизии, и, воспользовавшись изданным Intel руководством *Pentium II Specification Update Manual*, можно точно узнать, какие ошибки были устранены в конкретных моделях процессора.

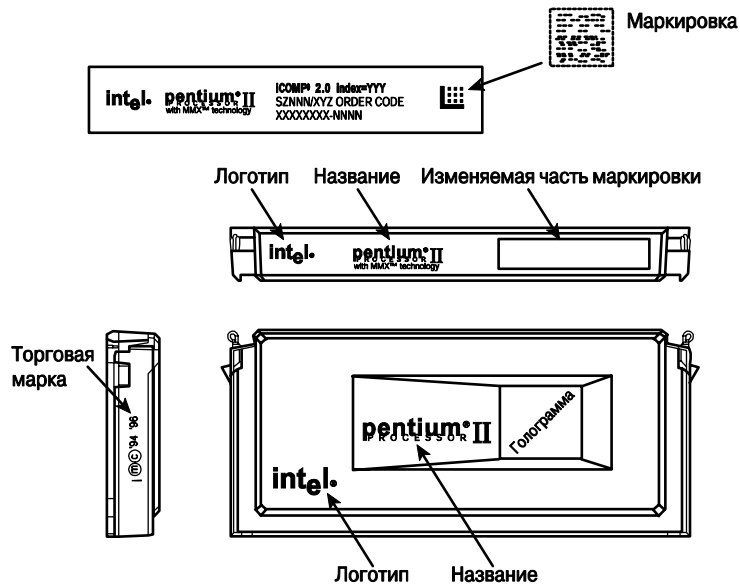


Рис. 3.50. Упаковка процессора Pentium II/III SECC

Таблица 3.36. Версии и ревизии процессора Pentium II

S-спецификация	Изменение ядра	CPUID	Тактовая частота ядра/шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Тип кэш-памяти L2	Тип корпуса	Примечание
SL264	C0	0633h	233/66	512	He ECC	SECC 3.00	5
SL265	C0	0633h	266/66	512	He ECC	SECC 3.00	5
SL268	C0	0633h	233/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL269	C0	0633h	266/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL28K	C0	0633h	233/66	512	He ECC	SECC 3.00	1, 3, 5
SL28L	C0	0633h	266/66	512	He ECC	SECC 3.00	1, 3, 5
SL28R	C0	0633h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL2MZ	C0	0633h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 5
SL2HA	C1	0634h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL2HC	C1	0634h	266/66	512	He ECC	SECC 3.00	5
SL2HD	C1	0634h	233/66	512	He ECC	SECC 3.00	5
SL2HE	C1	0634h	266/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL2HF	C1	0634h	233/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL2QA	C1	0634h	233/66	512	He ECC	SECC 3.00	1, 3, 5
SL2QB	C1	0634h	266/66	512	He ECC	SECC 3.00	1, 3, 5
SL2QC	C1	0634h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 5
SL2KA	dA0	0650h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	5
SL2QF	dA0	0650h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	1
SL2K9	dA0	0650h	266/66	512	ECC	SECC 3.00	

С-спецификация	Изменение ядра	CPUID	Тактовая частота ядра/шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Тип кэш-памяти L2	Тип корпуса	Примечание
SL35V	dA1	0651h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 2
SL2QH	dA1	0651h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 2
SL2S5	dA1	0651h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2ZP	dA1	0651h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2ZQ	dA1	0651h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2S6	dA1	0651h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2S7	dA1	0651h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2SF	dA1	0651h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2
SL2SH	dA1	0651h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2
SL2VY	dA1	0651h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 2
SL33D	dB0	0652h	266/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL2YK	dB0	0652h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL2WZ	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL2YM	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL37G	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC2 OLGA	1, 2, 4
SL2WB	dB0	0652h	450/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL37H	dB0	0652h	450/100	512	ECC	SECC2 OLGA	1, 2
SL2W7	dB0	0652h	266/66	512	ECC	SECC 2.00	2, 5
SL2W8	dB0	0652h	300/66	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2TV	dB0	0652h	333/66	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2U3	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2U4	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2U5	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2U6	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL2U7	dB0	0652h	450/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL356	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC2 PLGA	2, 5
SL357	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC2 OLGA	2, 5
SL358	dB0	0652h	450/100	512	ECC	SECC2 OLGA	2, 5
SL37F	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC2 PLGA	1, 2, 5
SL3FN	dB0	0652h	350/100	512	ECC	SECC2 OLGA	2, 5
SL3EE	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC2 PLGA	2, 5
SL3F9	dB0	0652h	400/100	512	ECC	SECC2 PLGA	1, 2
SL38M	dB1	0653h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL38N	dB1	0653h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	1, 2, 5
SL36U	dB1	0653h	350/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL38Z	dB1	0653h	400/100	512	ECC	SECC 3.00	2, 5
SL3D5	dB1	0653h	400/100	512	ECC	SECC2 OLGA	1, 2

SECC. Single Edge Contact Cartridge (картридж с одним рядом контактов).

SECC2. Single Edge Contact Cartridge, версия 2.

PLGA. Plastic Land Grid Array (пластиковый корпус с матрицей контактных площадок).

OLGA. Organic Land Grid Array (органический корпус с матрицей контактных площадок).

ECC. Error Correcting Code (код коррекции ошибок).

1. Процессор Pentium II с установленным вентилятором ("коробочный").

2. Эти процессоры имеют расширенную кэш-память второго уровня, что позволяет кэшировать до 4 Гбайт основной памяти. Все остальные процессоры Pentium II позволяют кэшировать 512 Мбайт.

3. Эти "коробочные" процессоры поддерживают коды коррекции ошибок для кэш-памяти второго уровня.

4. "Коробочный" процессор Pentium II OverDrive с установленным вентилятором предназначен для обновления систем на базе процессоров Pentium Pro (Socket 8).

5. Эти процессоры могут работать только на фиксированной частоте, установленной производителем. Для их разгона необходимо повышать частоту системной шины.

Существует две модификации корпуса SECC2. Более старая модификация PLGA использовалась в корпусах SECC. Сейчас она заменяется модификацией OLGA. В этой модификации уменьшены размеры процессора, она проще в производстве и лучше обеспечивает отвод тепла от процессора — теплоотводные элементы монтируются непосредственно к мик-

росхемам. На рис. 3.51 показана сторона корпуса SECC2 (модификации PLGA и OLGA), к которой монтируется теплоотводный элемент.

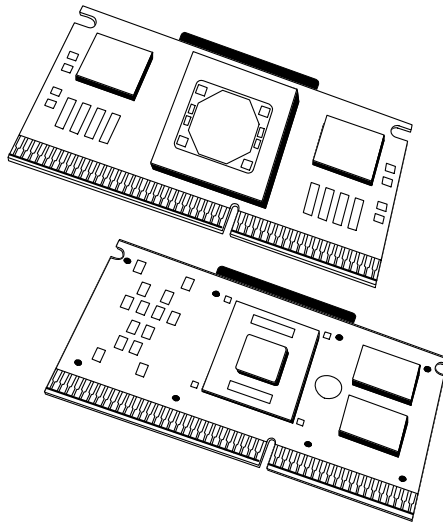


Рис. 3.51. Корпус SECC2, модификации PLGA и OLGA

Системные платы Pentium II имеют преобразователь напряжения, который служит для подачи нужного напряжения на центральный процессор. Для разных моделей Pentium II требуются различные напряжения, поэтому преобразователь следует установить так, чтобы обеспечить конкретному процессору подачу необходимого электропитания. На платах для Pentium Pro, в отличие от плат для более старых моделей Pentium, нет никаких переходных устройств или переключателей для установки напряжения; эта процедура выполняется автоматически с помощью имеющихся на корпусе процессора контактов идентификации напряжения (VID). В табл. 3.37 показана взаимосвязь между контактами и устанавливаемым напряжением.

Таблица 3.37. Устанавливаемое напряжение для Pentium II

VID4	VID3	VID2	VID1	VID0	Напряжение, В
0	1	1	1	1	1,30
0	1	1	1	0	1,35
0	1	1	0	1	1,40
0	1	1	0	0	1,45
0	1	0	1	1	1,50
0	1	0	1	0	1,55
0	1	0	0	1	1,60
0	1	0	0	0	1,65
0	0	1	1	1	1,70
0	0	1	1	0	1,75
0	0	1	0	1	1,80
0	0	1	0	0	1,85
0	0	0	1	1	1,90
0	0	0	1	0	1,95
0	0	0	0	1	2,00
0	0	0	0	0	2,05
1	1	1	1	1	Процессор не установлен
1	1	1	1	0	2,1
1	1	1	0	1	2,2

VID4	VID3	VID2	VID1	VID0	Напряжение, В
1	1	1	0	0	2,3
1	1	0	1	1	2,4
1	1	0	1	0	2,5
1	1	0	0	1	2,6
1	1	0	0	0	2,7
1	0	1	1	1	2,8
1	0	1	1	0	2,9
1	0	1	0	1	3,0
1	0	1	0	0	3,1
1	0	0	1	1	3,2
1	0	0	1	0	3,3
1	0	0	0	1	3,4
1	0	0	0	0	3,5

0. Контакт процессора соединен с Vss.

1. Контакт процессора разомкнут.

VID0-VID3 используются в гнезде Socket 370.

Socket 370 поддерживает только параметры 1,30-2,05 В.

VID0-VID4 используются в гнезде Slot 1.

Slot 1 поддерживает параметры 1,30-3,5 В.

Чтобы убедиться в том, что система готова к установке любого процессора Pentium II, значения, выделенные в таблице **полужирным** начертанием, должны поддерживаться. Большинство процессоров Pentium II работают при напряжении 2,8 В; некоторые новые модели — при 2,0 В.

Процессор Pentium II Mobile Module — это Pentium II для портативных компьютеров; в него входит высокоэффективный набор микросхем системной логики 440BX. Это был первый набор микросхем на рынке, поддерживающий частоту процессорной шины 100 МГц; правда, данная функция не поддерживалась в мобильных версиях. Этот набор микросхем был выпущен одновременно с версиями Pentium II, работающими с частотами 350 и 400 МГц.

В новых моделях мобильных процессоров Pentium IIPE устанавливается интегрированная кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт, которая работает на частоте процессора, что делает мобильный процессор Pentium II более производительным по сравнению с процессорами для настольных систем, в которых кэш второго уровня работает на половинной частоте процессора.

Процессор Celeron

Этот процессор — настоящий хамелеон. Изначально он относился к семейству P6 и был построен на основе ядра Pentium II. Затем были выпущены версии на основе ядра Pentium III, а самые последние версии базируются на ядре Pentium 4, в том числе и Prescott. Основная область применения процессоров Celeron — компьютерные системы эконом-класса.

Большинство функциональных возможностей Celeron не отличается от возможностей процессоров Pentium II/III/4 за счет одинакового внутреннего ядра. Основные различия между ними — в объеме кэш-памяти второго уровня, корпусе и быстродействии шины процессора.

Изначально процессоры Celeron выпускались в корпусах SEPP (Single Edge Processor Package). Этот корпус похож на корпус SECC и помещается в разъем Slot 1; единственное отличие SEPP — отсутствие пластиковой крышки. Эти корпуса больше не применяются, благодаря чему было уменьшено время производства и стоимость процессоров Celeron. В первых моделях Celeron использовалась та же монтажная плата, что и в Pentium II.

Даже без пластиковых крышек упаковка Slot 1 была слишком дорогостоящей за счет использования механизма фиксации (стоек), необходимого для установки процессора в разъем, а также из-за сложной конструкции теплоотводов. После выпуска процессоров AMD для разъема Socket 7 компания Intel анонсировала новое конструктивное исполнение семейства процессоров Celeron — корпус PPGA (Plastic Pin Grid Array). Разъем для такого типа процес-

соров называется PGA-370 или Socket 370 (370 контактов). Корпуса, созданные для этого разъема, назывались PPGA или FC-PGA (Flip-Chip PGA — корпус PGA с перевернутым ядром) (рис. 3.52). Корпуса обоих этих типов вставлялись в 370-контактный разъем и обеспечивали более низкую стоимость и размеры систем благодаря пониженным требованиям к креплению и охлаждению процессора.

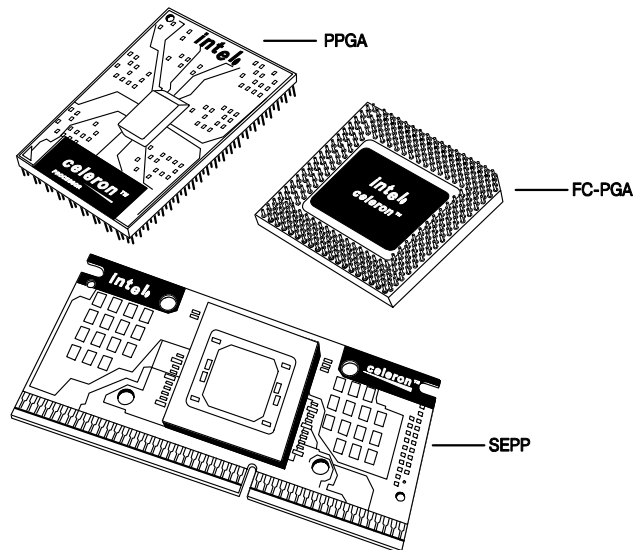


Рис. 3.52. Внешний вид корпусов FC-PGA, PPGA и SEPP процессоров Celeron

Все модели процессоров Celeron до 433 МГц выпускались в корпусе SEPP и вставлялись в гнездо Slot 1 с 242 контактами. Модели с тактовой частотой 300 МГц и выше также выпускались в корпусе PPGA. Таким образом, процессоры Celeron с частотой 300–433 МГц доступны в двух типах корпусов. Все модели процессоров Celeron с частотой 466 МГц и выше выпускаются только в корпусах PPGA. Последние процессоры Celeron для Socket 370 работают на частоте 1,4 ГГц, а новейшие Celeron для Socket 478 основаны на архитектуре процессоров Pentium 4.

Можно ли использовать процессоры Celeron в корпусе PPGA с системными платами под Slot 1? Для решения этой проблемы был разработан переходник Slot 1–Socket 370 (рис. 3.53).

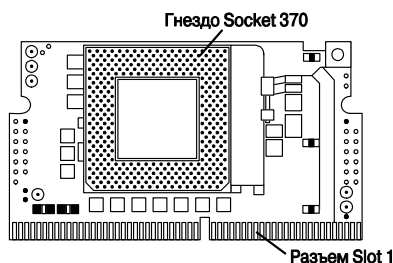


Рис. 3.53. Переходник Slot 1–Socket 370

Приведем наиболее общие характеристики процессоров семейства Celeron.

- Начиная с процессора Celeron 300A, устанавливается кэш-память второго уровня объемом 128 Кбайт; первые процессоры с частотой 300 и 266 МГц вообще не имели кэш-памяти второго уровня.

- Использование того же ядра, что и в Pentium II (модели с частотами 266–533 МГц), Pentium III (модели 533 МГц и выше), Pentium 4 или Core (с частотой 1,6 ГГц и выше).
- Поддержка частоты шины 66, 100, 400, 533 и 800 МГц в зависимости от версии.
- Специальное назначение — компьютерные системы эконом-класса.
- Поддержка технологии MMX, модели Celeron 533A и выше также поддерживают набор команд SSE; Celeron с частотой 1,7 ГГц и выше поддерживает SSE2; Celeron D и Core поддерживают SSE3.
- Использование недорогих корпусов SEP, PPGA, FC-PGA и FC-PGA2.
- В большинстве моделей имеется интегрированная кэш-память первого и второго уровней, объем которой отличается в зависимости от модели процессора. Как правило, объем кэш-памяти второго уровня процессоров Celeron составляет половину от оригинального объема прародителя Celeron.
- Интегрированный термодатчик, позволяющий отслеживать температурный режим процессора.

Начиная с модели Celeron 300A, в процессор устанавливается кэш-память второго уровня объемом 128 Кбайт. Во всех выпускавшихся до этого процессорах Celeron (266 и 300 МГц) кэш-памяти второго уровня нет. Процессоры на базе ядра Pentium II (Celeron 300A и до моделей 533 МГц) содержат 19 млн. транзисторов, а модели на базе ядра Pentium III (с частотами 533 МГц и выше) — 28,1 млн. транзисторов. Процессоры с частотой 1,6 ГГц и выше основаны на ядре Pentium 4 или Core. Следует отметить, что процессоры Celeron, основанные на ядре Pentium III/4, содержат кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт, но 128 Кбайт отключены, т.е. функциональны по-прежнему 128 Кбайт. Причина заключается в том, что компании Intel было выгоднее создавать процессоры Celeron на основе Pentium III или 4 и просто отключать часть кэш-памяти, а не разрабатывать совершенно новое ядро процессора. Модели процессоров Celeron на базе ядра Pentium III поддерживают как MMX, так и SSE, а основанные на Pentium 4 поддерживают также инструкции SSE2. Старые модели Celeron, основанные на ядре Pentium II, поддерживают только инструкции MMX.

Все процессоры Celeron в корпусах SEPP и PPGA создавались по 0,25-микронной технологии, а процессоры в корпусах FC-PGA и FC-PGA2 — по 0,18- и 0,13-микронной. Чем меньше расстояние между транзисторами, тем меньше тепла выделяет процессор и тем большую тактовую частоту он поддерживает.

Самые новые процессоры Celeron для настольных компьютеров поставляются на рынок под торговыми марками Celeron D и Celeron 400, в то время как под торговой маркой Celeron M поставляются процессоры класса Celeron для бюджетных портативных компьютеров. При производстве процессоров Celeron D используется 0,09-микронный технологический процесс, а процессоров Celeron 400 — 0,065-микронный.

Краткая история процессоров Celeron

Первые процессоры Celeron представляли собой экономичные версии процессора Intel Pentium II. Компания Intel решила, что, удалив с монтажной платы кэш-память второго уровня и освободившись от пластикового корпуса, можно будет создать более дешевый “новый” процессор Pentium II, обладающий несколько меньшей производительностью. Таким образом, первые модели Celeron с частотами 266 и 300 МГц вообще были лишены кэш-памяти второго уровня L2.

К сожалению, это настолько отрицательно сказалось на быстродействии, что, начиная с модели 300A, все процессоры Celeron оснащались кэш-памятью второго уровня L2 объемом 128 Кбайт, работающей на частоте ядра процессора, что порой было предпочтительнее кэш-памяти L2 объемом 512 Кбайт процессора Pentium II, которая работала на половине частоты ядра. На самом деле Celeron оказался первым процессором для ПК, оснащенным интегрированной кэш-памятью второго уровня. Только чуть позже был выпущен процессор Pentium III Coppermine, также оснащенный интегрированной кэш-памятью L2.

Стоит ли говорить, что выпуск процессоров Celeron породил немало споров. С одной стороны, Celeron представлял собой усеченную версию Pentium II; с другой стороны, в нем использовался ряд новых технологий. Каково же различие в быстродействии процессоров Celeron и Pentium II? К счастью, отсутствие кэша L2 наблюдалось только в первых моделях Celeron; начиная с версии с частотой 300 МГц, все процессоры Celeron содержали интегрированную кэш-память второго уровня, работающую на полной скорости ядра.

Первые модели Celeron с частотами от 266 до 400 МГц выпускались в корпусе SEPP, который выглядел, как печатная плата, предназначенная для установки в разъем Slot 1. Этот же разъем использовался и для установки Pentium II, что означает возможность установки процессоров Celeron в корпусе SEPP в любую системную плату для Pentium II в разьеме Slot 1. По мере развития серии процессоров Celeron формфактор изменялся в соответствии с параметрами процессоров Pentium II/III/4, на которых они основывались. Начиная с модели 300A (процессор Celeron с частотой 300 МГц и интегрированной кэш-памятью второго уровня объемом 128 Кбайт), процессоры выпускались в корпусе PPGA с интерфейсом Socket 370. Данное гнездо после изменения напряжения питания использовалось для установки более новых моделей Pentium III. Процессоры Celeron в исполнении Socket 370 выпускались с частотами от 300 МГц до 1,4 ГГц. При этом использовались корпуса PPGA, FC-PGA, а затем и FC-PGA2. Последний вариант предполагает использование металлического рассеивателя, предотвращающего повреждение ядра процессора.

Последние версии Celeron базируются на ядре процессоров Pentium 4. Все они выпускаются в корпусе FC-PGA2 и предназначены для установки в гнездо Socket 478, как и процессоры Pentium 4. В то же время процессоры Celeron D доступны в корпусах для разъемов Socket 478 и Socket T (LGA775) и используют ядро Prescott процессора Pentium 4. Серия процессоров Celeron 400 предназначена для установки только в разъем Socket T. Следует отметить, что процессоры Celeron никогда не выпускались с формфактором Socket 423, используемым только первыми процессорами Pentium 4.

Как видите, под названием “Celeron” всегда подразумевались версии основных процессоров Intel с пониженным быстродействием. Прежде чем принимать решение о выборе определенного процессора Celeron, необходимо знать, какие именно функции он поддерживает. Существует как минимум восемь различных версий процессоров Celeron (табл. 3.38).

Различные версии корпусов процессоров Celeron представлены на рис. 3.54.

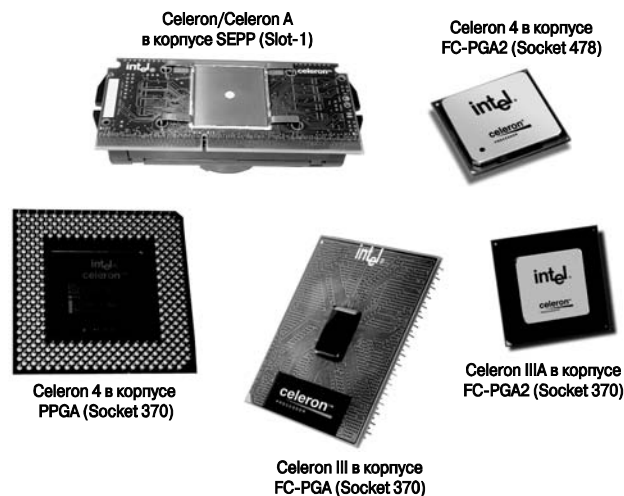


Рис. 3.54. Процессоры, выпускаемые под торговой маркой Celeron. Фотографии любезно предоставлены компанией Intel

Таблица 3.38. Версии процессоров Celeron

Версия Celeron	Базовое ядро	Кодовое имя	Технологический процесс, мкм	Кэш-память L2, Кбайт
Celeron	Pentium II Deschutes	Covington	0,25	0
Celeron A	Pentium II Deschutes	Mendocino	0,25	128
Celeron A-PGA	Pentium II Deschutes	Mendocino	0,25	128
Celeron III	Pentium III Coppermine	Coppermine-128	0,18	128
Celeron IIIA	Pentium II Tualatin	Tualatin-256	0,13	256
Celeron 4	Pentium 4 Willamette	Willamette-128	0,18	128
Celeron 4A	Pentium 4 Northwood	Northwood-128	0,13	128
Celeron D	Pentium 4 Prescott	Prescott-256	0,09	256
Celeron D	Pentium 4 Cedar Mill	Cedar Mill-512	0,065	512
Celeron 4xx	Core	Conroe-512	0,065	512

Все процессоры Celeron III с частотой ниже 800 МГц используют частоту шины 66 МГц; все процессоры Celeron III с частотой от 800 МГц до 1,1 ГГц используют частоту шины 100 МГц.

SEPP. Single Edge Processor Package (корпус процессора с однорядным расположением контактов).

FC-PGA. Flip-Chip Pin Grid Array (перевернутое гнездо с сеткой контактов).

FC-PGA2. FC-PGA with an Integrated Heat Spreader (IHS) (гнездо FC-PGA с интегрированным теплоотводом).

MMX. Multimedia extensions (мультимедийные расширения); 57 дополнительных инструкций для обработки графики и звука.

Как видите, существует несколько вариантов процессоров Celeron, поэтому само название “Celeron” следует воспринимать как торговую марку целого семейства процессоров, выпускаемых в разных корпусах.

Различия между разными версиями процессоров Celeron описаны в следующих разделах.

Процессоры Celeron для гнезда Socket 370

Эти процессоры базируются на разных версиях архитектур Pentium II и III.

Компания Intel предлагала версии Celeron IIIA для системных плат Socket 370, работающие с частотами от 900 МГц до 1,4 ГГц. Все эти процессоры поддерживают частоту системной шины 100 МГц. Процессоры Celeron IIIA созданы на основе ядра Pentium III Tualatin и оснащаются кэш-памятью второго уровня L2 объемом 256 Кбайт, в то время как более старые версии, которые базируются на ядре Pentium III Coppermine или Pentium II Deschutes, оснащаются кэш-памятью второго уровня объемом 128 Кбайт. По сравнению с процессорами Celeron на базе ядра Pentium III Coppermine, процессоры Celeron на базе ядра Tualatin характеризуются рядом отличий.

- Увеличенный объем кэш-памяти второго уровня L2 (256 Кбайт вместо 128 Кбайт).
- Улучшенная архитектура кэш-памяти второго уровня L2, обеспечивающая повышенное быстродействие.
- Корпус FC-PGA2, включающий металлический теплоотвод над ядром процессора, предотвращает повреждение последнего при установке теплоотвода.

Подобно процессорам Pentium III на базе ядра Tualatin, процессоры Celeron на базе этого ядра не будут работать на системных платах, разработанных для более старых версий Pentium III или Celeron. Гнездо Socket 370 физически остается тем же, однако ядро Tualatin несколько иначе использует 10 контактов, что требует внесения соответствующих изменений в набор микросхем и разводку системной платы. Поэтому, если вы решили ускорить свой старый компьютер, установив процессор Celeron IIIA на ядре Tualatin, предварительно убедитесь, что системная плата совместима с процессорами на этом ядре. Также обратите внимание, что процессоры Celeron на ядре Tualatin выпускаются в корпусе FC-PGA2, содержащем теплоотвод над ядром, а значит, потребуется совместимый теплоотвод.

Поддержка мультимедийных инструкций	Физический интерфейс	Корпус	Частота шины, МГц	Мин. частота	Макс. частота
MMX	Slot-1	SEPP	66	266 МГц	300 МГц
MMX	Slot-1	SEPP	66	300 МГц	433 МГц
MMX	Socket 370	PPGA	66	300 МГц	533 МГц
SSE	Socket 370	FC-PGA	66/100	533 МГц	1,1 ГГц
SSE	Socket 370	FC-PGA2	100	900 МГц	1,4 ГГц
SSE2	Socket 478	FC-PGA2	400	1,7 ГГц	1,8 ГГц
SSE2	Socket 478	FC-PGA2	400	2,0 ГГц	2,8 ГГц
SSE3	Socket 478/ Socket T (LGA775)	FC-PGA2	533	2,13 ГГц	3,33 ГГц
SSE3	Socket LGA775	FC-PGA2	533	3,06 ГГц	3,6 ГГц
SSE3	Socket LGA775	FC-PGA2	800	1,6 ГГц	2,0 ГГц

SSE. Расширения версия Streaming SIMD (Single Instruction Multiple Data, т.е. один поток команд — много потоков данных); инструкции MMX, а также 70 дополнительных инструкций для обработки графики и звука.

SSE2. Расширенная версия Streaming SIMD; инструкции SSE, а также 144 дополнительные инструкции для обработки графики и звука.

Указанные в столбце “Кодовое имя” названия не являются официальными. Они используются для идентификации разных версий процессоров Celeron.

Минимальная и максимальная частоты указывают на пределы допустимой тактовой частоты выпускаемых процессоров каждой из вариаций.

Процессоры Celeron и Celeron D для гнезда Socket 478

Процессоры Celeron для гнезда Socket 478 можно разделить на три группы (см. табл. 3.38).

- Процессоры Celeron, работающие с частотами 1,7 и 1,8 ГГц, базирующиеся на ядре Pentium 4 Willamette, поддерживающие шину с частотой 400 МГц, оснащенные кэш-памятью второго уровня L2 объемом 128 Кбайт, а также поддерживающие расширения SSE2.
- Процессоры Celeron, работающие с частотами 2–2,8 ГГц, базирующиеся на ядре Pentium 4 Northwood, поддерживающие шину с частотой 400 МГц, оснащенные кэш-памятью второго уровня L2 объемом 128 Кбайт, а также поддерживающие расширения SSE2.
- Процессоры Celeron D, работающие с частотами 2,13–3,2 ГГц, базирующиеся на ядре Prescott (самое современное ядро Pentium 4), поддерживающие шину с частотой 533 МГц, оснащенные кэш-памятью второго уровня объемом 256 Кбайт, а также поддерживающие расширения SSE3.

Процессоры Celeron D для гнезда Socket T (LGA 775)

Эти процессоры работают с частотами 2,13–3,2 ГГц, поддерживают шину с частотой 533 МГц, оснащены кэш-памятью второго уровня L2 объемом 256 Кбайт, а также поддерживают расширения SSE3, как и их “родственники” Celeron D для гнезда Socket 478.

Однако у них есть два ключевых отличия от процессоров Celeron D для гнезда Socket 478.

- Полноценная поддержка функции *Execute Disable Bit*, которая предотвращает вирусные атаки переполнения буфера при использовании совместимой операционной системы, такой как Windows XP или Vista.
- Некоторые модели также поддерживают расширения EM64T — реализацию компанией Intel 64-разрядных расширений для процессорной архитектуры IA-32. Таким образом, процессоры Celeron D с поддержкой EM64T обеспечивают возможность создания малобюджетных систем, на которые можно устанавливать 64-разрядные операционные системы, такие как редакции x64 систем Windows XP и Vista или 64-разрядные версии Linux.

Процессоры Celeron D маркируются в соответствии со схемой номеров, представленной Intel в 2004 году. Используйте табл. 3.39 при определении функций, поддерживаемых конкретной моделью процессора Celeron D.

Таблица 3.39. Номера моделей и функции процессоров Celeron D

Номер процессора	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Процесс, мкм	Спецификация	Изменение ядра	64-разрядный	NX	Разъем
310	2,13	533	256	0,09	SL8RZ	E0	---	---	478
310	2,13	533	256	0,09	SL8S4	G0	---	---	478
310	2,13	533	256	0,09	SL93R	G1	---	---	478
310	2,13	533	256	0,09	SL8S2	G1	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL7XG	C0	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL7XY	D0	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL7WS	D0	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL87K	E0	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL8AW	E0	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL8HH	G1	---	---	478
315	2,26	533	256	0,09	SL93Q	G1	---	---	478
320	2,40	533	256	0,09	SL7C4	C0	---	---	478
320	2,40	533	256	0,09	SL7KX	D0	---	---	478
320	2,40	533	256	0,09	SL7JV	D0	---	---	478
320	2,40	533	256	0,09	SL7VW	E0	---	---	478
320	2,40	533	256	0,09	SL7VQ	E0	---	Да	LGA775
320	2,40	533	256	0,09	SL8HJ	G1	---	---	478
325	2,53	533	256	0,09	SL7C5	C0	---	---	478
325	2,53	533	256	0,09	SL7TG	C0	---	---	478
325	2,53	533	256	0,09	SL7SS	D0	---	---	LGA775
325	2,53	533	256	0,09	SL7ND	D0	---	---	478
325	2,53	533	256	0,09	SL7KY	D0	---	---	478
325	2,53	533	256	0,09	SL7NU	E0	---	---	478
325J	2,53	533	256	0,09	SL7VR	E0	---	Да	LGA775
325	2,53	533	256	0,09	SL7VX	E0	---	---	478
325J	2,53	533	256	0,09	SL7TL	E0	---	Да	LGA775
325	2,53	533	256	0,09	SL8HK	G1	---	---	478
326	2,53	533	256	0,09	SL7TU	E0	Да	Да	LGA775
326	2,53	533	256	0,09	SL98U	G1	Да	---	LGA775
326	2,53	533	256	0,09	SL8H5	G1	Да	Да	LGA775
330	2,66	533	256	0,09	SL7WY	---	---	---	478
330	2,66	533	256	0,09	SL7TH	C0	---	---	478
330	2,66	533	256	0,09	SL7C6	C0	---	---	478
330	2,66	533	256	0,09	SL7ST	D0	---	---	LGA775
330	2,66	533	256	0,09	SL7DL	D0	---	---	478
330	2,66	533	256	0,09	SL7NV	E0	---	---	478
330J	2,66	533	256	0,09	SL7TM	E0	---	Да	LGA775
330J	2,66	533	256	0,09	SL7VS	E0	---	Да	LGA775
330	2,66	533	256	0,09	SL7KZ	E0	---	---	478
330	2,66	533	256	0,09	SL8HL	G1	---	---	478
331	2,66	533	256	0,09	SL7TV	E0	Да	Да	LGA775
331	2,66	533	256	0,09	SL8H7	G1	Да	---	LGA775
331	2,66	533	256	0,09	SL98V	G1	---	---	LGA775
335	2,80	533	256	0,09	SL7SU	---	---	---	LGA775
335	2,80	533	256	0,09	SL7C7	C0	---	---	478
335	2,80	533	256	0,09	SL7L2	C0	---	---	478
335	2,80	533	256	0,09	SL7TJ	C0	---	---	478
335	2,80	533	256	0,09	SL7DM	D0	---	---	478
335J	2,80	533	256	0,09	SL7VT	E0	---	Да	LGA775

Номер процессора	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Процесс, мкм	Спецификация	Изменение ядра	64-разрядный	NX	Разъем
335J	2,80	533	256	0,09	SL7TN	E0	---	Да	LGA775
335	2,80	533	256	0,09	SL7NW	E0	---	---	478
335	2,80	533	256	0,09	SL7VZ	E0	---	---	478
335	2,80	533	256	0,09	SL8HM	G1	---	---	478
336	2,80	533	256	0,09	SL7TW	E0	Да	Да	LGA775
336	2,80	533	256	0,09	SL98W	G1	---	---	LGA775
336	2,80	533	256	0,09	SL8H9	G1	Да	Да	LGA775
340	2,93	533	256	0,09	SL7RN	C0	---	---	478
340	2,93	533	256	0,09	SL7SV	D0	---	---	LGA775
340	2,93	533	256	0,09	SL7Q9	D0	---	---	478
340J	2,93	533	256	0,09	SL7TP	E0	---	Да	LGA775
340	2,93	533	256	0,09	SL7W2	E0	---	---	478
340	2,93	533	256	0,09	SL7TS	E0	---	---	478
340	2,93	533	256	0,09	SL8HN	G1	---	---	478
341	2,93	533	256	0,09	SL7TX	E0	Да	Да	LGA775
341	2,93	533	256	0,09	SL8HB	G1	Да	Да	LGA775
345	3,06	533	256	0,09	SL7DN	D0	---	---	478
345	3,06	533	256	0,09	SL7W3	E0	---	---	478
345J	3,06	533	256	0,09	SL7VV	E0	---	Да	LGA775
345J	3,06	533	256	0,09	SL7TQ	E0	---	Да	LGA775
345	3,06	533	256	0,09	SL7NX	E0	---	---	478
345	3,06	533	256	0,09	SL8HP	G1	---	---	478
346	3,06	533	256	0,09	SL7TY	E0	Да	Да	LGA775
346	3,06	533	256	0,09	SL8HD	G1	Да	Да	LGA775
346	3,06	533	256	0,09	SL9BR	G1	Да	---	LGA775
347	3,06	533	512	0,065	SL9XU	C1	Да	Да	LGA775
350-	3,20	533	256	0,09	SL7NY	E0	---	---	478
350	3,20	533	256	0,09	SL8HQ	G1	---	---	478
351	3,20	533	256	0,09	SL7TZ	E0	Да	Да	LGA775
351	3,20	533	256	0,09	SL8HF	G1	Да	Да	LGA775
351	3,20	533	256	0,09	SL9BS	G1	Да	Да	LGA775
352	3,20	533	512	0,065	SL96P	C1	Да	Да	LGA775
355	3,33	533	256	0,09	SL8HS	G1	Да	Да	LGA775
356	3,33	533	512	0,065	SL96N	C1	Да	Да	LGA775
360	3,46	533	512	0,065	SL9KK	D0	Да	Да	LGA775
365	3,60	533	512	0,065	SL9KJ	D0	Да	Да	LGA775

Процессоры Celeron 400 также поддерживают систему нумерации моделей, введенную в 2004 году компанией Intel. С помощью табл. 3.40 можно по номеру модели определить характеристики отдельных процессоров этой марки.

Таблица 3.40. Номера моделей и функции процессоров Celeron 400

Номер процессора	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Процесс, мкм	Спецификация	Изменение ядра	64-разрядный	NX	Разъем
420	1,60	800	512	0,065	SL9XP	A1	Да	Да	LGA775
430	1,80	800	512	0,065	SL9XN	A1	Да	Да	LGA775
440	2,00	800	512	0,065	SL9XL	A1	Да	Да	LGA775

Поскольку компания Intel предлагает процессоры Celeron и Celeron D в различных версиях, в них очень легко запутаться. Зная номер модели процессора, можно обратиться к приведенной

выше таблице и узнать, какие именно функции она поддерживает. Соответствующие сведения также доступны на сайте компании Intel для разработчиков (developer.intel.com).

Процессор Pentium III

Показанный на рис. 3.55 процессор Pentium III представлен в феврале 1999 года. Он имеет то же ядро, что и Pentium II с поддержкой дополнительных инструкций SSE и внедренной в ядро кэш-памятью второго уровня. В Pentium III реализованы новые поточные SIMD-расширения: 70 команд, обеспечивающих улучшенные возможности обработки изображений, трехмерной графики, поточного видео/аудио и распознавания речи.



Рис. 3.55. Процессор Pentium III (корпус FC-PGA и SECC2)

Процессор Pentium III изначально выпускался по 0,25-микронной технологии и содержал 9,5 млн. транзисторов. В конце 1999 года Intel перешла к ядру (кодовое наименование — Corempine), созданному по 0,18-микронной технологии и имеющему дополнительные 256 Кбайт встроенной кэш-памяти второго уровня. В результате процессор стал содержать 28,1 млн. транзисторов. Последняя версия Pentium III (кодовое наименование — Tualatin) создана по 0,13-микронной технологии и имеет 44 млн. Транзисторов; системные платы, выпущенные до появления Tualatin, не поддерживают этот процессор из-за другого расположения контактных выводов. Процессоры Pentium III работают на тактовых частотах от 450 МГц до 1,4 ГГц; кроме того, существуют и серверные версии (Xeon), имеющие более быстродействующую кэш-память большего объема. В Pentium III установлено 32 Кбайт кэш-памяти первого уровня и 256 либо 512 Кбайт кэш-памяти второго уровня, работающей на половинной или полной частоте процессора. Объем кэш-памяти второго уровня позволяет кэшировать до 4 Гбайт адресуемой памяти. Pentium III может использоваться в двухпроцессорных системах с объемом памяти 64 Гбайт. Серийный номер процессора предоставляет программам обеспечения безопасности, аутентификации и системного управления полезный метод идентификации отдельных компьютеров. В целях защиты личной информации указание серийного номера можно отключить в BIOS большинства систем, поддерживающих процессоры Pentium III и Celeron III.

Процессоры Pentium III изначально выпускались в корпусах формфактора SECC2, заменившего устаревшие корпуса SEC. Корпус SECC2 закрывает только одну сторону процессора, имеет меньший вес и упрощает процесс установки теплоотвода. Ниже перечислены основные особенности процессора Pentium III.

- **Поточные расширения SIMD (SSE).** Добавлено 70 новых команд, значительно улучшающих обработку графики, воспроизведение трехмерных звуковых и видеофайлов, доступ к Интернету, распознавание речи, новые пользовательские интерфейсы, а также ускоряющих работу профессиональных графических и звуковых приложений.
- **Серийный номер процессора Intel.** Является первым элементом системы безопасности ПК, предлагаемой компанией Intel, и служит электронным “паспортом” процессора, пользователя или системы. Это делает возможным идентификацию системы/пользователя при работе в сети или с приложениями следующего типа.

- Приложения, использующие возможности систем защиты. Управляемый доступ к новым сайтам и сервисам Интернета; электронный обмен документами.
- Корпоративные приложения. Управление активами; удаленная конфигурация и загрузка системы.

Большинство процессоров Pentium III изначально выпускались в улучшенном корпусе SECC2; впоследствии компания Intel переключилась на использование корпуса FC-PGA, конструкция которого имеет более низкую стоимость и позволяет подсоединить радиатор непосредственно к ядру процессора для лучшего охлаждения. Корпус FC-PGA может быть подключен в гнездо Socket 370 или же в Slot 1 с помощью адаптера *slot-ket*.

Все процессоры Pentium III содержат 512 или 256 Кбайт кэш-памяти второго уровня, которая работает на полной или половинной частоте процессора. В процессорах Хеоп, в свою очередь, используется кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт, 1 или 2 Мбайт, работающая на полной частоте процессора. Процессор Хеоп является более дорогой версией, разработанной для серверов и рабочих станций. Все процессоры Pentium III позволяют адресовать до 4 Гбайт оперативной памяти и поддерживают функции ECC.

Процессоры Pentium III можно отличить по их маркировке, содержащейся на верхней грани картриджа. Формат и значение отдельных элементов маркировки показаны на рис. 3.56.

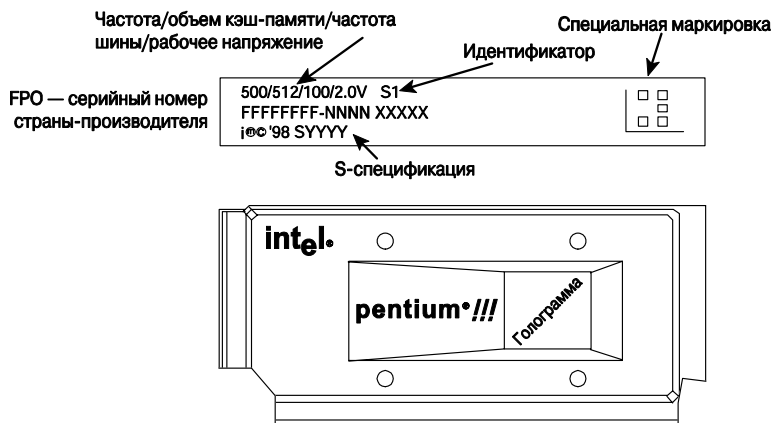


Рис. 3.56. Маркировка процессора Pentium III

В табл. 3.41 приведены версии процессора Pentium III и соответствующие им спецификации.

Множители частот всех процессоров Pentium III заблокированы. Эта особенность, позволяющая процессору работать только с определенной тактовой частотой, введена с целью предотвращения разгона процессора. К сожалению, существует возможность обойти это ограничение с помощью логической схемы, размеры которой позволяют спрятать ее под крышкой процессора. Разогнанный процессор может быть перемаркирован и продан в качестве процессора с большей тактовой частотой. Во избежание подобных неприятностей покупайте компьютеры или процессоры только в хорошо зарекомендовавших себя специализированных магазинах, занимающихся продажей и обслуживанием компьютерной техники.

Таблица 3.41. Версии и изменения процессора Pentium III

Тактовая частота, МГц	Частота шины, МГц	Множитель	S-спецификация "коробочного" процессора	S-спецификация процессора для OEM	Изменения ядра	CPUID
450	100	4,5x	SL3CC	SL364	kB0	0672
450	100	4,5x	SL37C	SL35D	kC0	0673
500	100	5x	SL3CD	SL365	kB0	0672
500	100	5x	SL365	SL365	kB0	0672
500	100	5x	SL37D	SL35E	kC0	0673
500E	100	5x	SL3R2	SL3Q9	cA2	0681
500E	100	5x	SL45R	SL444	cB0	0683
533B	133	4x	SL3E9	SL3BN	kC0	0673
533EB	133	4x	SL3SX	SL3N6	cA2	0681
533EB	133	4x	SL3VA	SL3VF	cA2	0681
533EB	133	4x	SL44W	SL3XG	cB0	0683
533EB	133	4x	SL45S	SL3XS	cB0	0683
550	100	5,5x	SL3FJ	SL3F7	kC0	0673
550E	100	5,5x	SL3R3	SL3QA	cA2	0681
550E	100	5,5x	SL3V5	SL3N7	cA2	0681
550E	100	5,5x	SL44X	SL3XH	cB0	0683
550E	100	5,5x	SL45T	---	cB0	0683
600	100	6x	SL3JT	SL3JM	kC0	0673
600E	100	6x	SL3NA	SL3H6	cA2	0681
600E	100	6x	SL3NL	SL3VH	cA2	0681
600E	100	6x	SL44Y	SL43E	cB0	0683
600E	100	6x	SL45U	SL3XU	cB0	0683
600E	100	6x	---	SL4CM	cC0	0686
600E	100	6x	---	SL4C7	cC0	0686
600B	133	4,5x	SL3JU	SL3JP	kC0	0673
600EB	133	4,5x	SL3NB	SL3H7	cA2	0681
600EB	133	4,5x	SL3VB	SL3VG	cA2	0681
600EB	133	4,5x	SL44Z	SL3XJ	cB0	0683
600EB	133	4,5x	SL45V	SL3XT	cB0	0683
600EB	133	4,5x	SL4CL	SL4CL	cC0	0686
600EB	133	4,5x	---	SL46C	cC0	0686
650	100	6,5x	SL3NR	SL3KV	cA2	0681
650	100	6,5x	SL3NM	SL3VJ	cA20	681
650	100	6,5x	SL452	SL3XK	cB0	0683
650	100	6,5x	SL45W	SL3XV	cB0	0683
650	100	6,5x	---	SL4CK	cC0	0686
650	100	6,5x	---	SL4C5	cC0	0686
667	133	5x	SL3ND	SL3KW	cA2	0681
667	133	5x	SL3T2	SL3VK	cA2	0681
667	133	5x	SL453	SL3XL	cB0	0683
667	133	5x	SL45X	SL3XW	cB0	0683
667	133	5x	---	SL4CJ	cC0	0686
667	133	5x	---	SL4C4	cC0	0686
700	100	7x	SL3SY	SL3S9	cA2	0681
700	100	7x	SL3T3	SL3VL	cA2	0681
700	100	7x	SL454	SL453	cB0	0683
700	100	7x	SL45Y	SL3XX	cB0	0683
700	100	7x	SL4M7	SL4CH	cC0	0686
700	100	7x	---	SL4C3	cC0	0686
733	133	5,5x	SL3SZ	SL3SB	cA2	0681
733	133	5,5x	SL3T4	SL3VM	cA2	0681
733	133	5,5x	SL455	SL3XN	cB0	0683
733	133	5,5x	SL45Z	SL3XY	cB0	0683

Кэш-память L2, Кбайт	Рабочая частота кэш-памяти L2, МГц	Макс. температура, °С	Напряжение питания, В	Макс. Потребляемая мощность, Вт	Процесс, мкм	Число транзисторов, млн.	Тип корпуса
512	225	90	2,00	25,3	0,25	9,5	SECC2
512	225	90	2,00	25,3	0,25	9,5	SECC2
512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
256	500	85	1,60	13,2	0,18	28,1	FC-PGA
256	500	85	1,60	13,2	0,18	28,1	FC-PGA
512	267	90	2,05	29,7	0,25	9,5	SECC2
256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	SECC2
256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	SECC2
256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	FC-PGA
512	275	80	2,00	30,8	0,25	9,5	SECC2
256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	SECC2
256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	SECC2
256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	FC-PGA
512	300	85	2,00	34,5	0,25	9,5	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,7	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,7	15,8	0,18	28,1	SECC2
512	300	85	2,05	34,5	0,25	9,5	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,7	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	600	82	1,7	15,8	0,18	28,1	SECC2
256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	SECC2
256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	SECC2
256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	650	82	1,7	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	650	82	1,7	17,0	0,18	28,1	SECC2
256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	SECC2
256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	SECC2
256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	667	82	1,7	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	667	82	1,7	17,5	0,18	28,1	SECC2
256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	SECC2
256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	SECC2
256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
256	700	80	1,7	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
256	700	80	1,7	18,3	0,18	28,1	SECC2
256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	SECC2
256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	FC-PGA
256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	SECC2
256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	FC-PGA

Тактовая частота, МГц	Частота шины, МГц	Множитель	S-спецификация “коробочного” процессора	S-спецификация процессора для OEM	Изменения ядра	CPUID
733	133	5,5x	SL4M8	SL4CG	cC0	0686
733	133	5,5x	SL4KD	SL4C2	cC0	0686
733	133	5,5x	SL4FQ	SL4CX	cC0	0686
750	100	7,5x	SL3V6	SL3WC	cA2	0681
750	100	7,5x	SL3VC	SL3VN	cA2	0681
750	100	7,5x	SL456	SL3XP	cB0	0683
750	100	7,5x	SL462	SL3XZ	cB0	0683
750	100	7,5x	SL4M9	SL4CF	cC0	0686
750	100	7,5x	SL4KE	SL4BZ	cC0	0686
800	100	8x	SL457	SL3XR	cB0	0683
800	100	8x	SL463	SL3Y3	cB0	0683
800	100	8x	SL4MA	SL4CE	cC0	0686
800	100	8x	SL4KF	SL4BY	cC0	0686
800EB	133	6x	SL458	SL3XQ	cB0	0683
800EB	133	6x	SL464	SL3Y2	cB0	0683
800EB	133	6x	SL4MB	SL4CD	cC0	0686
800EB	133	6x	SL4G7	SL4XQ	cC0	0686
800EB	133	6x	SL4KG	SL4BX	cC0	0686
850	100	8,5x	SL47M	SL43F	cB0	0683
850	100	8,5x	SL49G	SL43H	cB0	0683
850	100	8,5x	SL4MC	SL4CC	cC0	0686
850	100	8,5x	SL4KH	SL4BW	cC0	0686
866	133	6,5x	SL47N	SL43G	cB0	0683
866	133	6,5x	SL49H	SL43J	cB0	0683
866	133	6,5x	SL4MD	SL4CB	cC0	0686
866	133	6,5x	SL4KJ	SL4BV	cC0	0686
866	133	6,5x	SL5B5	SL5QE	cD0	068A
900	100	9x	—	SL4SD	cC0	0686
933	133	7x	SL47Q	SL448	cB0	0683
933	133	7x	SL49J	SL44J	cB0	0683
933	133	7x	SL4ME	SL4C9	cC0	0686
933	133	7x	SL4KK	SL4BT	cC0	0686
933	133	7x	—	SL5QF	cD0	068A
1000B	133	7,5x	SL4FP	SL48S	cB0	0683
1000B	133	7,5x	SL4C8	SL4C8	cC0	0686
1000B	133	7,5x	SL4MF	—	cC0	0686
1000	100	10x	SL4BR	SL4BR	cC0	0686
1000	100	10x	SL4KL	—	cC0	0686
1000B	133	7,5x	SL4BS	SL4BS	cC0	0686
1000B	100	10x	—	SL5QV	cD0	068A
1000B	133	7,5x	SL5DV	—	cD0	068A
1000B	133	7,5x	SL5B3	SL5B3	cD0	068A
1000B	133	7,5x	SL52R	SL52R	cD0	068A
1000B	133	7,5x	SL5FQ	—	cD0	068A
1100	100	11x	—	SL5QW	cD0	068A
1133	133	8,5x	SL5LT	—	tA1	06B1
1133	133	8,5x	SL5GQ	SL5GQ	tA1	06B1
1133-S	133	8,5x	SL5LV	—	tA1	06B1
1133-S	133	8,5x	SL5PU	SL5PU	tA1	06B1
1200	133	9x	SL5GN	SL5GN	tA1	06B1
1200	133	9x	SL5PM	—	tA1	06B1
1266-S	133	9,5x	SL5LW	SL5QL	tA1	06B1
1333	133	10x	—	SL5VX	tA1	06B1
1400-S	133	10,5x	SL657	SL5XL	tA1	06B1

CPUID. Внутренний идентификатор, возвращаемый инструкцией CPUID.

ECC. Error Correcting Code (код коррекции ошибок).

SECC. Single Edge Contact Cartridge (картридж с односторонним контактом).

Кэш-память L2, Кбайт	Рабочая частота кэш-памяти L2, МГц	Макс. температура, °С	Напряжение питания, В	Макс. потребляемая мощность, Вт	Процесс, мкм	Число транзисторов, млн.	Тип корпуса
256	733	80	1,7	19,1	0,18	28,1	FC-PGA
256	733	80	1,7	19,1	0,18	28,1	SECC2
256	733	80	1,7	19,1	0,18	28,1	SECC2
256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	SECC2
256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	SECC2
256	750	80	1,7	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	750	80	1,7	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	750	80	1,7	19,5	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	800	80	1,7	20,8	0,18	28,1	SECC2
256	850	80	1,65	22,5	0,18	28,1	SECC2
256	850	80	1,65	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	850	80	1,7	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	850	80	1,7	22,5	0,18	28,1	SECC2
256	866	80	1,65	22,9	0,18	28,1	SECC2
256	866	80	1,65	22,9	0,18	28,1	FC-PGA
256	866	80	1,7	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	866	80	1,7	22,5	0,18	28,1	SECC2
256	866	80	1,75	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
256	900	75	1,7	23,2	0,18	28,1	FC-PGA
256	933	75	1,7	25,5	0,18	28,1	SECC2
256	933	75	1,7	24,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	933	75	1,7	24,5	0,18	28,1	FC-PGA
256	933	75	1,7	25,5	0,18	28,1	SECC2
256	933	77	1,75	27,3	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	SECC2
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	SECC2
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	SECC2
256	1000	70	1,7	26,1	0,18	28,1	SECC2
256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1100	77	1,75	33,0	0,18	28,1	FC-PGA
256	1133	69	1,475	29,1	0,13	44	FC-PGA2
256	1133	69	1,475	29,1	0,13	44	FC-PGA2
512	1133	69	1,45	27,9	0,13	44	FC-PGA2
512	1133	69	1,45	27,9	0,13	44	FC-PGA2
256	1200	69	1,475	29,9	0,13	44	FC-PGA2
256	1200	69	1,475	29,9	0,13	44	FC-PGA2
512	1266	69	1,45	29,5	0,13	44	FC-PGA2
256	1333	69	1,475	29,9	0,13	44	FC-PGA2
512	1400	69	1,45	29,9	0,13	44	FC-PGA2

SECC2. Single Edge Contact Cartridge, вторая версия.

FC-PGA. Flip-Chip Pin Grid Array (перевернутое гнездо с сеткой контактов).

FC-PGA2. FC-PGA with an Integrated Heat Spreader (IHS) (гнездо FC-PGA с интегрированным теплоотводителем).

Процессоры Pentium II/III Xeon

Процессоры Xeon представляют собой специализированные профессиональные версии процессоров Pentium II и III. Впервые процессоры Xeon, созданные на основе Pentium II, были представлены в июне 1998 года. Версии семейства Pentium III появились немного позже — в марте 1999 года. Существует три основных отличия процессоров Xeon от стандартных версий Pentium II и III: корпус, объем кэш-памяти и ее быстродействие.

Процессоры Pentium II/III Xeon выпускаются в больших корпусах типа SEC, чем процессоры PII/PIII. Увеличенные размеры корпуса обусловлены большим объемом кэш-памяти второго уровня.

Процессоры Pentium II/III Xeon выпускаются с кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт, 1 и 2 Мбайт. Этим и объясняются большие размеры их корпусов и высокая стоимость.

Рабочая частота кэш-памяти является более значимым параметром, чем ее объем. В процессоре Xeon кэш-память всех уровней работает на полной частоте ядра, что стало возможным после ее интеграции в ядро процессора. Сегодня трудно даже представить, что совсем недавно микросхемы кэша монтировались на отдельной плате. Оригинальные процессоры Pentium II Xeon содержали до 7,5 млн. транзисторов в основной микросхеме процессора, в то время как в Pentium III Xeon их число возросло до 9,5 млн. Когда появилась версия Pentium III со встроенной кэш-памятью, количество транзисторов увеличилось до 28,1 млн. при объеме кэш-памяти 256 Кбайт, до 84 млн. при объеме кэш-памяти 1 Мбайт и достигло 140 млн. в последней версии кэш-памяти объемом 2 Мбайт, что стало в свое время рекордом в полупроводниковой промышленности. Самое большое количество транзисторов имеет встроенная кэш-память второго уровня, которая во всех процессорах Xeon позволяет адресовать до 64 Гбайт оперативной памяти и поддерживает технологию коррекции ошибок ECC.

В табл. 3.42 представлены базовые сведения о процессорах Pentium II Xeon и Pentium III Xeon.

Таблица 3.42. Характеристики процессоров Intel Pentium II Xeon/Pentium III Xeon

Процессор	Тактовая частота, МГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Корпус
Pentium II Xeon	400	100	512; 1024; 2048	SC330
	450	100	512; 1024; 2048	SC330
Pentium III Xeon	500	100	512; 1024; 2048	SC330
	550	100	512; 1024; 2048	SC330
	600	133	256	SC330.1
	667	133	256	SC330.1
	700	100	1024; 2048	SC330.1
	733	133	256	SC330.1 или 495-контактный SECC
	800	133	256	SC330.1 или 495-контактный SECC
	866	133	256	SC330.1 или 495-контактный SECC
	900	100	2048	SC330.1
	933	133	256	SC330.1 или 495-контактный SECC
	1000	133	256	495-контактный SECC
Xeon	700 ¹	100	1024	SC330.1

1. Хотя компания Intel называет данный процессор просто Xeon, из его характеристик совершенно очевидно, что на самом деле это Pentium III Xeon.

Другие процессоры шестого поколения

Кроме Intel, процессоры семейства P6 выпускались рядом других компаний. Большинство из этих процессоров были предназначены для установки в системных платах P5 и ориентированы на рынок недорогих систем. Компания AMD выпустила процессоры Athlon и Duron, которые стали полноценными представителями семейства P6. В них применяется собственная схема контактов с системной платой.

Nexgen Nx586

Компанию Nexgen основал Тампи Томас, один из создателей процессоров 486 и Pentium в Intel. В Nexgen он разработал процессор Nx586, функционально эквивалентный Pentium, но не совместимый с ним по разъему. Он всегда поставлялся с системной платой (фактически был впаян в нее). Компания Nexgen не производила микросхем и системных плат; для этого она заключила контракты с IBM Microelectronics. Позже Nexgen была куплена компанией AMD; проект Nx586 был объединен с AMD K5, и таким образом был “создан” процессор AMD K6.

Процессор Nx586 имел все стандартные возможности процессора пятого поколения: суперскалярное выполнение с двумя внутренними конвейерами и встроенной высокоэффективной кэш-памятью первого уровня (фактически с двумя отдельными кэшами — для кода и для данных). Преимущество этого процессора состояло в том, что у него был отдельный кэш для команд емкостью 16 Кбайт и кэш для данных емкостью 16 Кбайт (в Pentium объем кэшей составлял всего 8 Кбайт). В этих кэшах хранятся часто используемые команды и данные.

В Nx586 было включено средство предсказания переходов, которое также является одним из признаков процессора шестого поколения. Поэтому процессор мог предсказывать поток выполняемых команд и оптимизировать выполнение программы.

Ядро процессора Nx586 также RISC-подобно. Модуль трансляции динамически транслирует команды x86 в команды RISC86. Команды RISC86 были разработаны специально для поддержки архитектуры x86 при соблюдении принципов эффективности RISC. Выполнять команды RISC86 проще, чем команды x86. Данная возможность реализована только в процессорах класса P6.

Производство процессора Nx586 было прекращено после объединения с компанией AMD, которая использовала архитектуру следующего процессора, Nx686, при разработке процессора AMD-K6.

Серия AMD-K6

Это высокоэффективный процессор шестого поколения, устанавливаемый на системных платах для процессоров P5 (Pentium). Фактически он был разработан для AMD компанией Nexgen и ранее был известен под кодовым названием Nx686. Процессор Nx686 так и не увидел свет, поскольку компания NexGen была куплена AMD еще перед его выпуском на рынок. По уровню эффективности AMD-K6 занимает промежуточное положение между Pentium и Pentium II.

В процессоре AMD-K6 в соответствии с промышленным стандартом реализована новая система команд мультимедиа (MMX), которая была обновлена в процессорах AMD K6-2 и стала называться 3DNow!. Компания AMD разработала процессор K6 с гнездом типа Socket 7. Это позволило производителям компьютеров создавать системы, которые можно легко модернизировать. Изначально для производства этих процессоров применялся 0,35-микронный процесс; позже с целью повышения производительности при уменьшении размера ядра и энергопотребления был произведен переход на 0,25-микронный процесс.

Технические характеристики процессора AMD-K6 следующие:

- внутренняя архитектура шестого поколения, внешний интерфейс пятого поколения;
- внутреннее RISC-ядро, транслирующее команды x86 в команды RISC;
- суперскалярные модули выполнения команд (семь);
- динамическое выполнение;
- предсказание переходов;
- упреждающее выполнение;
- большой кэш объемом 64 Кбайт (кэш объемом 32 Кбайт для команд плюс двухпортовый кэш с обратной записью объемом 32 Кбайт для данных);
- встроенный модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой (FPU);
- промышленный стандарт поддержки команд MMX;

- режим SMM;
- гнездо типа Socket 7 конструкции Ceramic Pin Grid Array (CPGA);
- использование при изготовлении 0,35- и 0,25-микронной технологий для пяти слоев.

В процессоре K6-2 было добавлено следующее:

- более высокие тактовые частоты;
- поддержка системной шины 100 МГц (для системных плат с гнездом Super 7);
- двадцать одна новая инструкция для работы с графикой и мультимедиа, названная *3DNow!*.

В процессор K6-3 была добавлена кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт, работающая на полной частоте ядра.

Появление в процессоре K6-3 кэш-памяти второго уровня, работающей с полной тактовой частотой, имеет особое значение. Это позволило процессорам серии K6 подняться на более высокий уровень и успешно конкурировать с процессорами Celeron и Pentium компании Intel. Обновленная система команд *3DNow!*, введенная в K6-2/3 и используемая новейшими графическими программами, делает этот процессор вполне подходящим для игровых компьютерных систем нижнего и среднего уровней.

Архитектура процессора AMD-K6 такова, что он полностью совместим по двоичному коду с x86, т.е. выполняет все программное обеспечение Intel, включая команды MMX. Чтобы компенсировать довольно низкую эффективность кэш-памяти второго уровня, обусловленную конструкцией гнезда типа Socket 7, в AMD увеличен общий объем внутренней кэш-памяти первого уровня до 64 Кбайт (т.е. его объем вдвое больше, чем у Pentium II). Добавив к этому динамическое выполнение, процессор K6 можно сравнить по быстродействию с Pentium, а по эффективности для данной тактовой частоты — с Pentium II. Процессор K6-3 показывал даже лучшие результаты за счет работы кэш-памяти второго уровня на полной частоте ядра, однако он сильно перегревался и через короткий промежуток времени был снят с производства.

Процессоры AMD-K5 и K6 устанавливаются в гнездо типа Socket 7. Однако может понадобиться внести некоторые коррективы, чтобы установить нужное напряжение и изменить параметры в BIOS. Надежная работа AMD-K6 будет гарантирована, если системная плата поддерживает соответствующее напряжение.

Процессоры компании AMD имеют специфические требования к напряжению питания. В большинстве старых материнских плат по умолчанию устанавливаются напряжения 2,8 В для ядра и 3,3 В для схемы ввода-вывода, что ниже напряжения, указанного в спецификации для AMD-K6 (2,9 В) и может стать причиной неправильного функционирования процессора. Чтобы такой процессор работал правильно, системная плата должна иметь гнездо типа Socket 7 с преобразователем напряжения, рассчитанным на два уровня: 2,9 и 3,2 В (233 МГц) — для ядра центрального процессора (V_{cc2}) и 3,3 В — для схем ввода-вывода (V_{cc3}). Преобразователь напряжения должен поставлять для процессора ток до 7,5 А (9,5 А — для процессора на 233 МГц). При использовании процессора на 200 МГц или более медленного отклонение основного напряжения от номинального значения должно составлять не более 145 мВ ($2,9 \pm 145$ мВ). Если же используется процессор на 233 МГц, преобразователь напряжения должен допускать отклонение основного напряжения не более чем на 100 мВ от номинального значения ($3,2 \pm 100$ мВ).

Если в системной плате установлен преобразователь, который не может поддерживать необходимое напряжение, скорее всего, система будет работать нестабильно. Если напряжение на центральном процессоре превышает максимально допустимое, то процессор может выйти из строя. Следует сказать и о том, что процессор K6 может перегреваться. Убедитесь, что теплоотвод надежно укреплен на процессоре и термопроводящая смазка не высохла.

Системная BIOS должна поддерживать процессор AMD-K6. Например, в BIOS компании Award этот процессор стал поддерживаться с 1 марта 1997 года. Компания AMI встраивает

средства поддержки K6 в каждую версию BIOS с модулем центрального процессора CPU Module 3.31 или более поздним. BIOS компании Phoenix версии 4.0 (выпуски 6.0 и 5.1 с датой 4/7/97 или более поздней) поддерживает AMD-K6.

Разумеется, запомнить все эти технические данные довольно сложно, проще на сайте AMD найти список системных плат, которые могут использоваться для установки процессора AMD-K6.

Множитель, тактовая частота шины и установки напряжения для процессоров K6 приведены в табл. 3.43. Модель процессора AMD-K6 можно узнать по маркировке микросхемы.

Таблица 3.43. Тактовые частоты и напряжения AMD-K6

Процессор	Тактовая частота, МГц	Множитель	Частота шины, МГц	Напряжение ядра, В	Напряжение ввода-вывода, В
K6-3	450	4,5x	100	2,4	3,3
K6-3	400	4x	100	2,4	3,3
K6-2	475	5x	95	2,4	3,3
K6-2	450	4,5x	100	2,4	3,3
K6-2	400	4x	100	2,2	3,3
K6-2	380	4x	95	2,2	3,3
K6-2	366	5,5x	66	2,2	3,3
K6-2	350	3,5x	100	2,2	3,3
K6-2	333	3,5x	95	2,2	3,3
K6-2	333	5,0x	66	2,2	3,3
K6-2	300	3x	100	2,2	3,3
K6-2	300	4,5x	66	2,2	3,3
K6-2	266	4x	66	2,2	3,3
K6	300	4,5x	66	2,2	3,45
K6	266	4x	66	2,2	3,3
K6	233	3,5x	66	3,2	3,3
K6	200	3x	66	2,9	3,3
K6	166	2,5x	66	2,9	3,3

В системных платах ранних версий значение множителя 3,5x достигается с помощью установки переключки на значение 1,5x. Подобная установка эквивалентна установке множителя 3,5x для AMD-K6 и более современных процессоров Intel. Для того чтобы установить множитель 4x и выше, потребуется системная плата, содержащая три вывода ВФ, в том числе и ВФ2. Первые системные платы имеют только два вывода ВФ. Параметры множителей приведены в табл. 3.44.

Таблица 3.44. Настройки множителя AMD-K6

Установка множителя	ВФ0	ВФ1	ВФ2
2,5x	Вкл.	Вкл.	Выкл.
3x	Выкл.	Вкл.	Выкл.
3,5x	Выкл.	Выкл.	Выкл.
4x	Вкл.	Выкл.	Вкл.
4,5x	Вкл.	Вкл.	Вкл.
5x	Выкл.	Вкл.	Вкл.
5,5x	Выкл.	Выкл.	Вкл.

Эти установки могут быть изменены с помощью переключек, расположенных на системной плате. Постарайтесь, в первую очередь, ознакомиться с документацией к системной плате и выяснить расположение переключателей для определения соответствующего множителя и параметров быстрого действия шины.

В отличие от Cugix и некоторых других конкурентов Intel, AMD является и разработчиком, и изготовителем. Наравне с Intel компания AMD перешла к 0,25-микронной технологии и не остановилась на этом (процессоры Athlon XP созданы по 0,13-микронной технологии). Первона-

чальный процессор K6 имел 8,8 млн. транзисторов и производился по 0,35-микронной технологии с пятью слоями. Длина стороны кристалла равна 12,7 мм, а площадь — приблизительно 162 мм². В производстве K6-3 используется 0,25-микронная технология; в нем содержится 21,3 млн. транзисторов, а его ядро представляет собой квадрат со стороной 10,9 мм.

Благодаря высокой эффективности и совместимости с интерфейсом Socket 7 процессоры серии K6 часто рассматриваются в качестве наиболее приемлемого варианта для обновления системных плат, использующих в настоящее время ранние версии процессоров Pentium и Pentium MMX. Процессоры AMD-K6 устанавливаются в гнездо Socket 7, но в то же время отличаются от процессоров Intel другой величиной подаваемого напряжения и тактовой частотой шины. Поэтому в некоторых случаях приходится обновлять BIOS.

Процессоры AMD Athlon, Duron и Athlon XP

Процессор Athlon — следующий после семейства K6 продукт компании AMD. Это абсолютно новая разработка и достойный конкурент семейству процессоров Pentium III. Компания AMD начала производство этих процессоров в корпусе для разъема Slot A, который подобен корпусам Pentium II/III (рис. 3.57). Оригинальный процессор Athlon имеет 512 Кбайт внешней кэш-памяти второго уровня, работающей на частоте половины, двух пятых или одной трети частоты ядра и расположенной в картридже процессора. В июне 2000 года AMD выпустила обновленную версию Athlon (кодовое название — Thunderbird), в которой кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт находится на одном кристалле с ядром процессора и работает на его частоте. Такое решение существенно повысило шанс победить в конкурентной борьбе с процессорами Intel. Кроме того, был создан новый корпус типа PGA для гнезда Socket A (Socket 462), который пришел на смену картриджу для разъема Slot A. Более современная версия процессора Athlon, получившая название Athlon XP, имеет несколько расширений, к числу которых относится набор команд 3DNow! Professional, включающий также команды Intel SSE. Последние версии процессоров Athlon XP включают в себя кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт, работающую на полной частоте ядра процессора.



Рис. 3.57. Процессор AMD Athlon в корпусе Slot A

Несмотря на то что картридж Slot A внешне похож на Slot 1, а Socket A (рис. 3.58) — на Socket 370, по расположению выводов эти разъемы несовместимы. Компания AMD стремилась улучшить архитектуру микросхемы и отойти от подражания процессорам Intel. Специально заблокированные контакты в гнездах типа Slot или Socket помогли предотвратить установку процессора неправильной стороной или в неверный разъем. Версия Socket A процессора Athlon очень напоминает Duron.

Компания AMD выпускала процессоры Athlon с тактовыми частотами 550–1400 МГц, в которых использовалась шина типа EV6 с частотой 200/266 МГц для подключения к северному мосту системной платы. Этот тип шины лицензирован у компании Digital Equipment, которая

использовала ее в процессорах Alpha 21264. Тактовая частота шины EV6 составляет 100 или 133 МГц, однако работает с удвоенной скоростью, дважды передавая данные за один такт, благодаря чему процессор работает на частоте 200 или 266 МГц. Поскольку шина является 64-разрядной (8 байт или 64 бит), ее пропускная способность составляет 1,6 или 2,1 Гбит/с (передача 8 байт на частоте 200 или 233 МГц). Подобная шина идеально подходит для взаимодействия с оперативной памятью стандарта PC1600 или PC2100 DDR, которая обладает такими же скоростными характеристиками. Архитектура шины EV6 решает проблему потенциально узкого пропускного канала данных между набором микросхем и процессором, обеспечивая более эффективную передачу данных по сравнению с другими процессорами. Благодаря шине EV6 процессоры Athlon и Duron демонстрируют достойную производительность.

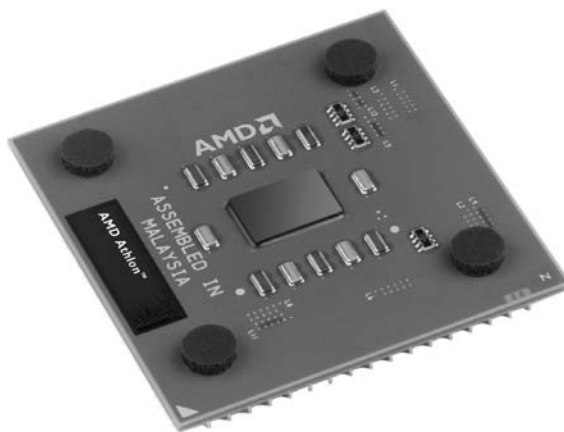


Рис. 3.58. AMD Athlon XP (Socket A), выполненный по 0,13-микронной технологии, в корпусе PGA

Процессор AMD Athlon содержит встроенную кэш-память первого уровня объемом 128 Кбайт, а также внешнюю кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт, рабочая частота которой равна половине, двум пятым или одной трети частоты ядра. В более поздних версиях процессоров Socket A Athlon и большинстве процессоров Athlon XP используется кэш-память объемом 256 Кбайт, работающая на полной частоте ядра процессора. В последних версиях процессоров Athlon XP поддерживается кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт. Кэш-память всех процессоров формфактора PGA для гнезда Socket A работает на полной частоте ядра. AMD Athlon, поддерживает технологии MMX и Enhanced 3DNow!, которые предоставляют дополнительные 45 команд, позволяющие улучшить обработку графики и звука. По своему назначению и структуре технология 3DNow! подобна SSE компании Intel, но отличается некоторыми определенными командами и аппаратной поддержкой. Процессор Athlon XP поддерживает дополнительные инструкции SSE, получившие название 3DNow! Professional. К счастью, большинство производителей программного обеспечения решили наравне с инструкциями SSE поддержать (за небольшим исключением) и команды 3DNow! Professional.

В первых моделях Athlon была использована 0,25-микронная технология, но более быстрые процессоры изготавливались уже по 0,18- и 0,13-микронной технологиям. При создании процессоров последних версий впервые в истории полупроводникового производства была применена технология покрытия медью. Вероятно, со временем все изготовители процессоров последуют этому примеру, так как медные контакты позволяют снизить потребляемую мощность и ускорить выполнение операций.

Технические характеристики процессоров Athlon в корпусе Slot A приведены в табл. 3.45.

Таблица 3.45. Сведения о процессорах AMD Athlon в корпусе Slot A

Маркировка процессора	Модель	Частота, МГц	Частота шины, МГц	Коэффициент умножения	Кэш-память L2, Кбайт
AMD-K7500MTR51B	1	500	100×2	5x	512
AMD-K7550MTR51B	1	550	100×2	5,5x	512
AMD-K7600MTR51B	1	600	100×2	6x	512
AMD-K7650MTR51B	1	650	100×2	6,5x	512
AMD-K7700MTR51B	1	700	100×2	7x	512
AMD-K7550MTR51B	2	550	100×2	5,5x	512
AMD-K7600MTR51B	2	600	100×2	6x	512
AMD-K7650MTR51B	2	650	100×2	6,5x	512
AMD-K7700MTR51B	2	700	100×2	7x	512
AMD-K7750MTR52B	2	750	100×2	7,5x	512
AMD-K7800MPR52B	2	800	100×2	8x	512
AMD-K7850MPR52B	2	850	100×2	8,5x	512
AMD-K7900MNR53B	2	900	100×2	9x	512
AMD-K7950MNR53B	2	950	100×2	9,5x	512
AMD-K7100MNR53B	2	1000	100×2	10x	512
AMD-A0650MPR24B	4	650	100×2	6,5x	256
AMD-A0700MPR24B	4	700	100×2	7x	256
AMD-A0750MPR24B	4	750	100×2	7,5x	256
AMD-A0800MPR24B	4	800	100×2	8x	256
AMD-A0850MPR24B	4	850	100×2	8,5x	256
AMD-A0900MMR24B	4	900	100×2	9x	256
AMD-A0950MMR24B	4	950	100×2	9,5x	256
AMD-A1000MMR24B	4	1000	100×2	10x	256

В большинстве индексов производительности процессор AMD Athlon сравнивается с процессором Intel Pentium III равной, а то и большей частоты. Компания AMD опередила Intel, выпустив Athlon с частотой 1 ГГц на два дня раньше, чем последняя представила процессор Pentium III с аналогичной частотой.

В табл. 3.46 приведены характеристики процессоров AMD Athlon в корпусе PGA (Socket A). Все процессоры в данном исполнении относятся к модели 4.

Примечание

В табл. 3.46–3.49 тактовая частота процессора и ее множитель указаны для каждой из моделей Athlon. Эти значения используются системной BIOS для конфигурирования процессора AMD. Значения множителей, приведенных в предыдущих изданиях книги и других источниках, основываны на частоте системной шины, а не на частоте тактового генератора. На самом деле системной BIOS нужны фактические значения, которые приведены в вышеупомянутых таблицах.

Примечание

Для конфигурирования процессора Athlon в системной BIOS выберите частоту процессора и соответствующий множитель из табл. 3.44. Скорость шины, приведенная в табл. 3.46, равна удвоенной частоте тактового генератора.

Процессор AMD Duron

Анонсированный в июне 2000 года процессор AMD Duron (кодовое наименование — Spitfire) представляет собой модификацию AMD Athlon и занимает примерно то же положение на рынке ПК, что и процессор Celeron в семействах Pentium II и III. В сущности, Duron (рис. 3.59) является процессором Athlon с уменьшенной кэш-памятью второго уровня; по другим параметрам они практически не отличаются. AMD Duron содержит внутреннюю кэш-память второго уровня объемом 64 Кбайт и выпускается для разъема Socket A — “гнездовой” версии разъема Slot A.

Частота кэш-памяти L2, МГц	Напряжение, В	Макс. потребляемая мощность, Вт	Технологический процесс (мкм)	Кол-во транзисторов, млн.	Дата появления на рынке
250	1,60	42	0,25	22	Июнь 1999 г.
275	1,60	46	0,25	22	Июнь 1999 г.
300	1,60	50	0,25	22	Июнь 1999 г.
325	1,60	54	0,25	22	Август 1999 г.
350	1,60	50	0,25	22	Октябрь 1999 г.
275	1,60	31	0,18	22	Ноябрь 1999 г.
300	1,60	34	0,18	22	Ноябрь 1999 г.
325	1,60	36	0,18	22	Ноябрь 1999 г.
350	1,60	39	0,18	22	Ноябрь 1999 г.
300	1,60	40	0,18	22	Ноябрь 1999 г.
320	1,70	48	0,18	22	Январь 2000 г.
340	1,70	50	0,18	22	Февраль 2000 г.
300	1,80	60	0,18	22	Март 2000 г.
317	1,80	62	0,18	22	Март 2000 г.
333	1,80	65	0,18	22	Март 2000 г.
650	1,70	36,1	0,18	37	Июнь 2000 г.
700	1,70	38,3	0,18	37	Июнь 2000 г.
750	1,70	40,4	0,18	37	Июнь 2000 г.
800	1,70	42,6	0,18	37	Июнь 2000 г.
850	1,70	44,8	0,18	37	Июнь 2000 г.
900	1,75	49,7	0,18	37	Июнь 2000 г.
950	1,75	52,0	0,18	37	Июнь 2000 г.
1000	1,75	54,3	0,18	37	Июнь 2000 г.

Таблица 3.46. Технические данные процессоров Athlon в корпусе Socket A

Тактовая частота, МГц ¹	Множитель	Частота шины, МГц	Частота генератора, МГц ²	Кэш-память L2, Кбайт	Частота кэш-памяти L2, МГц	Напряжение питания, В	Макс. потребляемая мощность, Вт	Процесс, мкм	Число транзисторов, млн.
650	6,5x	200	100	256	650	1,75	38,5	0,18	37
700	7x	200	100	256	700	1,75	40,3	0,18	37
750	7,5x	200	100	256	750	1,75	43,8	0,18	37
800	8x	200	100	256	800	1,75	45,5	0,18	37
850	8,5x	200	100	256	850	1,75	47,3	0,18	37
900	9x	200	100	256	900	1,75	50,8	0,18	37
950	9,5x	200	100	256	950	1,75	52,5	0,18	37
1000	10x	200	100	256	1000	1,75	54,3	0,18	37
1000	7,5x	266	133	256	1000	1,75	54,3	0,18	37
1100	11x	200	100	256	1100	1,75	59,5	0,18	37
1133	8,5x	266	133	256	1133	1,75	63,0	0,18	37
1200	12x	200	100	256	1200	1,75	66,5	0,18	37
1200	9x	266	133	256	1200	1,75	66,5	0,18	37
1300	13x	200	100	256	1300	1,75	68,3	0,18	37
1333	10x	266	133	256	1333	1,75	70,0	0,18	37
1400	11x	266	133	256	1400	1,75	72,0	0,18	37

1. Для получения значения частоты процессора следует умножить тактовую частоту генератора на коэффициент умножения.
2. Частота шины в два раза превышает частоту генератора. Для обеспечения наибольшего возможного быстродействия используйте память, работающую с частотой не ниже частоты генератора.

Изначально Duron создавался как конкурент процессору Celeron на рынке ПК эконом-класса, подобно тому как Athlon позиционировался на рынок систем Pentium III. Выпуск процессоров Duron с недавнего времени был прекращен, однако в большинство системных плат, поддерживающих Duron, можно установить более быстродействующие

процессоры Athlon, а в некоторых случаях — даже Athlon XP или Sempron, использующие формфактор Socket A.

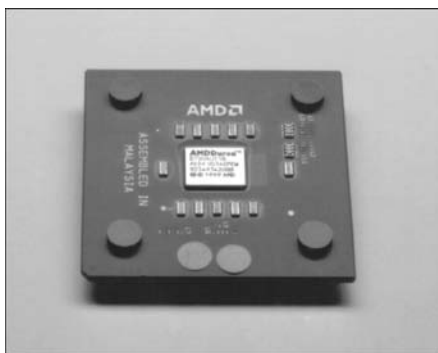


Рис. 3.59. Процессор AMD Duron

Процессор Duron был создан на основе ядра Athlon, поэтому он содержит системную шину Athlon с рабочей частотой 200 МГц и расширенный набор инструкций 3DNow! (Model 3). Процессоры семейства Model 7 поддерживают инструкции 3DNow! Professional (которые представляют собой полноценную реализацию инструкций SSE).

Процессоры Duron, работающие с напряжением 1,6 В, относятся к семейству Model 3, в то время как напряжением 1,75 В обладают процессоры Model 7, имеющие кодовое наименование Morgan. Технические характеристики процессоров AMD Duron версии Socket A (PGA) приведены в табл. 3.47.

Таблица 3.47. Технические характеристики процессоров Duron

Тактовая частота, МГц ¹	Коэффициент умножения	Частота шины, МГц ²	Частота генератора, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Напряжение питания, В	Макс. потребляемая мощность, Вт	Процесс, мкм	Число транзисторов, млн.
550	5,5x	200	100	64	1,6	25,3	0,18	25
600	6x	200	100	64	1,6	27,4	0,18	25
650	6,5x	200	100	64	1,6	29,4	0,18	25
700	7x	200	100	64	1,6	31,4	0,18	25
750	7,5x	200	100	64	1,6	33,4	0,18	25
800	8x	200	100	64	1,6	35,4	0,18	25
850	8,5x	200	100	64	1,6	37,4	0,18	25
900	9x	200	100	64	1,6	39,5	0,18	25
950	9,5x	200	100	64	1,6	41,5	0,18	25
1000	10x	200	100	64	1,75	46,1	0,18	27
1100	11x	200	100	64	1,75	50,3	0,18	27
1200	12x	200	100	64	1,75	54,7	0,18	27
1300	13x	200	100	64	1,75	60	0,18	27
1400	11x	266	133	64	1,5	45,5	0,13	37,2
1600	12x	266	133	64	1,5	48	0,13	37,2
1800	13,5x	266	133	64	1,5	53	0,13	37,2

1. Для получения значения частоты процессора следует умножить тактовую частоту генератора на коэффициент умножения.
2. Частота шины в два раза превышает частоту генератора. Для обеспечения наибольшего возможного быстродействия используйте память, работающую с частотой не ниже частоты генератора.

Примечание

Для задания параметров работы процессора Duron в системной BIOS выберите соответствующие значения частоты генератора и множителя, обратившись к табл. 3.45. Частота шины, указанная в табл. 3.47, в два раза превышает частоту генератора.

Процессор AMD Athlon XP

Как отмечалось выше, самая современная версия процессора Athlon называется Athlon XP. В сущности, она отличается от предшествующего процессора Athlon только дополнительным набором команд, поддерживающим команды Intel SSE, и новой маркетинговой схемой, которая конкурирует непосредственно с Pentium 4. Также процессоры Athlon XP содержат увеличенный объем кэш-памяти второго уровня (512 Кбайт), работающей на полной частоте ядра.

Для определения архитектуры процессора Athlon XP в компании AMD используется термин “Quantispeed”, который является скорее рыночным, чем техническим. Рассмотрим основные свойства процессора.

- **Девятнадцатиступенчатый суперскаляр, полностью конвейеризированная микроархитектура.** Эта функция обеспечивает большее количество магистралей для передачи команд в операционные блоки центрального процессора и включает в себя три оперативных модуля с плавающей запятой, три модуля целых чисел и три модуля адресного вычисления.
- **Суперскалярная архитектура, полностью конвейеризированный модуль вычисления с плавающей запятой.** Эта функция обеспечивает более быстрое выполнение операций и компенсирует существовавшее ранее отставание процессоров AMD от процессоров Intel.
- **Аппаратная поддержка упреждающей выборки данных.** Эта функция извлекает необходимые данные из системной памяти и для сокращения времени доступа помещает их в процессор, в частности в кэш-память первого уровня.
- **Улучшенные буфера быстрого преобразования адреса (TLB).** Позволяют процессору значительно ускорить доступ к хранящимся данным, избегая при этом дублирования данных или останова из-за отсутствия оперативной информации.

Описанные конструктивные улучшения позволяют увеличить объем вычислений, выполняемых процессором в течение каждого такта, благодаря чему “медленные” Athlon XP по многим показателям превосходят “быстрые” Pentium 4 при выполнении фактических офисных или игровых приложений.

Ядро Palomino процессора Athlon XP используется также в мобильных процессорах Athlon 4 (в портативных компьютерах). Последние модели созданы на основе улучшенного ядра Thoroughbred, архитектура которого была пересмотрена для достижения лучших термальных характеристик. Различные версии этого ядра иногда обозначаются как Thoroughbred-A и Thoroughbred-B. В новых процессорах Athlon XP используется ядро Barton с кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт, работающей на полной частоте ядра.

Существует также целый ряд дополнительных возможностей, характерных для процессора Athlon XP:

- набор мультимедийных команд 3DNow! Professional (в том числе совместимость с 70 дополнительными командами SSE в Pentium III при отсутствии поддержки 144 дополнительных команд SSE2 процессора Pentium 4);
- шина FSB с тактовой частотой 266/333 МГц;
- кэш-память первого уровня объемом 128 Кбайт и встроенная кэш-память второго уровня объемом 256 или 512 Кбайт, работающая на полной частоте центрального процессора;
- медная разводка (используемая вместо алюминиевой), которая позволила повысить электрическую отдачу и уменьшить нагрев процессора.

Одной из особенностей процессора Athlon XP является сборка интегральных схем с помощью более тонких и легких органических компонентов, похожих на материалы, применяемые в современных процессорах Intel. На рис. 3.60 показан новейший процессор Athlon XP с ядром Barton.

Таблица 3.48. Технические характеристики процессоров AMD Athlon XP

Оценка эффективности (P-Rating)	Тактовая частота, МГц ¹	Множитель процессора	Частота генератора, МГц	Частота шины, МГц ²
1500 ³	1333	10x	133	266
1600 ³	1400	10,5x	133	266
1700 ³	1467	11x	133	266
1800 ³	1533	11,5x	133	266
1900 ³	1600	12x	133	266
2000 ³	1667	12,5x	133	266
2100 ³	1733	13x	133	266
1700 ⁴	1467	11x	133	266
1700 ⁵	1467	11x	133	266
1800 ⁴	1533	11,5x	133	266
1800 ⁵	1533	11,5x	133	266
1900 ⁴	1600	12x	133	266
2000 ⁴	1667	12,5x	133	266
2000 ⁵	1667	12,5x	133	266
2100 ⁴	1733	13x	133	266
2100 ⁵	1733	13x	133	266
2200 ⁴	1800	13,5x	133	266
2200 ⁵	1800	13,5x	133	266
2400 ⁵	2000	14x	133	266
2500 ⁵	1833	11x	166	333
2600 ⁵	2133	16x	133	266
2600 ⁶	2083	12,5x	166	333
2700 ⁶	2167	13x	166	333
2800 ⁷	2083	12,5x	166	333
3000 ⁷	2167	13x	166	333
3000 ⁷	2100	10,5	200	400
3200 ⁷	2200	11x	200	400

1. Для получения значения частоты процессора следует умножить тактовую частоту на коэффициент умножения.
2. Частота шины в два раза превышает частоту генератора. Для обеспечения наибольшего возможного быстродействия используйте память, работающую с частотой не ниже частоты генератора.
3. Model 6 Athlon XP (Palomino).

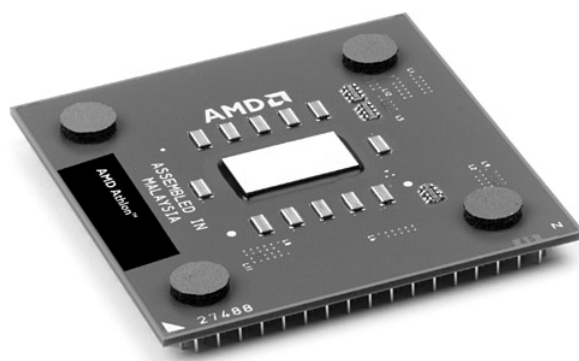


Рис. 3.60. Процессор Athlon XP (гнездо Socket A), созданный по 0,13-микронной технологии и содержащий кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт. Публикуется с разрешения компании Advanced Micro Devices, Inc.

Множитель	Кэш-память L2, Кбайт	Напряжение питания, В	Макс. потребляемая мощность, Вт	Процесс, мкм	Число транзисторов, млн.
5x	256	1,75	60,0	0,18	37,5
5,25x	256	1,75	62,8	0,18	37,5
5,5x	256	1,75	64,0	0,18	37,5
5,75x	256	1,75	66,0	0,18	37,5
6x	256	1,75	68,0	0,18	37,5
6,25x	256	1,75	70,0	0,18	37,5
6,5x	256	1,75	72,0	0,18	37,5
5,5x	256	1,5	49,4	0,13	37,2
5,5x	256	1,6	59,8	0,13	37,2
5,75x	256	1,5	51,0	0,13	37,2
5,75x	256	1,6	59,8	0,13	37,2
6x	256	1,5	52,5	0,13	37,2
6,25x	256	1,6	60,3	0,13	37,2
6,25x	256	1,6	61,3	0,13	37,2
6,5x	256	1,6	62,1	0,13	37,2
6,5x	256	1,6	62,1	0,13	37,2
6,75x	256	1,65	67,9	0,13	37,2
6,75x	256	1,6	62,8	0,13	37,2
7x	256	1,65	68,3	0,13	40
5,5x	512	1,65	68,3	0,13	54,3
8x	256	1,65	68,3	0,13	37,2
6,25x	256	1,65	68,3	0,13	37,2
6,5x	256	1,65	68,3	0,13	37,2
6,25x	512	1,65	68,3	0,13	53,3
6,5x	512	1,65	74,3	0,13	54,3
5,25x	512	1,65	68,3	0,13	54,3
5,5x	512	1,65	76,8	0,13	54,3

4. Model 8 Athlon XP CPUID 680 (Thoroughbred).

5. Model 8 Athlon XP CPUID 681 (Thoroughbred).

6. Model 8 Athlon XP с частотой шины 333 МГц (Thoroughbred).

7. Model 10 Athlon XP (Barton).

Новый корпус позволил добиться более эффективной компоновки электрических элементов. Последние версии процессора Athlon XP изготовлены по новой 0,13-микронной технологии, что дало возможность создать микросхему с меньшим кристаллом, потребляющим меньшее напряжение, генерирующим меньшее количество тепла и работающим с более высокой частотой, чем предыдущие модели. Современные версии 0,13-микронного процессора Athlon XP работают с тактовой частотой 2 ГГц и выше. В табл. 3.48 представлены характеристики семейства процессоров Athlon XP.

Примечание

Для задания параметров работы процессора Athlon XP в системной BIOS выберите соответствующие значения частоты генератора и множителя, обратившись к табл. 3.46. Частота шины, указанная в табл. 3.48, в два раза превышает частоту генератора.

Athlon XP был впоследствии заменен процессором Sempron версии Socket A.

Процессор Athlon MP

Это первый процессор компании AMD, предназначенный для использования в таких многопроцессорных системах, как серверы и рабочие станции. Существуют три версии процессора, каждая из которых основана на той или иной модели процессоров Athlon и Athlon XP.

- **Model 6 (1 и 1,2 ГГц).** На базе Athlon Model 4.
- **Model 6 OPGA (от 1500+ до 2100+).** На базе Athlon XP Model 6.
- **Model 8 (2000+, 2200+, 2400+, 2600+).** На базе Athlon XP Model 8.
- **Model 10 (2500+, 2800+, 3000+).** На базе Athlon XP Model 8 плюс кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт.

Все процессоры Athlon MP используют гнездо Socket A, также предназначенное для процессоров Athlon, Duron и Athlon XP.

Для получения более подробной информации об этом процессоре посетите сайт компании AMD.

Процессор Sempron (Socket A)

Компания AMD представила семейство процессоров Sempron в 2004 году с целью обеспечить конкуренцию с бюджетными процессорами Intel Celeron D. Как и в случае с Celeron, название “Sempron” оказывается универсальным, поскольку под этой торговой маркой поставляются процессоры для гнезда Socket A (они предназначены для замены процессоров Athlon XP), а также процессоры для гнезда Socket 754 (они базируются на ядре Athlon 64). В настоящем разделе рассмотрены первые версии для гнезда Socket 754 будут описаны далее.

Версии процессоров AMD Sempron для гнезда Socket A пришли на смену процессорам Athlon XP на ядре Thoroughbred (Model 8) (на этом ядре они, собственно, и базируются) и Barton (Model 10). Основные функциональные возможности процессоров Sempron и Athlon XP идентичны. Хотя рейтинги Sempron очень похожи на рейтинги Athlon XP, при равных физических характеристиках процессорам Sempron и Athlon XP назначаются разные номера процессоров. Как и в случае с другими процессорами AMD (а с некоторых пор — и с процессорами Intel), реальные характеристики процессора можно узнать по номеру модели, обращаясь к различным справочным таблицам.

Подробные сведения о версиях Sempron для гнезда Socket A приведены в табл. 3.49.

Таблица 3.49. Сведения о процессорах AMD Sempron (Socket A)

Номер модели	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Ядро	Макс. мощность, Вт	Процесс, мкм	SSE	Socket
Sempron 2200+	1,5	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2200+	1,5	333	256	Thorton	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2300+	1,58	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2400+	1,66	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2400+	1,66	333	256	Thorton	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2500+	1,75	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2600+	1,83	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2800+	2,00	333	256	Thoroughbred	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 2800+	2,00	333	256	Thorton	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 3000+	2,00	333	512	Barton	62	0,13	SSE	A (462)
Sempron 3300+	2,20	400	512	Barton	64	0,13	SSE	A (462)

SSE. Поточковые инструкции SIMD (MMX).

Cyrix/IBM 6x86 (M1) и 6x86MX (MII)

В семейство процессоров Cyrix 6x86 входят 6x86 (уже не выпускается) и 6x86MX. Подобно AMD-K5 и K6, их внутренняя архитектура принадлежит к шестому поколению, а устанавливаются они, как и Pentium пятого поколения, в гнездо типа Socket 7.

Процессоры Cyrix 6x86 и 6x86MX (последний переименован в MII) имеют два оптимизированных суперконвейерных целочисленных модуля и встроенный модуль для операций над числами с плавающей запятой. В этих процессорах реализована возможность динамического

выполнения, характерная для центрального процессора шестого поколения. Кроме того, в них реализованы возможности предсказания переходов и упреждающего выполнения.

Процессор 6x86MX/МII совместим с технологией MMX. Он поддерживает самые современные игры и мультимедийное программное обеспечение. Благодаря расширенному модулю управления памятью, внутренней кэш-памяти объемом 64 Кбайт и другим архитектурным усовершенствованиям процессор 6x86MX более эффективен, чем стандартный 6x86.

Обратите внимание, что оценка эффективности не совпадает с фактической тактовой частотой микросхемы. Например, микросхема 6x86MX-PR300 работает на тактовой частоте не 300, а только 263 или 266 МГц (это зависит от тактовой частоты шины системной платы и установки множителя тактовой частоты центрального процессора). С помощью маркировки PR300 компания Cyrix указывает, что данный процессор по эффективности сравним с Pentium 300 МГц. Лично мне кажется, что в этом случае эффективнее было бы маркировать процессоры реальной тактовой частотой, но отдельно отмечать, что его быстродействие гораздо выше, чем быстродействие аналогичного процессора Pentium.

Прежде чем установить процессор 6x86 на системной плате, необходимо правильно выставить необходимое ему напряжение (оно обычно указано на маркировке в верхней части микросхемы). Различные версии процессора 6x86 работают при разных значениях напряжения: 3,52 В (установка VRE), 3,3 В (установка VR) или 2,8 В (MMX). В версии MMX используется стандартный уровень напряжения 2,8 В для ядра, а для схем ввода-вывода — 3,3 В.

В 1999 году компания Cyrix была куплена компанией VIA Technologies.

Процессор VIA C3

Изначально этот процессор назывался Cyrix III и был разработан для гнезда Socket 370, предназначенного для процессоров Pentium III и Celeron. Процессор Cyrix III/C3 (Joshua) был разработан инженерами компании Cyrix, приобретенной VIA в конце 1998 года. Процессор Samuel и последующие версии основаны на процессоре Centaur Winchip (компания Centaur была также приобретена VIA в 1999 году). Процессор Samuel создан по 0,18-микронной технологии, в то время как Samuel 2 включает в себя кэш-память второго уровня объемом 64 Кбайт и создан по 0,15-микронной технологии. Процессор C3, созданный по 0,13-микронной технологии, был основан на ядре Ezra, однако, в отличие от предыдущих процессоров C3, не был совместим с системными платами для процессоров Pentium III (Tualatin). Ядро Ezra-T преодолело рубеж тактовой частоты 1 ГГц и в полной мере поддерживалось системными платами для процессоров Tualatin. Новейшие процессоры C3 основаны на ядре Nehemiah, работают на частотах свыше 1 ГГц и обладают встроенными функциями шифрования. Частота шины процессоров C3 составляет 100 МГц (рабочие частоты процессора — 750 и 900 МГц) или 133 МГц (рабочие частоты процессора — 733, 800, 866, 933 МГц и выше).

Семейство процессоров C3 с программной точки зрения полностью совместимо с другими процессорами x86, включая Pentium III и Celeron. Микроархитектура C3 разработана для повышения эффективности работы наиболее часто используемых и снижения производительности редко применяемых машинных инструкций. Процессор C3 имеет существенно меньший размер кристалла ядра, чем другие процессоры, что, впрочем, снижает его производительность при обработке мультимедийных и графических данных. Версия Nehemiah с уменьшенным кристаллом ядра потребляет всего 11,25 Вт и поэтому выделяет на порядок меньше тепла, чем другие процессоры для гнезда Socket 370.

Малое энергопотребление, уменьшенное выделение тепла и удовлетворительное быстродействие делают процессор C3 неплохим выбором для установки в различного рода вычислительные устройства, модули и портативные компьютеры. Для последних более важным показателем является как раз энергопотребление и тепловыделение, чем производительность.

Процессоры C3, поставляемые в корпусе EBGA (Enhanced Ball Grid Array), получили наименование “серия E”. Эта серия процессоров предназначена для установки в системные платы сверхкомпактного формфактора Mini-ITX, также разработанного компанией VIA.

Более подробную информацию о процессорах C3 можно найти в табл. 3.3 или на сайте компании VIA.

Седьмое поколение процессоров: P7 (Intel Pentium 4)

Процессор Pentium 4, выпущенный в ноябре 2000 года, представляет собой совершенно новое поколение процессоров (рис. 3.61). Если вместо имени ему присвоить порядковый номер, это будет процессор 786, так как он является представителем другого поколения, отличающегося от предыдущих процессоров класса 686. На базе различных ядер и архитектур было создано несколько версий процессора Pentium 4; некоторые из этих ядер показаны на рис. 3.62.



Рис. 3.61. Процессор Pentium 4 в корпусе FC-PGA2

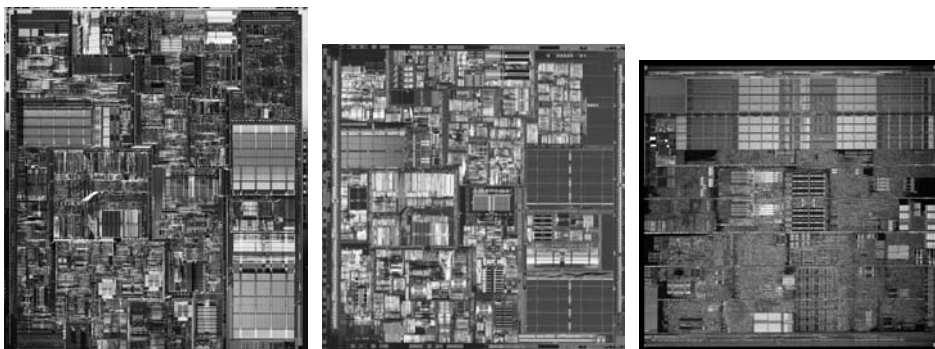


Рис. 3.62. Кристалл процессора Pentium 4 (Willamette, Northwood и Prescott). Фотография публикуется с разрешения Intel

Основные технические характеристики процессора Pentium 4 следующие:

- тактовая частота процессора находится в диапазоне 1,3–3,8 ГГц и выше;
- количество транзисторов – 42 млн., 0,18-микронная технология, площадь кристалла – 217 мм² (Willamette);
- количество транзисторов – 55 млн., 0,13-микронная технология, площадь кристалла – 131 мм² (Northwood);
- количество транзисторов – 178 млн., 0,13-микронная технология, площадь кристалла – 237 мм² (Gallatin);
- количество транзисторов – 125 млн., 0,09-микронная технология, площадь кристалла – 112 мм² (Prescott);
- количество транзисторов – 169 млн., 0,09-микронная технология, площадь кристалла – 135 мм² (Prescott 2M);

- количество транзисторов — 188 млн., 0,065-микронная технология, площадь кристалла — 81 мм² (Cedar Mill);
- программная совместимость с предыдущими 32-разрядными процессорами Intel;
- тактовая частота шины процессора — 400, 533 800 или 1066 МГц;
- арифметико-логические устройства (АЛУ) работают на удвоенной частоте ядра процессора;
- гиперконвейерная технология (20 или 31 ступень);
- поддержка технологии Hyper-Threading всеми процессорами с частотами 2,4 ГГц и выше, работающими на шине с частотой 800 МГц, и всеми процессорами с частотами 3,06 ГГц и выше, работающими на шине с частотой 533 МГц;
- нестандартное выполнение инструкций;
- расширенное прогнозирование ветвления;
- 8 или 16 Кбайт кэш-памяти первого уровня, плюс кэш контроля выполнения команд объемом 12 Кбайт;
- ассоциативная восьмиуровневая 128-разрядная кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт, 512 Кбайт, 1 Мбайт или 2 Мбайт, работающая на частоте процессора;
- кэш-память второго уровня позволяет обрабатывать всю физическую память и поддерживает код коррекции ошибок (ECC);
- в версии Extreme Edition 2 Мбайт есть встроенный кэш третьего уровня, работающий на частоте ядра;
- 144 новые инструкции SSE2 для обработки звуковых и графических данных (Willamette и Northwood);
- инструкции SSE3 (содержат все инструкции SSE2, а также 13 новых инструкций для обработки графики и звука (Prescott));
- расширенный модуль выполнения операций с плавающей запятой;
- несколько режимов понижения потребления мощности.

Компания Intel отказалась от использования римских цифр для обозначения процессоров, отдав предпочтение стандартной арабской нумерации. Pentium 4 представляет новую архитектуру NetBurst, включающую в себя гиперконвейерную технологию, механизм быстрого выполнения операций, системную шину с рабочей частотой 400/533/800/1066 МГц и кэш-память контроля выполнения команд. Гиперконвейерная технология позволяет удвоить по сравнению с Pentium III интенсивность конвейерной обработки инструкций, что связано с уменьшением величины шага выполняемых операций. Это также дает возможность использовать более высокие тактовые частоты. Механизм быстрого выполнения позволяет двум целочисленным арифметико-логическим устройствам (АЛУ) работать с удвоенной частотой процессора, что делает возможным выполнение инструкций в течение полутакта. Системная шина с рабочей частотой 400/533/800/1066 МГц представляет собой учетверенную шину, взаимодействующую с системным тактовым генератором с частотой 100/133/200/266 МГц, что позволяет передавать данные четыре раза за один такт. Кэш-памятью контроля выполнения команд является высокопроизводительный кэш первого уровня, содержащий примерно 12 Кбайт декодированных микроопераций. Это позволяет удалить дешифратор команд из основного выполняемого конвейера и повысить производительность процессора.

Из всех перечисленных компонентов самый большой интерес вызывает быстродействующая шина процессора. В техническом аспекте она представляет собой учетверенную шину подкачки с частотой 100/133/200/266 МГц, передающую данные четыре раза за один такт (4x) для достижения рабочей частоты 400/533/800/1066 МГц. Ширина шины равна 64 разрядам (т.е. 64 бит, или 8 байт), следовательно, ее пропускная способность составляет 3200, 4266, 6400 или 8532 Мбайт/с.

Таблица 3.50. Технические характеристики процессора Pentium 4

Модель процессора	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Кэш-память L3, Кбайт	Тип ядра
Pentium 4 1,3	1,30	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,4	1,40	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,4	1,40	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,5	1,50	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,5	1,50	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,6	1,60	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,6	1,60	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,6A	1,60	400	512	---	Northwood
Pentium 4 1,7	1,70	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,7	1,70	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,8	1,80	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,8	1,80	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,8A	1,80	400	512	---	Northwood
Pentium 4 1,9	1,90	400	256	---	Willamette
Pentium 4 1,9	1,90	400	256	---	Willamette
Pentium 4 2,0	2,00	400	256	---	Willamette
Pentium 4 2,0	2,00	400	256	---	Willamette
Pentium 4 2,0A	2,00	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,2	2,20	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,26	2,26	533	512	---	Northwood
Pentium 4 2,26A	2,26	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 2,4	2,40	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,4A	2,40	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 2,4B	2,40	533	512	---	Northwood
Pentium 4 2,4C	2,40	800	512	---	Northwood
Pentium 4 2,5	2,50	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,53	2,53	533	512	---	Northwood
Pentium 4 2,6	2,60	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,6C	2,60	800	512	---	Northwood
Pentium 4 2,66	2,66	533	512	---	Northwood
Pentium 4 2,66A	2,66	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 505	2,66	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 505J	2,66	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 506	2,66	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 2,8	2,80	533	512	---	Northwood
Pentium 4 2,8	2,80	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,8	2,80	400	512	---	Northwood
Pentium 4 2,8A	2,80	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 2,8C	2,80	800	512	---	Northwood
Pentium 4 2,8E	2,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 511	2,80	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 520	2,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 520J	2,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 521	2,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 620	2,80	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 515	2,93	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 515J	2,93	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 516	2,93	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 517	2,93	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,0	3,00	800	512	---	Northwood
Pentium 4 3,0E	3,00	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 530	3,00	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 530J	3,00	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 531	3,00	800	1024	---	Prescott

Технологический процесс, мкм	Потребляемая мощность, Вт	SSE	HT	64-разрядный	NX	EIST	VT	Гнездо
0,18	51,6	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	54,7	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	55,3	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	57,8	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	57,9	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	61	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	60,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	46,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	64	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	63,5	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	66,7	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	66,1	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	49,6	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	69,2	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	72,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,18	71,8	SSE2	---	---	---	---	---	423
0,18	75,3	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	54,3	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	57,1	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	58	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	---	---	---	---	---	478
0,13	59,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	---	---	---	---	---	478
0,13	59,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	66,2	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,13	61	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	61,5	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	62,6	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	69	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,13	66,1	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	---	---	---	---	---	478
0,09	84	SSE3	---	---	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	---	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	---	Да	Да	---	---	LGA775
0,13	68,4	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	81,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,13	81,8	SSE2	---	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	---	---	---	---	---	478
0,13	69,7	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	84	SSE3	---	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	---	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	---	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,13	81,9	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	84	SSE3	Да	---	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775

Модель процессора	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Кэш-память L3, Кбайт	Тип ядра
Pentium 4 630	3,00	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 631	3,00	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 631	3,00	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 3,06	3,06	533	512	---	Northwood
Pentium 4 3,06	3,06	533	512	---	Northwood
Pentium 4 519J	3,06	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 519K	3,06	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 524	3,06	533	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,2	3,20	800	512	---	Northwood
Pentium 4 3,2E	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,2E	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,2F	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 540	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 540J	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 541	3,20	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 640	3,20	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 641	3,20	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 641	3,20	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 3,4	3,40	800	512	---	Northwood
Pentium 4 3,4E	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,4E	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 3,4F	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 550	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 550J	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 551	3,40	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 650	3,40	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 651	3,40	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 651	3,40	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 3,6F	3,60	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 560	3,60	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 560J	3,60	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 561	3,60	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 660	3,60	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 661	3,60	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 661	3,60	800	2048	---	Cedar Mill
Pentium 4 662	3,60	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 3,8F	3,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 570J	3,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 571	3,80	800	1024	---	Prescott
Pentium 4 670	3,80	800	2048	---	Prescott 2M
Pentium 4 672	3,80	800	2048	---	Prescott 2M

SSE. Поточковые инструкции SIMD (MMX).

HT. Гиперконвейерная технология (Hyper-Threading).

NX. Бит запрета выполнения (Execute Disable Bit).

Технологический процесс, мкм	Потребляемая мощность, Вт	SSE	HT	64-разрядный	NX	EIST	VT	Гнездо
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,065	86	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,065	65	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,13	81,8	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,13	81,8	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,09	84	SSE3	---	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	---	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,13	82	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	103	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	103	SSE3	Да	Да	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,065	86	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,065	65	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,13	89	SSE2	Да	---	---	---	---	478
0,09	89	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	103	SSE3	Да	---	---	---	---	478
0,09	115	SSE3	Да	Да	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	---	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	84	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,065	86	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,065	65	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	---	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	---	---	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,065	86	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,065	65	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	---	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	---	Да	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	---	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	Да	---	LGA775
0,09	115	SSE3	Да	Да	Да	Да	Да	LGA775

EIST. Технология динамического изменения напряжения питания (Enhanced Intel SpeedStep Technology).

VT. Технология виртуализации.

В 20- или 31-уровневой конвейерной внутренней архитектуре отдельные инструкции разбиваются на несколько подуровней, что было характерно, например, для процессора Pentium III с его RISC-подобной системой выполнения команд. К сожалению, подобная технология приводит к увеличению числа циклов, требующихся для выполнения инструкций, если они, конечно, не оптимизированы для данного процессора. Еще одним архитектурным преимуществом стало использование гиперконвейерной технологии (Hyper-Threading) во всех процессорах Pentium 4 с тактовыми частотами 2,4 ГГц и выше, работающих на системной шине 800 МГц, и в процессорах с тактовыми частотами 3,06 ГГц и выше, работающих на шине с

частотой 533 МГц. Эта технология позволяет одному процессору обрабатывать одновременно два потока, в некотором роде имитируя два параллельно работающих процессора. Более подробно об этой технологии мы говорили в начале главы.

В первых конструкциях Pentium 4 использовалось гнездо Socket 423, содержащее 423 вывода, расположенных по схеме 39×39 SPGA. В более современных версиях используется гнездо Socket 478, а в новейших — и гнездо Socket T (LGA775), содержащее дополнительные выводы, предназначенные для будущих новых технологий, таких как EM64T (64-разрядное расширение), Execute Disable Bit (защита от атак на переполнение буфера) и Intel Virtualization Technology (технология виртуализации, позволяющая создавать для приложений изолированные разделы). Процессор Celeron 4 никогда не разрабатывался для установки в гнездо Socket 423, однако процессоры Celeron и Celeron D доступны в версиях для гнезд Socket 478 и Socket T (LGA775), позволяя системам эконом-класса быть совместимыми с Pentium 4. Управление напряжением питания выполняется автоматически модулем VRM, установленным на материнской плате и связанным с гнездом.

Технические характеристики различных версий процессора Pentium 4 приведены в табл. 3.50.

Спустя некоторое время после появления данных процессоров на рынке стало понятно, что “Pentium 4” — не просто название одного из семейств процессоров, а своеобразная торговая марка. Это привело к недоразумениям при модернизации существующих, а также приобретении новых компьютерных систем. Из-за наличия трех формфакторов (Socket 423, Socket 478 и Socket 775), а также различных комбинаций поддерживаемых процессорами Pentium 4 технологий важно определить, какие характеристики необходимы в конкретной ситуации, прежде чем принимать решение о покупке новой системы Pentium 4 или модернизации существующей.

Pentium 4 Extreme Edition

В ноябре 2003 года Intel представила версию Extreme Edition процессора Pentium 4, которая оказалась первым процессором для ПК, оснащенным кэш-памятью третьего уровня L3. Процессор Pentium 4 Extreme Edition (или просто Pentium 4EE) — это немного скорректированная версия ядра Prestonia процессора Xeon (он предназначен для серверов и рабочих станций), который оснащался кэш-памятью третьего уровня L3 с ноября 2002 года. Pentium 4EE оснащен кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт и третьего уровня L3 объемом 2 Мбайт, что привело к увеличению количества транзисторов до 178 млн., что значительно больше, чем у Pentium 4. Поскольку при использовании 0,13-микронной технологии размеры ядра были очень велики, производство процессора оказалось весьма дорогостоящим, поэтому и розничная цена была довольно высокой. Процессор Pentium 4 Extreme Edition рассчитан, прежде всего, на заядлых поклонников компьютерных игр, которые согласны доплатить за повышенное быстродействие. При выполнении стандартных бизнес-приложений дополнительная кэш-память практически бесполезна, однако она оказывается весьма кстати при запуске требовательных к ресурсам трехмерных игр.

В 2004 году были представлены обновленные версии Pentium 4 Extreme Edition. Эти процессоры базируются на 0,09-микронном ядре Pentium 4 Prescott; при этом они оснащаются кэш-памятью L2 объемом 2 Мбайт вместо 512 Кбайт, свойственных обычным процессорам Pentium 4 на ядре Prescott. Процессоры Pentium 4 Extreme Edition на ядре Prescott кэш-памятью L3 не оснащаются.

Процессоры Pentium 4 Extreme Edition выпускаются для гнезд Socket 478 и Socket T; при этом тактовые частоты составляют от 3,2 до 3,4 ГГц (Socket 478) и от 3,4 до 3,73 ГГц (Socket T). Подробнее характеристики разных версий Pentium 4 Extreme Edition представлены в табл. 3.51.

Электропитание процессора Pentium 4 и вопросы охлаждения

Процессор Pentium 4 требует большого количества электрической энергии, поэтому в большинстве его системных плат используется новая конструкция модуля регулятора на-

пряжения, потребляемое напряжение которого составляет 12 В вместо 3,3 или 5 В, как в предыдущих конструкциях. Таким образом, электрический ток напряжением 3,3 или 5 В, необходимый для работы остальных компонентов системы, становится более доступным. Кроме того, более высокое напряжение источника значительно снижает общее потребление тока. Блоки питания компьютера генерируют более чем достаточный запас напряжения, но системная плата АТХ и исходная конструкция схемы питания содержат только один контакт, выделенный под напряжение 12 В, в то же время каждый контакт рассчитан на ток, не превышающий 6 А). Поэтому были крайне необходимы дополнительные 12-вольтные линии, предназначенные для подачи питания на системную плату.

Решением проблемы стал третий разъем питания, получивший название АТХ12V. Он является дополнением стандартного 20-контактного силового разъема АТХ и вспомогательного 6-контактного разъема питания (3,3/5 В). Но, так как с разъемов дисковода подается ток достаточной мощности, изменять конструкцию источника питания нет необходимости. Для того чтобы можно было его использовать, компания PC Power and Cooling предлагает недорогой адаптер, преобразующий стандартный силовой разъем дисковода типа Molex в разъем питания АТХ12V. Как правило, 300-ваттный (как минимум) или более мощный источник питания обеспечивает достаточный уровень подаваемого напряжения как для силовых разъемов дисководов, так и для разъемов АТХ12V.

Если уровень мощности менее рекомендуемого 300-ваттного минимума, необходимо заменить блок питания.

Для охлаждения модулей высокой мощности, к которым относится Pentium 4, необходим активный теплоотвод большого размера. Вес теплоотвода иногда достигает 0,5 кг, что может привести к повреждению процессора или системной платы вследствие повышенной вибрации или удара. Для того чтобы выйти из этого положения, в конструкцию шасси АТХ в качестве элементов жесткости были введены четыре дополнительных кронштейна; они располагаются по разные стороны от гнезда Socket 423 и служат для поддержки теплоотвода. Такая конструкция позволяет значительно уменьшить нагрузку на системную плату. Поставщики могут воспользоваться и другими средствами усиления жесткости крепления процессора без дополнительных изменений конструкции шасси. Например, в состав поставляемой системной платы Asus P4T входит дополнительная металлическая пластина, позволяющая использовать ее с существующими корпусами АТХ.

Чтобы установить процессоры в гнездо Socket 478, не нужны специальные стойки или усиленные элементы жесткости. В данном случае используется уникальная схема, в которой теплоотвод ЦПУ присоединяется непосредственно к системной плате, а не к гнезду процессора или корпусу. Системные платы Socket 478 могут быть установлены в любой корпус АТХ — специальные крепления также не понадобятся.

Системы Socket T (LGA775) используют уникальный фиксирующий механизм, удерживающий процессор. Теплоотвод закрепляется над процессором, а фиксирующий механизм прикрепляет его к системной плате.

Поскольку процессоры семейства Pentium 4 выпускались для трех типов гнезд и при этом характеризовались разными частотами и уровнем тепловыделения, очень важно, чтобы выбранный теплоотвод был совместим с процессором, который вы собрались приобретать. Именно поэтому я предпочитаю приобретать коробочные, а не OEM-версии процессоров. Ведь вместе с коробочными версиями своих процессоров Intel предоставляет гарантированно совместимые с ними теплоотводы. К тому же коробочные версии процессоров Intel имеют 3-летнюю гарантию, что делает их идеальным выбором для модернизации и сборки компьютерных систем.

Процессоры Хеон

Процессоры Хеон базируются на ядре Pentium 4 и предназначены для установки в гнезда Socket 603 и Socket 604. Процессоры Хеон DP (которые часто называют просто Хеон) предназначены для использования в одно- и двухпроцессорных рабочих станциях.

Таблица 3.51. Характеристики процессоров Pentium 4 Extreme Edition

Модель процессора	Тип ядра	Тактовая частота, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Кэш-память L3, Кбайт
Pentium 4 EE	Gallatin	3,20	800	512	2048
Pentium 4 EE	Gallatin	3,40	800	512	2048
Pentium 4 EE	Gallatin	3,40	800	512	2048
Pentium 4 EE	Gallatin	3,46	1066	512	2048
Pentium 4 EE	Prescott 2M	3,73	1066	2048	—

EE. Extreme Edition.

SSE. Поточковые инструкции SIMD (MMX).

HT. Гиперпотоковая технология (Hyper-Threading).

- Процессоры Xeon DP с частотой шины 400 МГц работают на частотах от 1,4 до 3 ГГц.
- Процессоры Xeon DP с частотой шины 533 МГц работают на частотах от 2 до 3,2 ГГц.
- Процессоры Xeon DP с частотой шины 667 МГц (процессоры Pentium 4 для такой шины никогда не выпускались) работают на частотах от 3,33 до 3,66 ГГц.
- Процессоры Xeon DP с частотой шины 800 МГц работают на частотах от 2,8 до 3,8 ГГц.

Процессоры Xeon MP предназначены для использования в серверах с четырьмя и более процессорами. Данные процессоры работают с на частотах от 1,4 до 3 ГГц, а также поддерживают шину с частотой 400 МГц.

Восьмое поколение процессоров (64-разрядных)

В 2003 году компания AMD также представила первый 64-разрядный процессор для настольных компьютеров Athlon 64 и его серверную версию Opteron. В 2004 году Intel представила процессоры Pentium 4 с поддержкой 64-разрядных расширений, предназначенные для настольных ПК. В последующие годы обе эти компании представили на рынок большое количество 64-разрядных процессоров.

Ниже рассматриваются основные характеристики этих процессоров, а также различия в подходах компаний Intel и AMD к внедрению 64-разрядных вычислений в сегментах настольных ПК и серверов.

AMD Athlon 64 и Athlon 64 FX

Процессоры AMD Athlon 64 и Athlon 64 FX, представленные в сентябре 2003 года, являются первыми 64-разрядными процессорами, предназначенными для настольных ПК (т.е. не серверов). Изначальное кодовое название этой модели — ClawHammer. К семейству 64-разрядных процессоров AMD также относится Opteron, созданный для использования в серверных системах (кодовое название — SledgeHammer). Процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX (рис. 3.63), в сущности, являются адаптированным к однопроцессорным системам процессором Opteron и в некоторых случаях обладают меньшими по размеру кэшем и пропускной способностью памяти.



Рис. 3.63. Процессор AMD Athlon 64 FX (Socket 939). Фотография любезно предоставлена компанией AMD

Технологический процесс, мкм	Потребляемая мощность, Вт	SSE	HT	64-разрядный	NX	EIST	VT	Гнездо
0,13	92,1	SSE2	Да	—	—	—	—	478
0,13	102,9	SSE2	Да	—	—	—	—	478
0,13	109,6	SSE2	Да	—	—	—	—	478
0,13	110,7	SSE2	Да	—	—	—	—	478
0,09	115	SSE2	Да	Да	Да	Да	—	478

NX. Бит запрета выполнения (Execute Disable Bit).

EIST. Технология динамического изменения напряжения питания (Enhanced Intel SpeedStep Technology).

VT. Технология виртуализации.

Помимо поддержки 64-разрядных инструкций, существенное отличие Athlon 64 и Athlon 64 FX от других процессоров состоит в том, что в них интегрирован контроллер памяти. Обычно контроллер памяти встроен в северный мост или соответствующий модуль hub-архитектуры (MCH) на системной плате, однако в случае Athlon 64 и Athlon 64 FX он расположен непосредственно в процессоре. Это означает, что в данном случае шина процессора отличается от других решений. При использовании традиционной архитектуры процессор взаимодействует с северным мостом набора микросхем системной логики, который, в свою очередь, взаимодействует с памятью и другими компонентами системы. Поскольку процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX оснащены интегрированным контроллером памяти, они взаимодействуют с памятью напрямую, а к северному мосту обращаются при необходимости работы с другими компонентами. Это позволило значительно повысить быстродействие не только обмена данными с памятью, но и процессорной шины в целом. Основное различие между процессорами Athlon 64 и Athlon 64 FX заключается в различных объемах кэш-памяти второго уровня и разной пропускной способности шины памяти.

Ниже перечислены основные характеристики Athlon 64:

- тактовые частоты — от 1,0 до 3,0 ГГц;
- от 68,5 (версия с 512 Кбайт кэш-памяти L2) до 129 млн. транзисторов (версия с 1 Мбайт кэш-памяти);
- 12-ступенчатый конвейер;
- контроллер памяти DDR с поддержкой коррекции ошибок ECC встроен в процессор (а не в северный мост или MCP, как в прежних наборах микросхем системной логики);
- одноканальный (Socket 754) или двухканальный (Socket 940, Socket 939 и Socket AM2) контроллер памяти;
- кэш-память первого уровня объемом 128 Кбайт;
- кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт или 1 Мбайт;
- поддержка технологии AMD64 (также называемой IA-32e, x86-64 или EM64T), добавляющей 64-разрядные расширения к традиционной 32-разрядной архитектуре x86;
- высокоскоростное соединение HyperTransport с набором микросхем системной логики: до 3,2 Гбит/с в Socket 754 и до 4 Гбит/с в Socket 940, Socket 939 и Socket AM2;
- адресация оперативной памяти объемом до 1 Тбайт, что преодолевает ограничение в 4 или 64 Гбайт, существующее для 32-разрядных процессоров;
- поддержка инструкций SSE2 (инструкции SSE, а также 144 новые инструкции для обработки графики и звука);
- несколько энергосберегающих состояний;
- 0,13-микронный (ядра ClawHammer и Newcastle) или 0,09-микронный (ядра Winchester, Venice и San Diego) технологический процесс.

Отличия процессора Athlon 64 FX от стандартного процессора Athlon 64 перечислены ниже:

- поддержка только гнезд Socket 939, Socket 940 и Socket AM;
- двухканальный контроллер памяти DDR или DDR2 с поддержкой ECC;
- версии для гнезда Socket 940 требуют использования регистровой памяти;
- тактовые частоты — от 2,2 до 2,8 ГГц;
- кэш-память второго уровня L2 объемом 1 Мбайт.

Версии Athlon 64 для гнезд Socket 939 и Socket AM обеспечивают сравнимое быстродействие, в то время как Athlon 64 FX до сих пор остается самым высокопроизводительным одноплатным решением на базе ядра Athlon 64.

Таблица 3.52. Основные характеристики процессоров Athlon 64

Модель процессора	Частота процессора, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Ядро процессора
Athlon 64 1500+	1,00	1000	512	Venice
Athlon 64 2800+	1,80	800	512	ClawHammer
Athlon 64 2800+	1,80	800	512	Newcastle
Athlon 64 3000+	1,80	1000	512	Newcastle
Athlon 64 3000+	1,80	1000	512	Winchester
Athlon 64 3000+	1,80	1000	512	Venice
Athlon 64 3000+	1,80	1000	512	Orleans
Athlon 64 3000+	2,00	800	512	ClawHammer
Athlon 64 3000+	2,00	800	512	Newcastle
Athlon 64 3000+	2,00	800	512	Venice
Athlon 64 3200+	2,00	800	1024	ClawHammer
Athlon 64 3200+	2,00	1000	512	Newcastle
Athlon 64 3200+	2,00	1000	512	Winchester
Athlon 64 3200+	2,00	1000	512	Venice
Athlon 64 3200+	2,00	1000	512	Manchester
Athlon 64 3200+	2,00	1000	512	Orleans
Athlon 64 3200+	2,20	800	512	Newcastle
Athlon 64 3200+	2,20	800	512	Venice
Athlon 64 3300+	2,40	800	256	Newcastle
Athlon 64 3400+	2,20	800	1024	ClawHammer
Athlon 64 3400+	2,20	800	512	Newcastle
Athlon 64 3400+	2,20	800	512	Venice
Athlon 64 3400+	2,40	800	512	Newcastle
Athlon 64 3400+	2,40	800	512	Venice
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	ClawHammer
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Newcastle
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Winchester
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Venice
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Manchester
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	San Diego
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Orleans
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Orleans
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Orleans
Athlon 64 3500+	2,20	1000	512	Lima
Athlon 64 3700+	2,20	1000	1024	San Diego
Athlon 64 3700+	2,40	800	1024	ClawHammer
Athlon 64 3800+	2,40	1000	512	Newcastle
Athlon 64 3800+	2,40	1000	512	Venice
Athlon 64 3800+	2,40	1000	512	Orleans
Athlon 64 3800+	2,40	1000	512	Orleans
Athlon 64 3800+	2,40	1000	512	Lima
Athlon 64 4000+	2,40	1000	1024	ClawHammer
Athlon 64 4000+	2,40	1000	1024	San Diego
Athlon 64 4000+	2,40	1000	1024	San Diego
Athlon 64 4000+	2,60	1000	512	Orleans

SSE. Поточковые инструкции SIMD (MMX).

NX. Бит отключения выполнения.

Хотя компания AMD постоянно подвергалась критике за использование запутанной рейтинговой системы быстродействия процессоров в семействе Athlon XP, та же система именования применяется ею и для Athlon 64. Следовательно, наравне с Athlon XP определять реальное быстродействие процессора следует с помощью конкретных приложений. Это позволит оценить, насколько та или иная модель Athlon 64 подходит для выполнения всех возлагаемых на нее задач. Интегрированная в Athlon 64 шина памяти обеспечивает процессору прямой доступ к памяти, а не посредством северного порта, как в 32-разрядных версиях. Компания AMD предлагает собственный набор микросхем системной логики, а с момента приобретения в 2006 году ею компании ATI также и ее чипсет. В главе 4 мы подробно поговорим на эту тему.

Характеристики различных моделей Athlon 64 и Athlon 64 FX приведены в табл. 3.52 и 3.53.

Технологический процесс, мкм	Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
0,09	—	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,09	51	SSE3	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,09	59	SSE3	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	67	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,09	35	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,065	45	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	754
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,065	45	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,065	45	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	89	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2

Cool'n'Quiet. Технология энергосбережения.

VT. Технология виртуализации.

Таблица 3.53. Основные характеристики процессоров Athlon 64 FX

Модель процессора	Частота процессора, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Ядро процессора
Athlon 64 FX-51	2,20	800	1024	SledgeHammer
Athlon 64 FX-51	2,20	800	1024	SledgeHammer
Athlon 64 FX-53	2,40	800	1024	SledgeHammer
Athlon 64 FX-53	2,40	1000	1024	ClawHammer
Athlon 64 FX-55	2,60	1000	1024	ClawHammer
Athlon 64 FX-55	2,60	1000	1024	San Diego
Athlon 64 FX-57	2,80	1000	1024	San Diego

Процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX выпускаются для четырех типов гнезд (табл. 3.54). Процессор Athlon 64 выпускается для гнезд Socket 754, Socket 939 и Socket AM, в то время как процессор Athlon 64 FX — для гнезд Socket 939, Socket 940 и Socket AM. Процессоры для гнезда Socket 754 поддерживают только одноканальную шину памяти, а процессоры для гнезд Socket 939 и Socket 940 — двухканальную, что позволяет в два раза увеличить пропускную способность памяти. Процессоры для гнезда Socket 939 поддерживают более быстрые и дешевые небуферизированные модули DDR SDRAM DIMM, процессоры для гнезда Socket 940 — более медленные и дорогие регистровые модули DIMM. Поэтому рекомендуется избегать процессоров и системных плат Socket 940, так как регистровые модули памяти более медленные и дорогие, чем небуферизированные.

Таблица 3.54. Гнезда и поддерживаемые типы памяти для процессоров Athlon 64 и Athlon 64 FX

Гнездо	Процессор	Режим работы памяти	Тип памяти
754	Athlon 64	Одноканальный	DDR
939	Athlon 64/FX	Двухканальный	DDR
940	Athlon 64 FX	Двухканальный	Регистровый SDRAM
AM2	Athlon 64/FX	Двухканальный	DDR

Процессор Athlon 64 выпускается в трех версиях. Первая предназначена для гнезда Socket 754 и поддерживает одноканальную шину памяти; вторая, улучшенная, — для гнезда Socket 939 и поддерживает двухканальную шину памяти; третья, и еще более улучшенная, — для гнезда Socket AM2 и имеет двухканальную шину DDR2. Процессор Athlon 64 FX также выпускается в трех версиях. Первая, предназначенная для гнезда Socket 940, предполагает использование дорогой (и относительно медленной) регистровой памяти; вторая, улучшенная, — для гнезда Socket 939 и поддерживает обычную небуферизированную память; третья, обновленная, версия использует двухканальную память DDR2. Процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX для гнезда Socket 939 отличаются только объемом кэш-памяти второго уровня L2. Например, процессоры Athlon 64 3800+ и Athlon 64 FX-53 работают на частоте 2,4 ГГц и поддерживают двухканальную шину памяти. Однако Athlon 64 3800+ оснащен кэш-памятью второго уровня L2 объемом 512 Кбайт, а Athlon 64 FX-53 — кэш-памятью второго уровня L2 объемом 1 Мбайт. Поскольку процессоры семейств 64 и 64 FX, в сущности, — одно и то же, нужно внимательно ознакомиться с их характеристиками, чтобы осознать незначительные отличия между ними.

Процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX могут потреблять до 104 Вт мощности; это хотя и довольно много, но все же меньше, чем аналогичные показатели Pentium 4. Как и в системных платах Pentium 4, для подачи дополнительного питания с напряжением 12 В на системные платы для процессоров Athlon 64 добавлен разъем ATX12V.

Первая версия ядра Athlon 64 создана по 0,13-микронной технологии (рис. 3.64). Последующие версии создавались с помощью 0,09-микронного процесса.

Технологический процесс, мкм	Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
0,13	89	SSE2	Да	Да	—	—	940
0,13	89	SSE2	Да	Да	—	—	940
0,13	89	SSE2	Да	Да	—	—	940
0,13	89	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,13	104	SSE2	Да	Да	Да	—	939
0,09	104	SSE3	Да	Да	Да	—	939
0,09	104	SSE3	Да	Да	Да	—	939

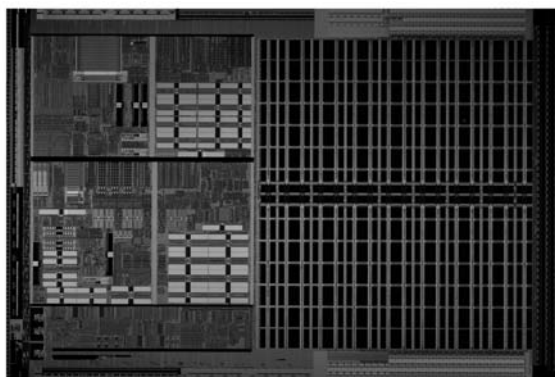


Рис. 3.64. Ядро процессора AMD Athlon 64 (0,13-микронный технологический процесс; 106 млн. транзисторов; площадь — 193 мм²). Фотография любезно предоставлена компанией AMD

Процессор AMD Sempron (Socket 754)

Подобно тому, как название “Intel Celeron” скрывает не одно, а целый ряд семейств процессоров, которые Intel разработала для сегмента малобюджетных ПК, торговая марка Sempron была представлена компанией AMD в тех же целях. Под названием “Sempron” скрываются как процессоры для гнезда Socket A, пришедшие на смену Athlon XP, так и процессоры для гнезда Socket 754, которые представляют собой экономичные аналоги процессоров Athlon 64.

Процессор Sempron для гнезда Socket 754 базируется на ядре процессора Athlon 64 для того же гнезда, однако некоторые модели Sempron при этом поддерживают только 32-разрядный режим работы. Основные характеристики процессоров Sempron для гнезда Socket 754 приведены ниже:

- 0,09-микронный технологический процесс (исключения приведены в табл. 3.55);
- кэш-память второго уровня L2 объемом 128 или 256 Кбайт;
- соединение HyperTransport с набором микросхем со скоростью 3,2 Гбайт/с;
- только 32- или 32/64-разрядный режим работы с поддержкой приложений AMD64 (IA-32e или x86-64);
- 63,5–68,5 млн. транзисторов;
- поддержка инструкций SSE3 (только 0,09-микронными версиями).

Система на базе Sempron для гнезда Socket 754 в любой момент может быть модернизирована благодаря установке соответствующего процессора Athlon 64. Подробные сведения о процессорах Sempron для гнезда Socket 754 приведены в табл. 3.55.

Таблица 3.55. Характеристики процессоров Sempron (Socket 754)

Модель процессора	Частота процессора, ГГц	Частота шины, МГц	Кэш-память L2, Кбайт	Ядро процессора
Sempron 2500+	1,40	800	256	Palermo
Sempron 2600+	1,60	800	128	Palermo
Sempron 2800+	1,60	800	256	Palermo
Sempron 2800+	1,60	800	128	Manila
Sempron 3000+	1,80	800	128	Paris
Sempron 3000+	1,80	800	128	Palermo
Sempron 3000+	1,80	1000	128	Palermo
Sempron 3000+	1,60	800	256	Manila
Sempron 3000+	1,60	800	256	Manila
Sempron 3100+	1,80	800	256	Paris
Sempron 3100+	1,80	800	256	Palermo
Sempron 3200+	1,80	1000	256	Palermo
Sempron 3200+	1,80	800	128	Manila
Sempron 3200+	1,80	800	128	Manila
Sempron 3300+	2,00	800	128	Palermo
Sempron 3400+	2,00	800	256	Palermo
Sempron 3400+	2,00	1000	128	Palermo
Sempron 3400+	1,80	800	256	Manila
Sempron 3400+	1,80	800	256	Manila
Sempron 3500+	2,00	1000	256	Palermo
Sempron 3500+	2,00	800	128	Manila
Sempron 3500+	2,00	800	128	Manila
Sempron 3600+	2,00	800	256	Manila
Sempron 3800+	2,20	800	256	Manila

1. SSE3 поддерживается только процессорами с номерами, заканчивающимися на ВО или ВХ.

2. 64-разрядные расширения поддерживаются процессорами с номерами, заканчивающимися на ВХ.

3. 64-разрядные расширения поддерживаются процессорами с номерами, заканчивающимися на ВВ.

Как видно из табл. 3.55, большинство моделей Sempron для гнезда Socket 754 поддерживает 64-разрядные расширения AMD64. Благодаря тому что обе компании, Intel и AMD, предлагают 64-разрядные процессоры начального уровня, переход к 64-разрядным вычислениям может быть осуществлен достаточно быстро.

AMD Opteron

Процессор Opteron компании AMD представляет собой аналог Athlon 64 для рабочих станций и серверов, причем также реализован на базе архитектуры AMD64 (x86-64). Он был представлен широкой общественности весной 2003 года.

Ниже перечислены основные характеристики AMD Opteron:

- кэш-память первого уровня объемом 128 Кбайт;
- кэш-память второго уровня объемом 1 Мбайт;
- тактовые частоты — 1,8–2,8 ГГц;
- три соединения HyperTransport (3,2 Гбайт/с) с набором микросхем;
- гнездо Socket 939 или Socket 940;
- интегрированный двухканальный контроллер памяти с коррекцией ошибок ECC;
- адресация оперативной памяти объемом до 1 Тбайт (40-разрядной физической памяти) и до 256 Тбайт (48-разрядной виртуальной памяти);
- архитектура AMD64 (x86-64);
- 0,09- или 0,13-микронный технологический процесс;
- одноядерная или двухъядерная архитектура.

Технологический процесс, мкм	Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	754
0,09	62	SSE2 ¹	Да ²	Да	---	---	754
0,09	62	SSE2 ¹	Да ²	Да	---	---	754
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	AM2
0,13	62	SSE2	---	Да	---	---	754
0,09	62	SSE2 ¹	Да ²	Да	Да	---	754
0,09	62	SSE3	Да ³	Да	---	---	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	AM2
0,09	35	SSE3	Да	Да	---	---	AM2
0,13	62	SSE2	---	Да	---	---	754
0,09	62	SSE2 ¹	Да ²	Да	Да	---	754
0,09	62	SSE3	Да ³	Да	---	---	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	35	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	62	SSE2 ¹	Да ²	Да	Да	---	754
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	---	754
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	35	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	939
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	35	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	Да	---	AM2
0,09	62	SSE3	Да	Да	---	---	AM2

SSE. SIMD Streaming Extensions — потоковые инструкции SIMD (MMX).

NX. Бит отключения выполнения.

Cool'n'Quiet. Технология энергосбережения.

VT. Технология виртуализации.

Процессор Opteron выпускается в трех семействах: 100 (однопроцессорные рабочие станции), 200 (двухпроцессорные рабочие станции и серверы) и 800 (серверы, содержащие до восьми процессоров). В этих же трех семействах были представлены и двухъядерные версии Opteron.

В отличие от семейства Itanium, поддержка которого реализована преимущественно в наборах микросхем Intel, наборы микросхем для процессора Opteron (а также Athlon 64) разработаны такими известными производителями, как VIA, SiS, ALi, NVIDIA и ATI.

Многоядерные процессоры

Процессоры Pentium D и Pentium Extreme Edition

Компания Intel представила свои первые двухъядерные процессоры Pentium Extreme Edition и Pentium D в апреле 2005 года. Хотя до момента появления на рынке данные процессоры носили кодовое название “Smithfield”, они базируются на ядре Pentium 4 Prescott. Фактически, стараясь вывести двухъядерные процессоры на рынок как можно быстрее, Intel просто объединила на одной подложке два ядра Prescott. Именно так на рынке и появились процессоры Pentium D и Pentium Extreme Edition. Каждое ядро взаимодействует с другим через микросхему MCH (северный мост) на системной плате (рис. 3.65).

По этой причине наборы микросхем Intel 915 и Intel 925, а также некоторые чипсеты для процессоров Pentium 4 от сторонних компаний нельзя использовать совместно с процессорами Pentium D и Pentium Extreme Edition. Первыми наборами микросхем от Intel, поддерживающими двухъядерные процессоры, стали наборы семейства 945, а также 955X и 975X для настольных систем и набор микросхем E7230 для рабочих станций. Кроме того, двухъядерные процессоры поддерживаются набором микросхем nForce 4 от компании NVIDIA.

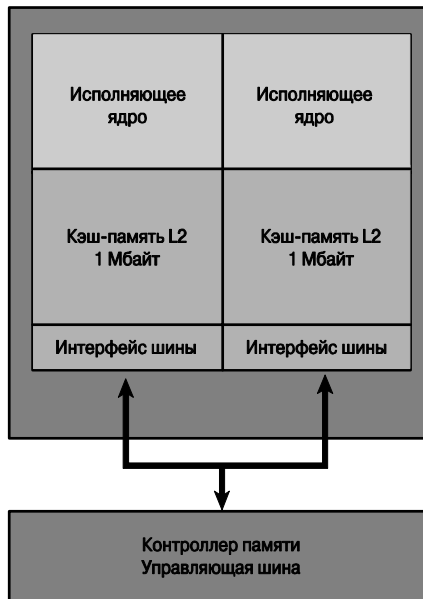


Рис. 3.65. Отдельные ядра процессоров Pentium D и Pentium Extreme Edition взаимодействуют друг с другом через контроллер MCH набора микросхем

Основные характеристики Pentium D перечислены ниже:

- тактовые частоты — от 2,8 до 3,6 ГГц;
- частота шины — 533 или 800 МГц;
- поддержка 64-разрядных расширений EM64T;
- поддержка технологии Execute Disable Bit;
- 0,09-микронный технологический процесс;
- кэш-память L2 объемом 2 или 4 Мбайт (по 1 или 2 Мбайт на ядро);
- гнездо Socket T (LGA775).

Модели 830, 840 и 9xx также поддерживают технологию Enhanced Intel Speed Step Technology, которая обеспечивает более тихую и “холодную” работу ПК, так как позволяет процессору в широких пределах изменять частоту в зависимости от текущей нагрузки.

Процессор Pentium Extreme Edition 840 похож на Pentium D 840, однако существует несколько отличий.

- Поддержка технологии Hyper-Threading, которая позволяет каждому физическому ядру процессора имитировать два виртуальных ядра, что позволяет еще более ускорить выполнение многопоточковых приложений.
- Технология Enhanced Intel Speed Step Technology не поддерживается.
- Не заблокирован коэффициент умножения, что упрощает разгон процессора.

Сравнительные характеристики процессоров Pentium D и Pentium Extreme Edition представлены в табл. 3.56.

Процессоры Intel Core 2

В ходе серийного производства процессоров Pentium 4 компания Intel пришла к заключению, что слишком высокое энергопотребление архитектуры NetBurst становится серьезной

проблемой. С повышением тактовой частоты возрастает и потребляемая мощность. Источником проблем оказался 31-ступенчатый внутренний конвейер, который увеличивал скорость процессора, но уменьшал его эффективность. Для продолжения поступательного наращивания быстродействия процессоров требовалось новое решение, повышающее эффективность и в то же время резко снижающее энергопотребление. К счастью, в области мобильных процессоров у Intel уже имелось подобное решение; эти процессоры по праву считались самыми эффективными в мире (в секторе процессоров для ПК). Начиная с модели Pentium M, мобильные процессоры от Intel использовали внутреннюю архитектуру, полностью отличающуюся от процессоров Pentium 4, предназначенных для настольных компьютеров. На самом деле мобильный процессор Pentium M был основан на архитектуре Pentium III. Чтобы создать новый производительный процессор для настольных систем, компания Intel взяла за основу мобильный процессор и добавила в него некоторые новые функции и технологии, повышающие производительность. Новые процессоры создавались с прицелом на многоядерность. Результатом этих разработок стал процессор Core 2, представленный 27 июля 2006 года.

Внутренняя архитектура этого процессора получила название *Core*. Эта крайне эффективная архитектура, воплощенная в процессорах семейства Core 2, обеспечила на 40% более высокую производительность и на такую же величину более низкое энергопотребление по сравнению с процессорами Pentium D. Также интересен тот факт, что Core 2 Duo является двухъядерным процессором третьего поколения. Первое поколение представлял Pentium D для настольных систем, а второе — Core Duo для мобильных компьютеров.

Названия процессора Core 2 и архитектуры Core вносят некоторую путаницу, поскольку это имя использовалось также для процессоров Core Duo и Core Solo — наследников Pentium M в семействе процессоров для мобильных систем. Дело в том, что в процессорах Core Solo/Duo не реализована архитектура Core и, несмотря на то что они явились отправной точкой в создании процессора Core 2, они имеют совершенно отличную внутреннюю структуру и не принадлежат одному с ним семейству. Так как процессоры Core Solo и Core Duo предназначены для мобильных систем, в настоящей книге мы рассматривать их не будем.

Процессор Core 2 изначально был выпущен как двухъядерный, однако с тех пор вышла и его четырехъядерная версия. Двухъядерная версия содержала 291 млн. транзисторов, в то время как в четырехъядерной их вдвое больше, т.е. 582 млн. Они содержат 1–2 Мбайт кэш-памяти первого уровня в расчете на каждое ядро и до 8 Мбайт кэш-памяти второго уровня в четырехъядерной версии. Изначально они создавались на 300-миллиметровой подложке с использованием 0,065-микронного процесса, однако впоследствии появились и версии с 0,045-микронным процессом.

Основные отличительные особенности архитектуры Core приведены ниже.

- **Широкое динамическое выполнение.** Каждое внутреннее ядро выполнения на 33% шире, чем в предыдущих поколениях, и позволяет выполнять одновременно до четырех полных инструкций. Дополнительный прогресс в производительности достигнут и за счет более точного предсказания переходов, более глубокого анализа кода и прочих функций, сокращающих время выполнения.
- **Интеллектуальная система энергоснабжения.** Интерактивная система включения внутренних подсистем процессора только в случае их необходимости.
- **Общий интеллектуальный кэш.** Многоядерный оптимизированный кэш увеличивает вероятность того, что данные, необходимые каждому из ядер, будут доступны в общем кэше второго уровня.
- **Интеллектуальный доступ к памяти.** Включает средство так называемого “устранения противоречий в памяти”, которое содержит специальные алгоритмы, позволяющие с достаточно высокой вероятностью устанавливать зависимость последовательных команд сохранения и загрузки данных, и дает возможность, таким образом, применять внеочередное выполнение инструкций к этим командам.

Таблица 3.56. Характеристики процессоров Pentium D и Pentium Extreme Edition

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, МГц	Кэш-память L2, Мбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Pentium D 805	2,66	533	2	Smithfield	0,09
Pentium D 820	2,80	800	2	Smithfield	0,09
Pentium D 915	2,80	800	4	Presler	0,065
Pentium D 920	2,80	800	4	Presler	0,065
Pentium D 830	3,00	800	2	Smithfield	0,09
Pentium D 925	3,00	800	4	Presler	0,065
Pentium D 930	3,00	800	4	Presler	0,065
Pentium D 840	3,20	800	2	Smithfield	0,09
Pentium D 935	3,20	800	4	Presler	0,065
Pentium D 940	3,20	800	4	Presler	0,065
Pentium EE 840	3,20	800	2	Smithfield	0,09
Pentium D 945	3,40	800	4	Presler	0,065
Pentium D 950	3,40	800	4	Presler	0,065
Pentium EE 955	3,46	1066	4	Presler	0,065
Pentium D 960	3,60	800	4	Presler	0,065
Pentium EE 965	3,73	1066	4	Presler	0,065

Примечание: максимальная потребляемая мощность зависит от текущей рабочей точки процессора.

EE. Extreme Edition.

SSE. SIMD Streaming Extensions — потоковые инструкции SIMD (MMX).

HT. Технология Hyper-Threading.

- **Расширенная обработка цифрового мультимедиа.** Повышение производительности выполнения потоковых инструкций SIMD (SSE) в два раза за счет обработки всей 128-разрядной инструкции за один такт.

В настоящее время семейство Core 2 включает двух- и четырехъядерные процессоры, выпущенные под следующими названиями.

- **Core 2 Duo.** Стандартный двухъядерный процессор.
- **Core 2 Quad.** Стандартный четырехъядерный процессор.
- **Core 2 Extreme.** Усовершенствованные версии двухъядерных и четырехъядерных процессоров.

На рис. 3.66 показан процессор Core 2 Duo в разрезе (крышка теплоотвода одного из ядер вскрыта).

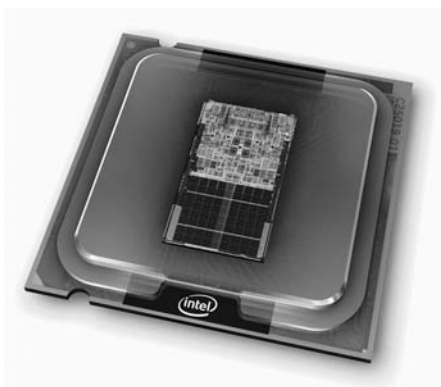


Рис. 3.66. Процессор Core 2 Duo в разрезе

Макс. мощность, Вт	SSE	HT	64-разрядный	NX	EIST	VT	Тип гнезда
95	SSE3	—	Да	Да	—	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	—	—	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSE3	—	Да	—	Да	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSE3	—	Да	—	Да	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	—	LGA775
95/130*	SSE3	—	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSE3	Да	Да	Да	—	—	LGA775
95	SSE3	—	Да	Да	Да	—	LGA775
95/130*	SSE3	—	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSE3	Да	Да	Да	—	Да	LGA775
95/130*	SSE3	—	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSE3	—	—	—	—	—	LGA775

NX. Технология Execute Disable Bit.

EIST. Технология Enhanced Intel SpeedStep.

VT. Технология виртуализации.

Все процессоры семейства Core 2 поддерживают 64-разрядные расширения, а также набор инструкций SSE3 (в который добавлены 32 новые инструкции SIMD). В них также поддерживаются технология Enhanced Intel Speedster (EIST) и технология виртуализации.

В табл. 3.57 и 3.58 описаны характеристики процессоров семейства Core 2.

Процессоры AMD Athlon 64 X2 и 64 FX

Так сложилось, что компания AMD, 64-разрядные процессоры Athlon 64 которой изначально проектировались с учетом будущей модернизации до двухъядерной архитектуры, оказалась вторым поставщиком x86-совместимых двухъядерных процессоров. Процессор для настольных систем Athlon 64 X2 был представлен в мае 2005 года; при этом он выпускается в одном из нескольких вариантов.

Остальные основные характеристики Athlon 64 X2 приведены ниже:

- 0,09- или 0,065-микронный технологический процесс;
- реальные тактовые частоты — 1,9–3,0 ГГц;
- исполнение Socket 939, Socket AM2 или Socket 1207FX;
- шина HyperTransport с частотой 1 ГГц (пропускная способность — 4 Гбайт/с).

Данные процессоры изначально проектировались с дополнительным местом для второго ядра. Благодаря перекрестному контроллеру памяти ядра могут взаимодействовать напрямую, не обращаясь к микросхеме северного моста, как в первом поколении двухъядерных процессоров Intel. Блок-схема внутренней архитектуры процессора Athlon 64 X2 представлена на рис. 3.67.

В результате большинство систем на базе процессоров Athlon 64 для гнезда Socket 939 допускает модернизацию процессора до двухъядерного без замены системной платы. Если системная плата поддерживает процессоры, выполненные по 0,09-микронной технологии, значит, для обеспечения поддержки двухъядерных процессоров достаточно обновить BIOS.

Таблица 3.57. Характеристики двухъядерных процессоров семейства Core 2

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, МГц	Кэш-память L2, Мбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Core 2 Duo E4300	1,80	800	2	Allendale	0,065
Core 2 Duo E4400	2,00	800	2	Allendale	0,065
Core 2 Duo E4500	2,20	800	2	Allendale	0,065
Core 2 Duo E6300	1,86	1066	2	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6300	1,86	1066	2	Allendale	0,065
Core 2 Duo E6320	1,86	1066	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6400	2,13	1066	2	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6400	2,13	1066	2	Allendale	0,065
Core 2 Duo E6420	2,13	1066	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6540	2,33	1333	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6550	2,33	1333	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6600	2,40	1066	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6700	2,66	1066	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6750	2,66	1333	4	Conroe	0,065
Core 2 Duo E6850	3,00	1333	4	Conroe	0,065
Core 2 Extreme X6800	2,93	1066	4	Conroe XE	0,065

Таблица 3.58. Характеристики четырехъядерных процессоров семейства Core 2

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, МГц	Кэш-память L2, Мбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Core 2 Quad Q6600	2,40	1066	8	Kentsfield	0,065
Core 2 Quad Q6700	2,66	1066	8	Kentsfield	0,065
Core 2 Extreme QX6700	2,66	1066	8	Kentsfield XE	0,065
Core 2 Extreme QX6800	2,93	1066	8	Kentsfield XE	0,065
Core 2 Extreme QX6850	3,00	1333	8	Kentsfield XE	0,065

1. Максимальная потребляемая мощность зависит от текущей рабочей точки процессора.

EE. Extreme Edition.

SSE. SIMD Streaming Extensions — потоковые инструкции SIMD (MMX).

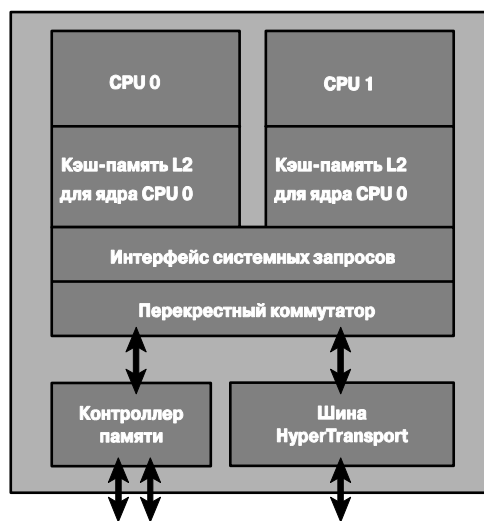


Рис. 3.67. Процессор Athlon 64 X2 использует интегрированный перекрестный контроллер памяти (который применялся еще в первых версиях Athlon 64), позволяющий ядрам взаимодействовать друг с другом напрямую

Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	EIST	VT	Тип гнезда
65	SSSE3	Да	Да	Да	—	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	—	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	—	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
65	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
75	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775

Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	EIST	VT	Тип гнезда
95/105 ¹	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
95	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775
130	SSSE3	Да	Да	Да	Да	LGA775

NX. Технология Execute Disable Bit.

EIST. Технология Enhanced Intel SpeedStep.

VT. Технология виртуализации.

Еще одно преимущество подхода AMD состоит в том, что переход к двухъядерным процессорам практически не отразился на их температурном режиме работы. Поскольку процессоры Athlon 64 изначально проектировались с учетом будущей двухъядерной архитектуры, влияние второго ядра на температурный режим оказалось минимальным, даже при условии, что двухъядерные процессоры работают на тех же частотах, что и их одноядерные предшественники.

Характеристики процессоров Athlon 64 X2, Athlon X2 и Athlon 64 FX представлены в табл. 3.59–3.61.

Возможность модернизации практически всех существующих систем на базе процессоров Athlon 64 для гнезда Socket 939 в целях использования двухъядерных процессоров позволяет пользователям перейти к двухъядерным вычислениям с минимальными затратами.

Таблица 3.59. Характеристики процессоров семейства Athlon 64 X2

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, ГГц	Кэш-память L2, Кбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Athlon 64 X2 3600+	1,90	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 3600+	2,00	1	512	Manchester	0,09
Athlon 64 X2 3600+	2,00	1	512	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Manchester	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 3800+	2,00	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4000+	2,00	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4000+	2,00	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4000+	2,10	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4200+	2,20	1	1024	Manchester	0,09
Athlon 64 X2 4200+	2,20	1	1024	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 4200+	2,20	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4200+	2,20	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4400+	2,20	1	2024	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 4400+	2,20	1	2024	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 4400+	2,20	1	2024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4400+	2,20	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4400+	2,30	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4600+	2,40	1	1024	Manchester	0,09
Athlon 64 X2 4600+	2,40	1	1024	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 4600+	2,40	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4600+	2,40	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4600+	2,40	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4800+	2,40	1	2048	Toledo	0,09
Athlon 64 X2 4800+	2,40	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4800+	2,40	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 4800+	2,50	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5000+	2,60	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5000+	2,60	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5000+	2,60	1	1024	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5200+	2,60	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5200+	2,60	1	2	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5200+	2,70	1	1	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5400+	2,80	1	1	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 5600+	2,80	1	2048	Windsor	0,09
Athlon 64 X2 6000+	3,00	1	2048	Windsor	0,09

Таблица 3.60. Характеристики процессоров семейства Athlon X2

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, МГц	Кэш-память L2, Мбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Athlon X2 BE-2300	1,90	1	1	Brisbane	0,065
Athlon X2 BE-2350	2,10	1	1	Brisbane	0,065

Таблица 3.61. Характеристики двухъядерных процессоров семейства Athlon 64 FX

Модель процессора	Тактовая частота процессора, ГГц	Тактовая частота шины, ГГц	Кэш-память L2, Мбайт	Ядро процессора	Технологический процесс, мкм
Athlon 64 FX-60	2,60	1	2	Toledo	0,09
Athlon 64 FX-62	2,80	1	2	indsor	0,09
Athlon 64 FX-70	2,60	1	2	indsor	0,09
Athlon 64 FX-72	2,80	1	2	indsor	0,09
Athlon 64 FX-74	3,00	1	2	indsor	0,09

SSE. Поточковые инструкции SIMD (MMX).

NX. Технология Execute Disable Bit.

Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
35	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
65	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
89	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
125	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2

Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
45	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
45	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2

Макс. мощность, Вт	SSE	64-разрядный	NX	Cool'n'Quiet	VT	Тип гнезда
110	SSE3	Да	Да	Да	---	939
125	SSE3	Да	Да	Да	Да	AM2
125	SSE3	Да	Да	Да	Да	1207FX
125	SSE3	Да	Да	Да	Да	1207FX
125	SSE3	Да	Да	Да	Да	1207FX

Cool'n'Quiet. Технология энергосбережения.

VT. Технология виртуализации.

Модернизация процессора

При создании процессора 486 и более поздних, учитывая необходимость дальнейшего наращивания вычислительных возможностей, Intel разработала стандартные гнезда типа, которые подходят для ряда процессоров. Эта тенденция сохраняется и сейчас, при этом большинство материнских плат способны поддерживать достаточно широкий спектр процессоров одного семейства.

Чтобы максимально использовать возможности системной платы, можно установить самый быстрый процессор из числа поддерживаемых данной платой. На рынке представлено огромное количество процессоров для различных гнезд, не говоря уже о напряжениях, тактовых частотах и прочем, поэтому необходимо связаться с производителем системной платы и уточнить, поддерживает ли она тот или иной быстродействующий процессор. Как правило, это позволяет определить тип гнезда или разъема системной платы, однако зачастую следует разобрататься также в параметрах напряжения и системной BIOS.

Например, если ваша системная плата поддерживает процессоры для гнезда Socket LGA775, можно модернизировать систему, приобретя практически любой процессор семейства Pentium 4 или многоядерный процессор семейства Core 2. Все эти процессоры вставляются в один и тот же тип гнезда. Прежде чем приобретать новый процессор, следует убедиться, что системная плата поддерживает необходимые напряжение, частоту шины и другие параметры. Часто для обеспечения работы новых процессоров достаточно обновить системную BIOS. Сведения о совместимости, а также новые версии BIOS можно загрузить с сайта компании — производителя системной платы или всей системы в целом.

Совет

Если вы хотите модернизировать процессор в системе фирменной сборки, то имейте в виду, что выбор вариантов модернизации процессора может оказаться весьма ограниченным на установленной BIOS. Если вы точно знаете производителя материнской платы, свяжитесь с ним и запросите обновленную BIOS, поддерживающую несколько процессоров.

Если более быстродействующий процессор установить нельзя, обратите внимание на различные переходники сторонних компаний, позволяющие установить процессоры Socket 478 в системные платы Socket 423, процессоры Socket 370 — в платы Slot 1 и т.д. Рекомендуется приобретать процессор вместе с переходником в хорошо зарекомендовавших себя компаниях, таких как Evergreen и PowerLeap.

Модернизация процессора в некоторых ситуациях позволяет удвоить быстродействие системы. Однако, если в системе уже установлен самый быстрый из процессоров для определенного гнезда, необходимо рассмотреть и другие варианты. В частности, можно подумать о полной замене системной платы, что позволит установить более современный процессор. Если вы не используете системы собственной разработки крупных компаний и ваш компьютер оснащен стандартной платой и блоком питания ATX, рекомендую модернизировать сразу системную плату и процессор, а не просто менять процессор на более скоростную модель.

Процессоры OverDrive

Некоторое время Intel активно продвигала идею процессоров OverDrive. Часто это были несколько иначе упакованные версии стандартных процессоров, порой поставляемые вместе с необходимыми регуляторами напряжения и вентиляторами. К сожалению, стоимость подобных процессоров была слишком высока, особенно по сравнению с затратами на приобретение совершенно новой системной платы и процессора. В связи с недостаточно высоким спросом через некоторое время Intel прекратила выпуск подобных процессоров. Я настоятельно *не* рекомендую приобретать процессоры OverDrive и решения для модернизации от сторонних компаний, если нет крайней необходимости повысить быстродействие очень старой системы.

Индексы быстродействия процессора

Пользователей всегда интересует, насколько “быстрый” у них компьютер. Чтобы удовлетворить их любопытство, разработаны различные программы тестирования для измерения разных параметров эффективности системы и процессора. Хотя ни одно число не может полностью отобразить эффективность такого сложного устройства, как процессор или весь компьютер, тесты могут оказаться полезными при сравнении различных компонентов и систем.

Единственно верный и точный способ измерить эффективность системы — проверить ее в работе с приложениями. На производительность одного компонента системы зачастую оказывают влияние другие ее компоненты. Нельзя получить точные цифры, сравнивая системы, которые имеют не только разные процессоры, но и разные объемы или типы памяти, жесткие диски, видеоадаптеры и пр. Все это влияет на результаты испытаний и может значительно их исказить.

Тесты бывают двух видов: *тесты компонентов*, измеряющие эффективность специфических частей компьютерной системы, таких как процессор, жесткий диск, видеоадаптер или накопитель CD-ROM, и *тесты системы*, измеряющие эффективность всей компьютерной системы, которая выполняет данное приложение или данный набор тестовых программ.

Тесты чаще всего выдают только один вид информации. Лучше всего проверить систему, используя собственный набор операционных систем и приложений.

Некоторые компании специализируются на программах тестирования. Эти компании, а также разработанные ими тесты перечислены в табл. 3.62.

Таблица 3.62. Компании, специализирующиеся на программах тестирования, и их продукты

Компания	Программы-тесты	Тип теста
Futuremark (панель — MadOnion.com)	SysMark	Система
	PCMark Pro	Система
	3Dmark	Трехмерная графика
Business Applications Performance Corporation (BAPCo)	MobileMark	Долговечность батареи для портативных компьютеров
Standard Performance Evaluation Corporation	SPECint	Целочисленные вычисления
	SPECfp	Вычисления с плавающей запятой
SiSoftware	Sandra	Система, оперативная память, процессор, мультимедиа

Причины неисправности процессоров

Процессоры, как правило, чрезвычайно надежны, и чаще всего проблемы в работе компьютера возникают по вине других устройств. Но, если вы уверены, что причина кроется именно в процессоре, воспользуйтесь советами, которые помогут найти выход из сложившейся ситуации. Самым простым решением является замена микропроцессора другим, заведомо исправным. Если таким образом удалось решить проблему, значит, замененный процессор был неисправен; если нет — причина кроется в чем-то другом.

Перечень наиболее часто возникающих проблем и способы их решений приведены в табл. 3.63.

Таблица 3.63. Причины неисправностей процессоров

Проблема	Возможная причина	Способ решения
Система не отвечает, нет курсора и звукового сигнала, не работает вентилятор	Неисправен шнур питания	Подключите к сети или замените шнур питания. Внешний осмотр не всегда позволяет определить исправность сетевого шнура
	Неисправен блок питания	Замените блок питания заведомо исправным
	Неисправна системная плата	Замените системную плату другой, заведомо исправной
	Неисправны модули памяти	Извлеките все модули памяти, кроме одного, и протестируйте еще раз. Если система не загружается, замените этот модуль

Проблема	Возможная причина	Способ решения
Система не отвечает, нет звукового сигнала или “зависает” перед началом тестирования POST	Некоторые компоненты системы не установлены или установлены некорректно	Проверьте все периферийные устройства, особенно память и видеоадаптер. Проверьте гнезда и разъемы компонентов
Система подает звуковые сигналы, вентилятор работает, на экране нет курсора	Неправильно установлен или неисправен видеоадаптер	Переустановите или замените видеоадаптер заведомо исправным
Питание включается, вентилятор запускается, нет звукового сигнала или курсора	Некорректно установлен процессор	Извлеките и заново установите процессор и систему теплоотвода
Система “зависает” во время выполнения или сразу же после тестирования POST	Недостаточный отвод тепла	Проверьте теплоотвод и вентилятор процессора; при необходимости замените его более мощным
	Неправильно установлено напряжение	Установите напряжение системной платы в соответствии с напряжением ядра процессора
	Неправильно установлена частота шины системной платы	Установите соответствующую частоту системной платы
	Неправильно установлен множитель тактовой частоты	Переключите системную плату на соответствующее значение множителя
Неправильная идентификация процессора во время тестирования POST	Устаревшая BIOS	Обновите BIOS
	Неправильная конфигурация платы	Проверьте положение перемычек системной платы в соответствии с параметрами шины и множителя
Система не запускается после установки нового процессора	Процессор установлен некорректно	Повторно установите процессор и систему теплоотвода
	BIOS не поддерживает новый процессор	Обновите BIOS у производителя материнской платы или системы
	Материнская плата не поддерживает новый процессор	Проверьте этот факт в документации или у поставщика
Операционная система не загружается	Недостаточный отвод тепла	Проверьте вентилятор процессора; при необходимости замените его более мощным. Также может потребоваться установка теплоотвода на микросхему северного моста
	Неправильно установлено напряжение	Установите напряжение системной платы в соответствии с напряжением ядра процессора
	Неправильно установлена частота шины системной платы	Установите соответствующую частоту системной платы
	Неправильно установлен множитель тактовой частоты	Переключите системную плату на соответствующее значение множителя
Приложения не устанавливаются и не работают	Устаревшие драйверы или несовместимое аппаратное обеспечение	Обновите драйверы и проверьте совместимость компонентов
Система работает, но изображения на экране монитора нет	Монитор выключен или неисправен	Проверьте монитор и подачу на него питания. Попробуйте заменить монитор заведомо исправным

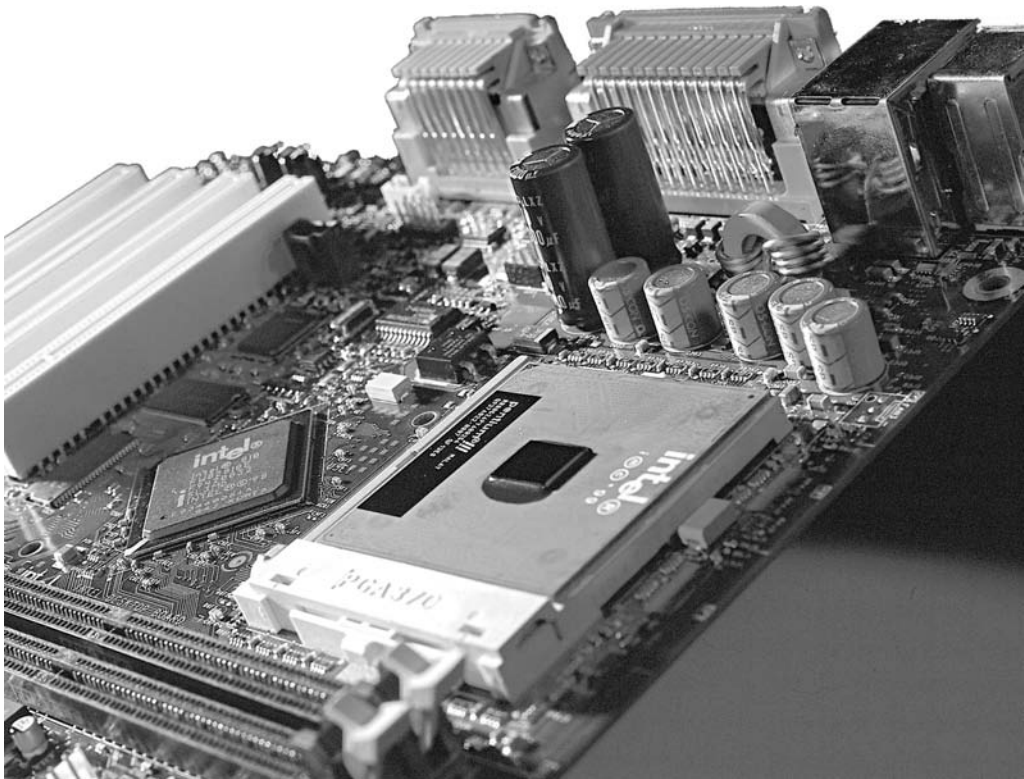
Если во время выполнения процедуры POST (тестирования при включении питания) процессор распознается неправильно, это связано, в первую очередь, с неверными параметрами системной платы или устаревшей версией BIOS. Проверьте правильность установки соответствующих перемычек системной платы и конфигурацию существующего процессора. Также убедитесь, что версия BIOS соответствует конкретной системной плате.

Когда вам кажется, что после прогрева система начинает работать некорректно, попробуйте установить более низкую частоту процессора. Если проблема исчезнет, значит, процессор был некорректно “разогнан”.

Большинство аппаратных проблем в действительности являются скрытыми проблемами программного обеспечения. Убедитесь в том, что в системе установлены последние версии драйверов периферийных устройств и наиболее подходящая для системной платы версия BIOS. То же самое относится и к используемой операционной системе — в самых последних версиях обычно содержится меньше ошибок.

Глава 4

Системные платы и шины



Формфакторы системных плат

Важнейшим узлом компьютера является *системная плата (system board)*, иногда называемая *материнской (motherboard)*, *основной* или *главной платой (main board)*; все эти термины взаимозаменяемы. Практически все внутренние компоненты персонального компьютера вставляются в материнскую плату, и именно ее характеристики определяют возможности компьютера, не говоря уже об его общей производительности. В этой главе мы рассмотрим основные типы материнских плат, их компоненты и интерфейсные разъемы.

Существует несколько наиболее распространенных формфакторов, учитываемых при разработке системных плат. *Формфактор (form factor)* определяет физические параметры платы и тип корпуса, в котором она может быть установлена. Формфакторы системных плат могут быть стандартными (т.е. взаимозаменяемыми) и нестандартными. Нестандартные формфакторы, к сожалению, являются препятствием для модернизации компьютера, поэтому от их использования лучше отказаться. Наиболее известные формфакторы системных плат перечислены ниже.

Устаревшие	Современные	Другие
Baby-AT	BTX	Независимые конструкции (разработки компаний Compaq, Packard Bell, Hewlett-Packard, портативные/мобильные системы и т.д.)
Полноразмерная плата AT	MicroBTX	
LPX	PicoBTX	
WTX (больше не производится)	ATX	
ITX (разновидность FlexATX, никогда не производилась)	MicroATX	
	FlexATX	
	DTX	
	Mini-ITX (разновидность FlexATX)	
	NLX	

За последние несколько лет произошел переход от системных плат оригинального формфактора Baby-AT, который использовался в первых компьютерах IBM PC и XT, к платам формфактора BTX и ATX, используемым в большинстве полноразмерных настольных и вертикальных систем. Существует несколько вариантов формфактора ATX, в число которых входят microATX (уменьшенная версия формфактора ATX, используемого в системах малых размеров) и FlexATX (еще более уменьшенный вариант, предназначенный для домашних компьютеров низшего ценового уровня). Формфактор BTX предполагает изменение положения основных компонентов с целью улучшения охлаждения системы, а также использование термального модуля. Есть и уменьшенные варианты данного формфактора — microBTX и picoBTX. Существуют также другие компактные формфакторы, такие как DTX и mini-ITX, представляющий собой уменьшенную версию FlexATX. Формфактор NLX был рассчитан на корпоративные настольные системы, однако со временем был вытеснен формфактором FlexATX. Формфактор WTX разрабатывался для рабочих станций и серверов со средней загрузкой, но широкого распространения не получил. Современные формфакторы и области их применения представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Формфакторы системных плат

Формфактор	Область применения	Макс. количество разъемов
BTX	Новое поколение настольных компьютеров в исполнении Tower и Desktop; с 2007 года — наиболее популярный формфактор в высококлассных компьютерах “белой сборки”	7
microBTX	Уменьшенный вариант формфактора BTX; предназначен для систем среднего класса. Системные платы данного формфактора предназначены для установки в корпуса microBTX и BTX	4
picoBTX	Наименьший вариант формфактора BTX; предназначен для систем начального уровня и компактных систем. Системные платы данного формфактора предназначены для установки в корпуса picoBTX, microBTX и BTX	1

Формфактор	Область применения	Макс. количество разъемов
ATX	Стандартные настольные компьютеры; самый популярный формфактор с середины 1996 года до настоящего времени. Поддерживает системы высокого класса	7
Mini-ATX	Несколько уменьшенная версия ATX; на рынке иногда продается под маркой ATX	6
microATX	Настольные компьютеры или вертикальные системы mini-tower среднего уровня. Подходит к корпусам microATX и ATX	4
DTX	Уменьшенная версия microATX, используемая в недорогих развлекательных и прикладных системах. Подходит к корпусам DTX, microATX и ATX	2
FlexATX	Уменьшенная версия microATX, используемая в малоразмерных системах. Подходит к корпусам flexATX, microATX и ATX	3
Mini-DTX	Уменьшенная версия FlexATX, используемая в малоразмерных системах. Подходит к корпусам DTX, flexATX, microATX и ATX	
Mini-ITX	Версия FlexATX минимального размера, используемая в телевизионных компьютерных приставках и компактных компьютерных системах. Представляет собой формфактор с тесной интеграцией системных компонентов и одним разъемом PCI. Устанавливается в корпусах mini-ITX, FlexATX, microATX и ATX	1
NLX	Корпоративные настольные или вертикальные системы mini-tower, отличающиеся простотой и удобством обслуживания. Слоты расширения находятся на плате расширения. В современных системах практически вытеснены формфакторами microATX, FlexATX и Mini-ITX	Различное

Несмотря на широкое распространение плат Baby-AT, полноразмерной AT и LPX, им на смену пришли системные платы более современных формфакторов. Современные формфакторы фактически являются промышленным стандартом, гарантирующим совместимость каждого типа плат. Это означает, что системная плата ATX может быть заменена другой платой того же типа, вместо системной платы ВТХ может быть использована другая плата ВТХ и т.д. Благодаря дополнительным функциональным возможностям современных системных плат компьютерная индустрия смогла быстро перейти к новым формфакторам. Поэтому настоятельно рекомендуется приобретать системы, созданные на основе одного из современных формфакторов.

К системным платам, параметры которых не вписываются в какой-либо из формфакторов промышленного стандарта, следует относиться как к неэквивалентным. Покупать компьютеры с нестандартными системными платами следует только в случае особых обстоятельств. Ремонт и модернизация таких систем достаточно дороги, что связано, прежде всего, с невозможностью замены системных плат, корпусов или источников питания другими моделями. Системы независимых формфакторов иногда называют «одноразовыми» ПК, что становится очевидным, когда приходит время их модернизации или ремонта после окончания гарантийного срока.

Внимание

В настоящее время «одноразовые» ПК распространены больше, чем когда бы то ни было. По некоторым оценкам, на их долю приходится свыше 60% продаваемых компьютеров. Это связано не столько с используемыми платами (системные платы FlexATX и microATX сегодня используются чаще, чем предшествующие им модели LPX), сколько с миниатюрными источниками питания SFX и узкими корпусами micro-tower, занимающими привилегированное положение на современном рынке ПК. Дешевые системы, использующие малый корпус и небольшой источник питания, в принципе, более пригодны для модернизации по сравнению с предшествующими моделями. Но если понадобится еще один разъем расширения или, например, дополнительный дисковод, то вы через некоторое время в буквальном смысле «упретесь в стену». Системы mini-tower довольно тесны и ограничены, поэтому в скором времени, я полагаю, перейдут в разряд «одноразовых», подобно вытесненным ими системам LPX.

Будьте особенно осторожны с недавно появившимися системами промышленного стандарта, к которым относятся, например, модели компьютеров Dell, выпущенные с 1996 года по настоящее время. В этих компьютерах используются модифицированный источник питания и измененные силовые разъемы платы ATX, что делает указанные компоненты совершенно не совместимыми со стандартными системными платами и блоками питания. Поэтому, для того чтобы модернизировать источник питания, придется использовать специальный Dell-

совместимый блок. Более того, заменяя системную плату стандартной, потребуется приобрести соответствующий источник питания и, может, даже корпус.

Итак, если вы хотите получить действительно расширяемую систему, остановитесь на компьютере с системной платой ATX или VTX и корпусом mid-tower (или еще большим), имеющим хотя бы пять отсеков для установки дисководов.

PC и XT

Первая материнская плата была установлена в первый ПК IBM PC, выпущенный в августе 1981 года (рис. 4.1). В 1983 году IBM выпустила системную плату PC XT с тем же форм-фактором (9×13 дюймов, или 22,86×33,02 см), что и плата PC, но имеющую восемь, а не пять разъемов, которые располагались на расстоянии 0,8 дюйма друг от друга, а не 1 дюйм, как в PC. Эта плата показана на рис. 4.2. В XT убран кассетный порт, который использовался для хранения программ, написанных на языке BASIC, на кассетной ленте, а не на дорогостоящем (в то время) гибком диске.

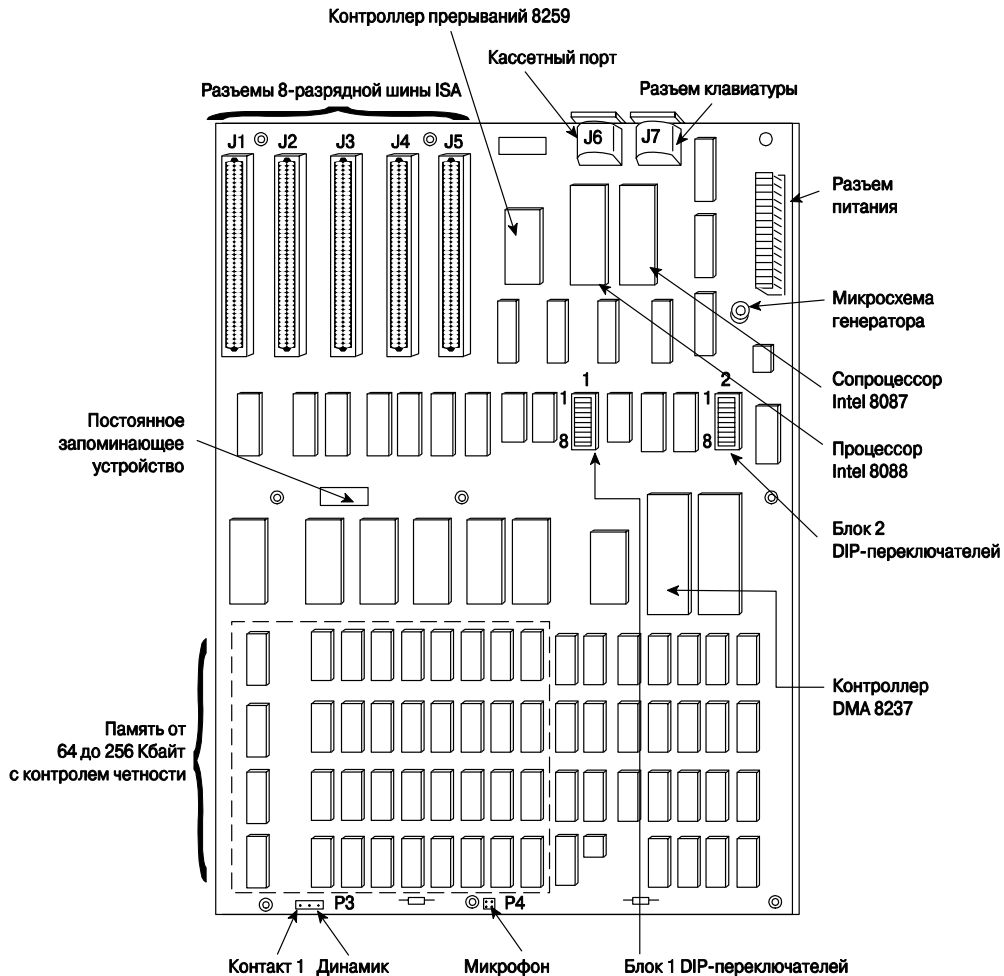


Рис. 4.1. Системная плата IBM PC (1981)

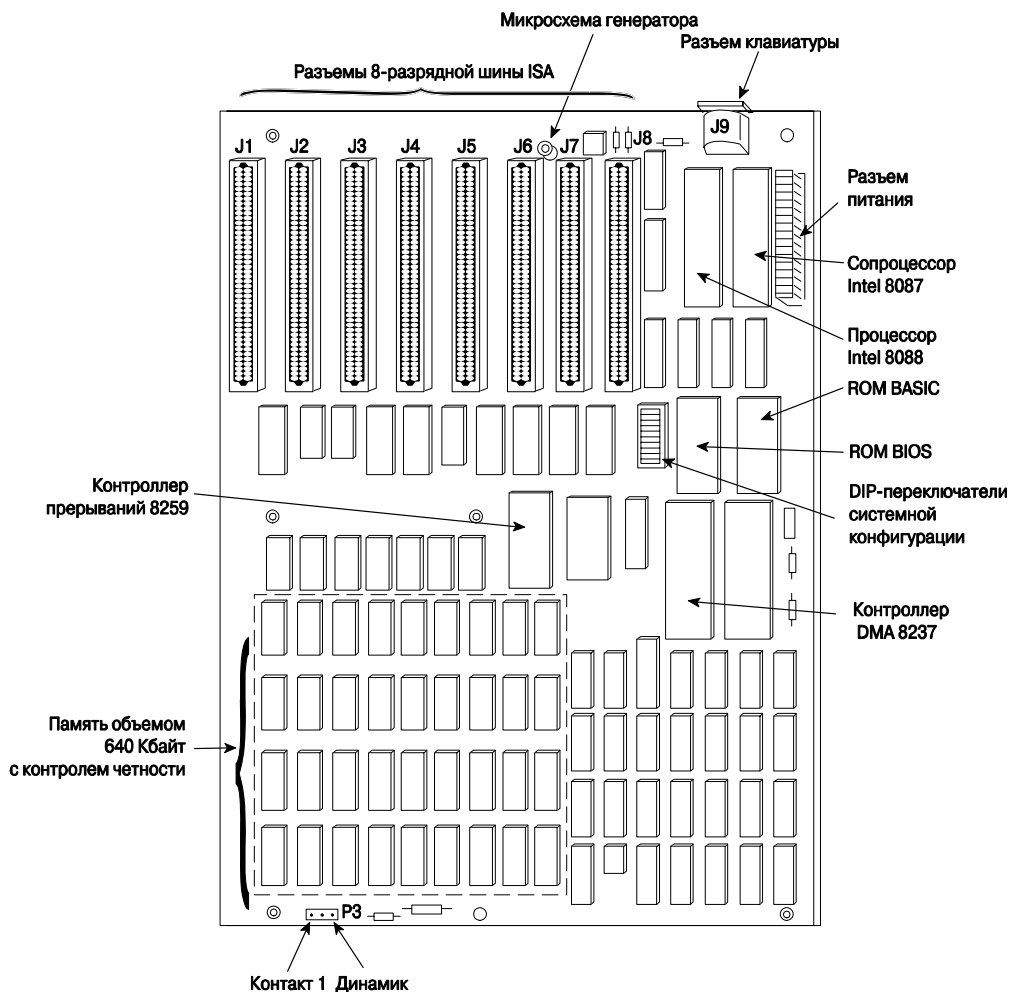


Рис. 4.2. Системная плата IBM PC XT (1983)

Незначительные различия в размещении разъемов и удаление кассетного порта потребовали внесения изменений в конструкцию корпуса. На самом деле все отличия заключались в том, что PC XT представлял собой более функциональный компьютер, системная плата которого характеризовалась теми же формой и размером, в которую устанавливался практически тот же процессор, однако при этом отсутствовала часть отверстий на задней панели, в частности разъем для кассетного порта. Формфактор XT стал настолько популярен, что многие производители просто скопировали его и выпускали XT-совместимые системные платы.

Полноразмерная плата AT

Плата AT по своим габаритам соответствует системной плате оригинального компьютера IBM AT. Это большая плата размером 12×13,8 дюймов (приблизительно 30,5×35 см). Полноразмерная системная плата AT появилась в августе 1984 года, когда IBM представила новую модель персонального компьютера — PC AT. Для размещения всех компонентов, необходимых для поддержки 16-разрядного процессора 286, компании IBM потребовалась системная плата большего размера, чем у плат PC/XT. Поэтому в модели AT были увеличены размеры системной платы, но при этом

сохранено размещение монтажных отверстий и разъемов. Для этого IBM просто “расширила” системную плату PC/XT в обоих направлениях (рис. 4.3).

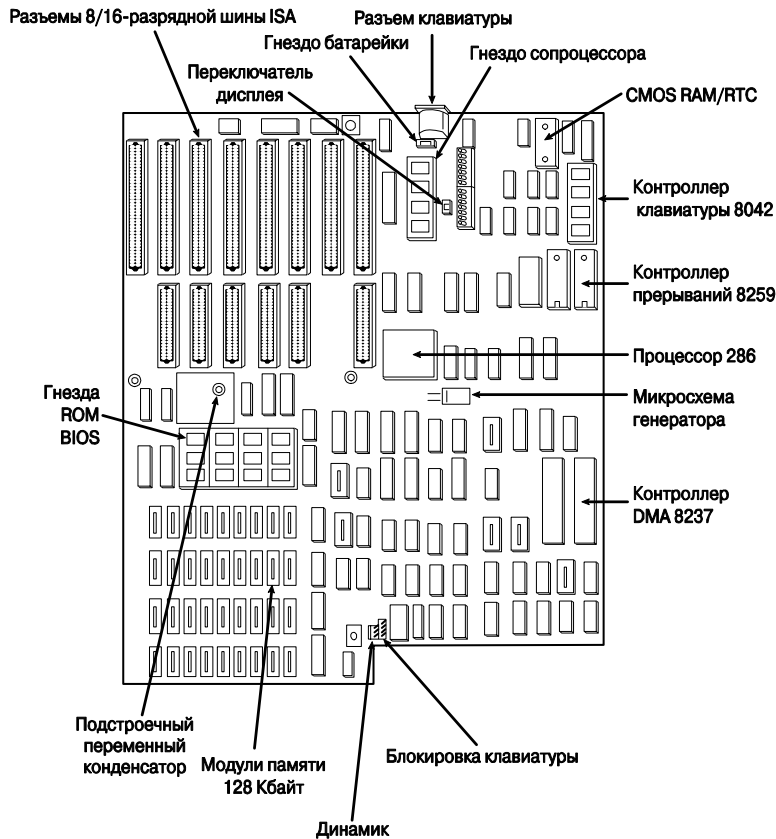


Рис. 4.3. Системная плата IBM AT (1984)

Через год после начала выпуска благодаря интеграции ряда компонентов стало возможным создание платы с использованием меньшего числа комплектующих, поэтому плата была спроектирована повторно, причем IBM уменьшила размер так, чтобы ее можно было установить в компьютер XT. Формфактор этой платы назвали XT-286 (платы были представлены в сентябре 1986 года). Именно он впоследствии стал называться Baby-AT.

Место расположения разъема для подключения клавиатуры и других разъемов, а также монтажных отверстий на полноразмерной плате AT полностью соответствует спецификациям XT, однако из-за увеличившихся размеров полноразмерную системную плату AT можно установить только в полноразмерные корпуса AT в исполнении desktop или tower. Поскольку данные системные платы нельзя устанавливать в корпус Baby-AT и mini-tower меньшего размера, а также в связи с дальнейшим уменьшением размеров компонентов большинством производителей, они уже не выпускаются; такие платы сейчас используются разве что в сегменте двухпроцессорных серверных систем.

При работе с полноразмерными системами AT нельзя забывать о возможности замены полноразмерной системной платы AT системной платой Baby-AT, однако обратная процедура чаще всего невыполнима. Исключение составляет только случай использования корпуса, способного вместить полноразмерную плату AT.

Baby-AT

После представления компанией IBM систем AT в августе 1984 года консолидация элементов позволила проектировать системы с использованием меньшего количества микросхем, а значит, появилась возможность уменьшить размеры системных плат. В результате все компоненты, необходимые для обеспечения работы 16-разрядной системы, удалось разместить на системной плате, размеры которой оказались меньше размеров системных плат формфактора XT.

Первой компанией, использующей системные платы уменьшенного размера, стала IBM, которая в сентябре 1986 года выпустила систему XT-286. К сожалению, использование в названии сочетания “XT” привело к серьезным недоразумениям: многие просто не захотели приобретать системы, название которых указывало на устаревшие технологии. Уровень продаж систем XT-286 оказался крайне низким. К тому времени другие компании представили собственные разработки класса AT с формфактором XT, однако отказались от упоминания сочетания “XT” в названии, которое будто бы указывает на 8-разрядную архитектуру. В результате появилось название “Baby-AT”; оно означало, что новые системные платы хотя и обладают малыми размерами, но относятся к классу AT. В результате эти компании избежали маркетинговой ошибки, которую допустила IBM, выпустив системы XT-286.

Таким образом, Baby-AT — это тот же формфактор, что и у системных плат XT. Единственное отличие связано с небольшим изменением положения крепежных отверстий. Подобные системные платы также характеризуются несколько иным расположением порта клавиатуры и других разъемов, что связано с изменением положения монтажных отверстий. Обратите внимание, что практически все системные платы AT и Baby-AT оснащены стандартным 5-контактным разъемом для клавиатуры DIN. Системные платы Baby-AT можно использовать вместо полноразмерных плат AT, причем допускается их установка в корпуса нескольких типов. Благодаря подобной универсальности Baby-AT был наиболее популярным формфактором системных плат с 1983 по 1996 год. Начиная с 1996 года на смену Baby-AT пришел формфактор ATX, который оказался не взаимозаменяемым. В большинстве компьютерных систем, продаваемых с 1996 года, использовались системные платы формфактора ATX, mini-ATX или NLX, поэтому формфактор Baby-AT стал быстро терять свои позиции. Более старые модели системных плат Baby-AT характеризовались таким же размещением основных компонентов, за исключением разъемов USB, DIMM и AGP.

В любой корпус, в который можно установить полноразмерную системную плату AT, можно установить и системную плату Baby-AT. Выпускалось огромное количество системных плат формфактора Baby-AT для ПК, оснащенных процессорами практически всех типов — от первого 8088 до Pentium III или Athlon; правда, установка современных процессоров представлялась весьма непростой задачей. Как видите, системные платы Baby-AT выпускались достаточно долго. Несмотря на то что в настоящее время стандарт Baby-AT (рис. 4.4) уже устарел, стандарт ATX полностью унаследовал его философию взаимозаменяемости. На рис. 4.5 представлен пример достаточно современной системной платы Baby-AT, содержащей разъемы USB, SIMM и DIMM, а также разъем для подключения блока питания ATX.

Самый простой способ идентифицировать систему класса Baby-AT — посмотреть на заднюю панель корпуса. Платы расширения вставляются непосредственно в разъемы на системной плате и ориентированы под углом 90° относительно нее; другими словами, платы расширения расположены перпендикулярно системной плате. При этом на задней панели системной платы Baby-AT заметен только один разъем — 5-контактный DIN, предназначенный для подключения клавиатуры; правда, следует отметить, что некоторые системы класса Baby-AT оснащались 6-контактными разъемами mini-DIN меньшего размера (данные разъемы часто называют PS/2) и даже разъемом мыши. Все остальные разъемы размещались или непосредственно на системной плате, или на выносных колодках, которые подключаются к системной плате с помощью кабелей. Разъем для подключения клавиатуры виден через отверстие в корпусе.

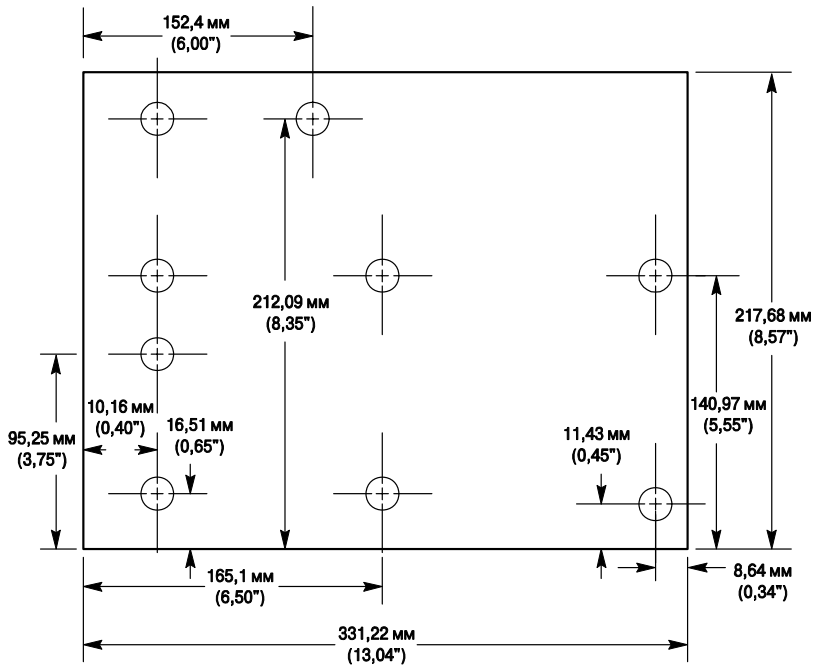


Рис. 4.4. Стандартные размеры системной платы Baby-AT

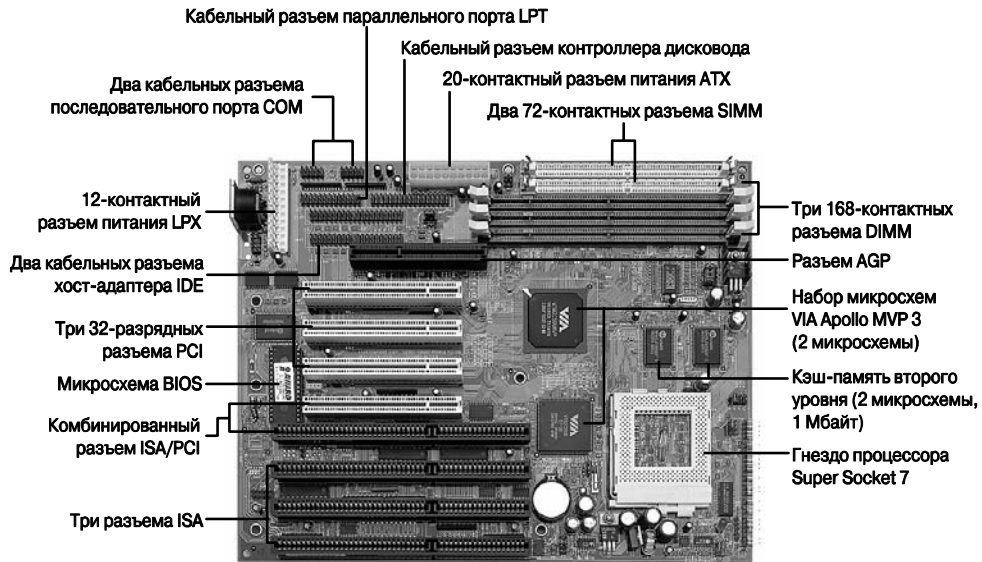


Рис. 4.5. Системная плата Tuany Trinity 100AT (S1590) формфактора Baby-AT. Фотография любезно предоставлена компанией Tuany Computer Corporation

Все системные платы Baby-AT соответствуют ряду требований, касающихся высоты, размещения монтажных отверстий и разъемов (в том числе разъемы для подключения клавиатуры), но могут различаться шириной. Системные платы, размеры которых меньше стандарт-

ных 9×13 дюймов (22,86×33,02 см), часто относили к формфакторам mini-AT, micro-AT, а иногда 2/3-Baby или 1/2-Baby. При этом их можно было нормально установить в корпуса стандарта Baby-AT.

LPX

Платы LPX и Mini-LPX были разработаны компанией Western Digital в 1987 году для своих компьютеров. В названии “LPX” сокращение *LP* расшифровывается как “низкий профиль” (Low Profile). Поскольку разъемы располагались таким образом, что все платы расширения оказывались параллельными системной плате, стал возможным выпуск низкопрофильных корпусов, размеры которых меньше, чем у систем класса Baby-AT.

Хотя материнские платы для ПК уже не выпускаются компанией Western Digital, их конструкции используют некоторые другие производители. К сожалению, полные спецификации так никогда и не были опубликованы; особенно это касается положения разъемов для установки выносных плат. В результате системные платы от разных производителей оказались не взаимозаменяемыми. Некоторые поставщики, например IBM и HP, предлагали системы LPX, в которых использовались T-образные выносные платы, что позволяло расположить платы расширения перпендикулярно системной плате, но все же на определенном расстоянии от нее. Отсутствие стандартизации означает, что, если в вашей системе установлена плата LPX, в подавляющем большинстве случаев вам не удастся заменить ее системной платой LPX от другого производителя. В результате приходится иметь дело с системой, дальнейшая модернизация и ремонт которой практически невозможны. Поэтому я не рекомендую приобретать системы LPX.

Подобная “закрытая” архитектура систем данного стандарта в то время мало кого интересовала, и эти платы были весьма популярны с конца 1980-х до середины 1990-х годов. Это были преимущественно системы производства Compaq и Packard Bell, а также некоторых других компаний, которые использовали системные платы LPX в своих системах начального уровня. Системные платы LPX наиболее часто использовались в низкопрофильных корпусах, хотя встречались и в корпусах типа tower. Как уже отмечалось, чаще всего это были недорогие системы, продаваемые в супермаркетах электроники. Сегодня формфактор LPX считается устаревшим.

Платы LPX (рис. 4.6) существенно отличаются от остальных. Например, разъемы расширения в них смонтированы на отдельной выносной плате, которая вставляется в системную плату. Платы расширения вставляются в выносную плату, и их плоскости оказываются параллельными системной плате, что позволяет уменьшить высоту корпуса компьютера. Разъемы расширения в зависимости от конструкции могут располагаться как на одной, так и на обеих сторонах выносной платы. Производители, использовавшие корпуса типа tower, иногда применяли T-образные выносные платы, что позволяло располагать разъемы расширения перпендикулярно материнской плате, однако в несколько приподнятом над ней положении.

Еще одно отличие плат LPX заключается в характерном размещении разъемов на задней панели — в один ряд. Имеются в виду разъемы для монитора VGA (15 контактов), параллельного порта (25 контактов), двух последовательных портов (по 9 контактов) и разъемы mini-DIN для клавиатуры и мыши стандарта PS/2. Все эти разъемы смонтированы на самой плате и после установки оказываются расположенными напротив соответствующих отверстий в корпусе. На некоторых системных платах LPX устанавливаются дополнительные встроенные разъемы, например для сетевого или SCSI-адаптера. Поскольку системы LPX оснащались системными платами с высокой степенью интеграции, многие производители системных плат, корпусов и систем LPX часто называли свои решения “все в одном”.

Размеры плат LPX и Mini-LPX показаны на рис. 4.7.

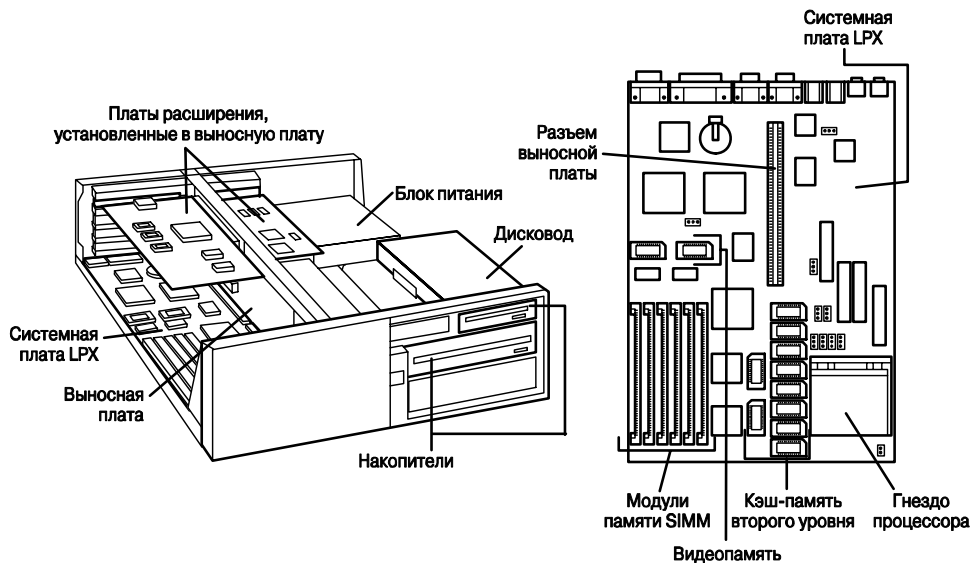


Рис. 4.6. Системная плата и корпус LPX

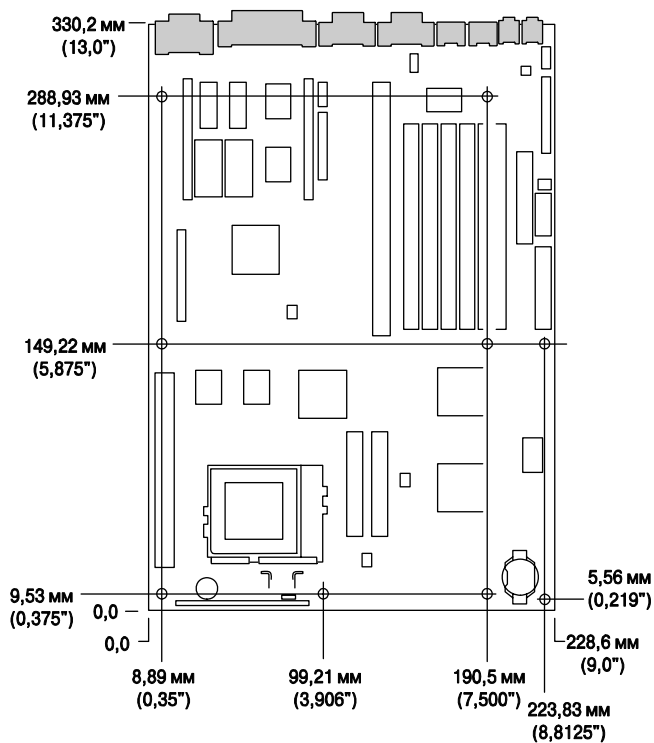


Рис. 4.7. Размеры системных плат LPX и Mini-LPX

Меня часто спрашивают, как распознать наличие в системе платы LPX. Для этого не нужно даже разбирать корпус. Системные платы LPX отличаются тем, что слоты шины в них вынесены

на отдельную плату, подключаемую к системной, как и в случае плат формфактора NLX. Поэтому все ее разъемы параллельны системной плате. Это легко определить, взглянув на заднюю сторону корпуса. Если все разъемы параллельны системной плате, значит, используется выносная плата. Это верный признак LPX. Кроме того, в LPX все разъемы расположены снизу и выстроены в одну линию. Все системные платы LPX, независимо от формы, размеров и размещения выносных плат, предполагают размещение всех внешних портов у заднего края платы (рис. 4.8). В то же время, согласно стандарту Baby-AT, используются разъемы для последовательного и параллельного портов, порта PS/2, а также портов USB. При этом на системных платах ATX и ВТХ все внешние порты группируются слева от разъемов расширения.

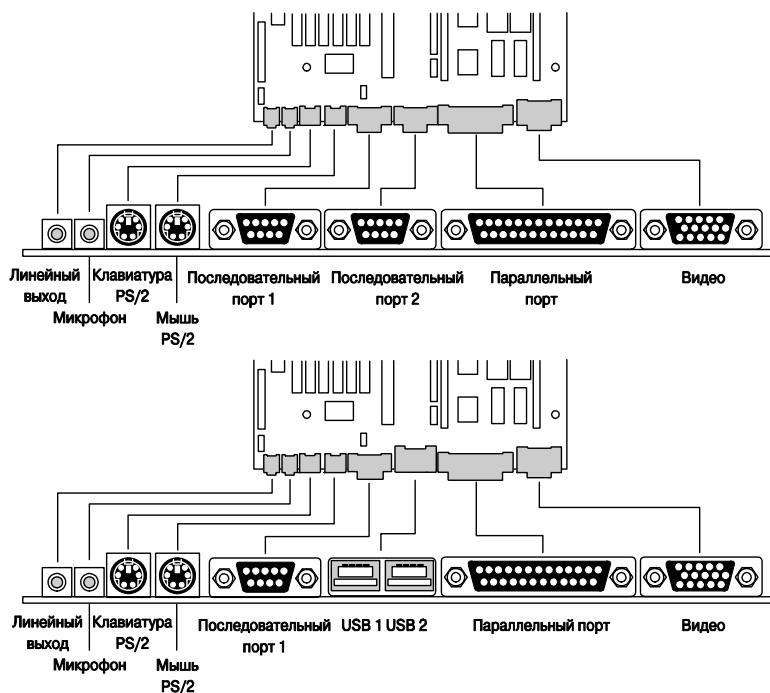


Рис. 4.8. Разъемы системной платы LPX

Как уже отмечалось, выносная плата используется также в платах NLX. Но в LPX она помещена посередине системной платы, а в NLX — сбоку, причем она фактически подключена к системной плате.

На рис. 4.8 представлены два типичных примера разъемов на системных платах LPX. Учтите, что не все платы LPX оснащены встроенной звуковой подсистемой, поэтому соответствующие разъемы могут отсутствовать. Кроме того, могут отсутствовать порты USB (или другие порты), хотя общая схема размещения портов сохраняется.

Разъемы вдоль заднего края плат могут “конфликтовать” с разъемами шин. Именно поэтому и используются выносные платы.

Наличие встроенных разъемов — несомненное преимущество LPX, и, к сожалению, его лишены платы Baby-AT. Однако платы LPX не стандартизированы и не в полной мере взаимозаменяемы, так что выбор платы с формфактором LPX нельзя назвать удачным. Новые формфакторы материнских плат, такие как ATX, microATX и NLX, имеют встроенные разъемы, а также следуют некоторому стандарту. Конструкция LPX с выносной платой позволяла конструкторам систем создавать малогабаритные компьютеры, и это направление продолжил новый формфактор NLX. Этот формфактор, собственно, и создавался как современная замена LPX.

NLX

Низкопрофильный формфактор NLX был призван заменить нестандартный LPX, использовавшийся ранее в малогабаритных системах. Он был представлен в ноябре 1996 года и быстро завоевал популярность на рынке корпоративных настольных систем, производимых такими компаниями, как Compaq, HP, Toshiba и др. В то же время начиная с 2000 года большинство систем категории Slimline уже использовали разные варианты формфактора FlexATX.

Формфактор NLX сходен с первыми вариантами LPX, однако в него были внесены многочисленные поправки с целью интеграции новых технологий. Его можно рассматривать как улучшенную версию нестандартной конструкции LPX, однако в отличие от последнего NLX полностью стандартизирован. Это значит, что можно без труда заменить материнскую плату NLX аналогичной платой другого производителя, что порой было невозможно в формфакторе LPX.

Еще одним ограничением формфактора LPX была сложность установки новых процессоров и их систем охлаждения, имеющих большие размеры, а также новых шинных структур, таких как порт AGP для видеокарт. Формфактор NLX изначально проектировался с целью решить эти проблемы (рис. 4.9). NLX имеет достаточно места, чтобы устанавливать процессоры Pentium III с разъемом Slot 1.

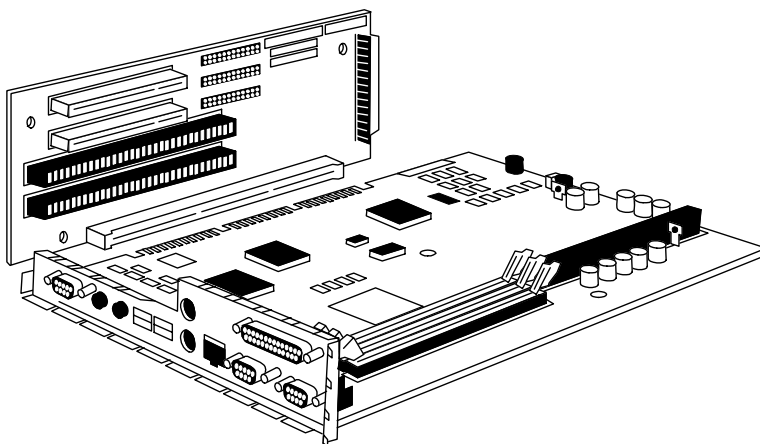


Рис. 4.9. Комбинация материнской и выносной плат формфактора NLX

Основной характерной особенностью систем NLX стало то, что в них материнская плата вставлялась в выносную, а не наоборот, как в формфакторе LPX. Таким образом, материнскую плату можно извлечь из компьютера, не тревожа выносную плату и все вставленные в нее карты расширения. К тому же материнские платы NLX вообще не имеют внутренних кабелей или штекеров, вставленных непосредственно в нее. Все устройства, которые обычно вставляют в материнскую плату (такие, как кабели дисковых устройств, блока питания, индикаторов передней панели корпуса, переключателей и т.д.), в этом формфакторе вставляются в выносную плату (см. рис. 4.9). Используя выносную карту в качестве центра подключений, можно снять крышку системного блока и в буквальном смысле вытянуть материнскую плату из разъема, не отключив ни одного штекера или кабеля. Это позволяет заменять материнскую плату в системном блоке невероятно быстро (лично мне это удавалось сделать за 30 секунд).

На рис. 4.10 показано, как, используя различные типы и размеры выносных плат, можно спроектировать различные конфигурации устройств компьютерной системы NLX.

Такая архитектура была хорошо воспринята на рынке корпоративных систем, где скорость и простота обслуживания являются одним из решающих факторов.

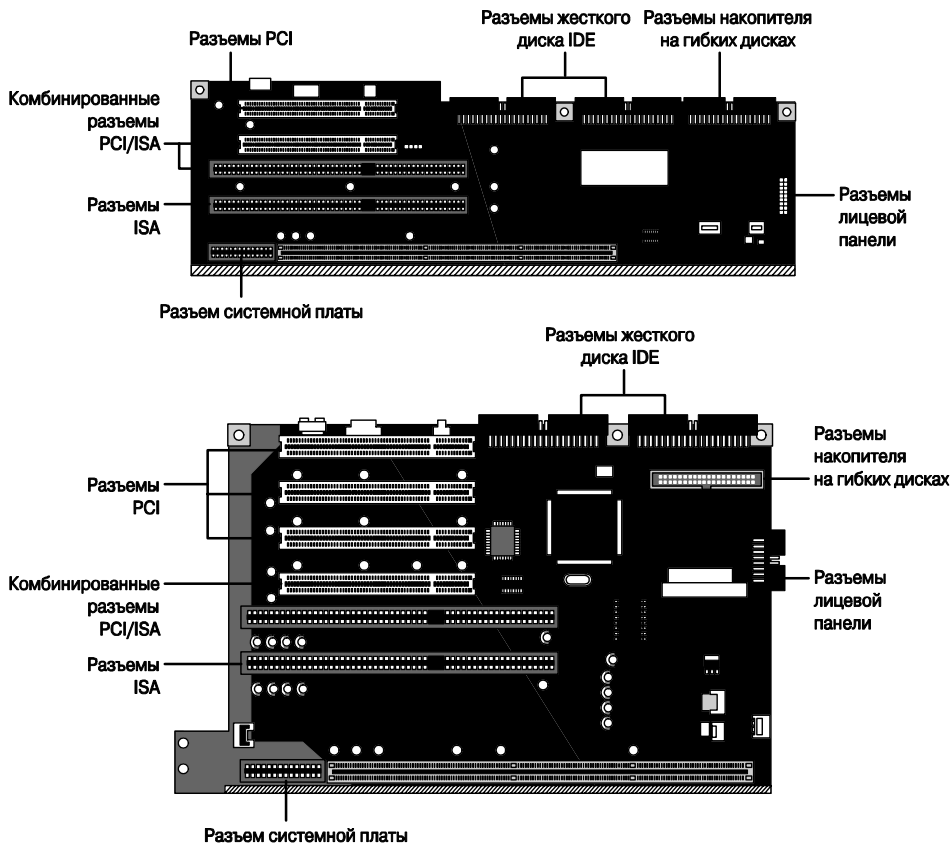


Рис. 4.10. Типичные выносные платы NLX. Обычно системы NLX используют выносные карты с низким профилем (вверху). Если же нужно больше разъемов расширения, применяются более высокие объемные платы (внизу)

Среди прочих достоинств формфактора NLX можно подчеркнуть следующие.

- **Поддержка всех процессорных технологий настольных систем.** Это свойство особенно важно, так как после выхода на рынок формфактора NLX как Intel, так и AMD были вынуждены адаптировать свои громадные процессоры для разъемов, уменьшая их размер, а затем и вовсе вернуться к более компактной гнездовой технологии. Стандарт NLX поддерживает процессоры обоих этих производителей.
- **Гибкость перед лицом постоянно изменяющихся процессорных технологий.** Модульная гибкость обеспечивается конструкцией с объединительной платой, из которой можно без труда извлечь одну материнскую плату и заменить ее другой, не разбирая в буквальном смысле всю компьютерную систему на части. Большинство ведущих производителей, таких как HP, Compaq и Toshiba, перешли на производство собственных систем, основанных на формфакторе NLX.
- **Поддержка более новых технологий по сравнению с формфактором LPX.** Прежде всего, это высокопроизводительный графический порт AGP, универсальная последовательная шина USB и модули памяти в форме DIMM и RIMM.
- **Простота обслуживания и установки.** По сравнению с остальными стандартными взаимозаменяемыми формфакторами системы NLX позволяют заменять отдельные

компоненты и выполнять другое обслуживание компьютера за максимально короткий промежуток времени.

На рис. 4.11 показана общая компоновка системы NLX. Обратите внимание, что аналогично ATX материнская плата свободна от рам устройств и прочих компонентов, монтируемых на шасси. Материнскую плату и платы расширения (которые расположены параллельно ей) можно без труда извлекать и вставлять в шасси, не трогая объединительную плату и прочие вставленные в нее компоненты системы. К процессору открыт прямой доступ, и он получает гораздо лучшее охлаждение, чем в более закрытых конструкциях.

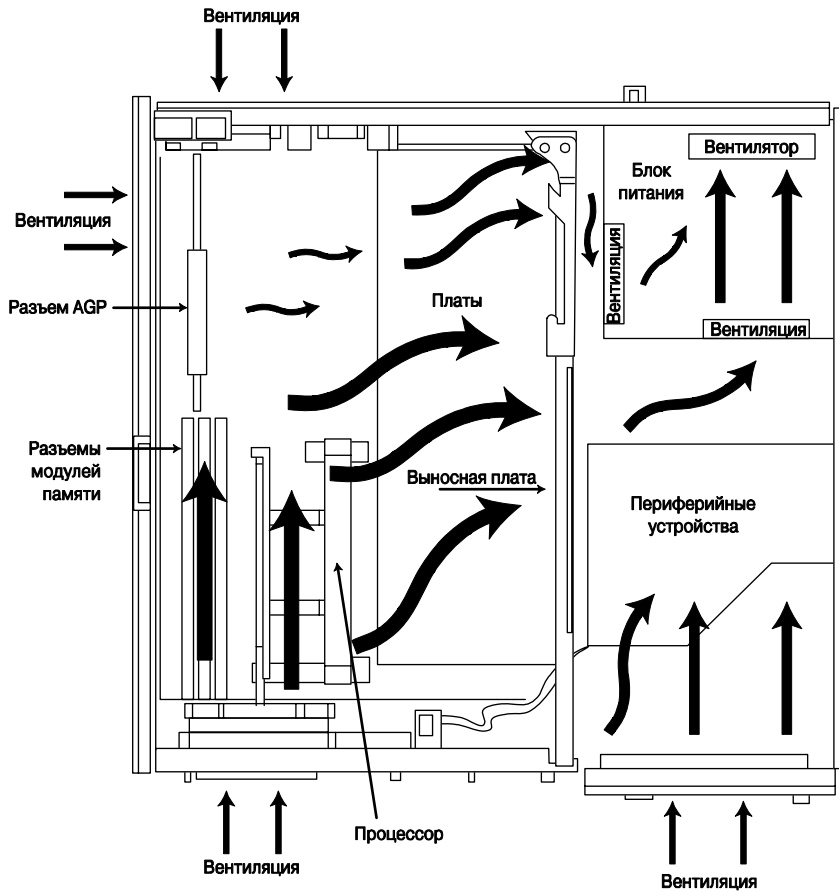


Рис. 4.11. Компоновка шасси системы NLX и потоки воздуха в системе охлаждения

Обратите внимание на расположение дополнительного разъема порта AGP (см. рис. 4.11). Как видите, он вмонтирован не в объединительную плату, как разъемы ISA и PCI, а в материнскую. Такой подход оказался вынужденной мерой, поскольку сам стандарт AGP появился уже после того, как формфактор NLX увидел свет. В то же время большинство материнских плат уже имеют интегрированный видеоадаптер AGP, так что насущной необходимости использовать дополнительную карту нет. Если же в системе NLX все-таки используется дополнительная плата видеоадаптера AGP, ее необходимо извлечь, прежде чем вынуть из разъема объединительной платы саму материнскую плату. Также следует отметить, что карты видеоадаптеров в системе NLX должны иметь отличный от обычного формфактор, чтобы не задевать панель разъемов на задней стенке материнской платы (рис. 4.12).

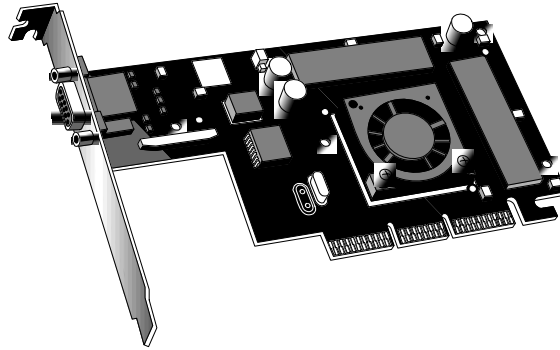


Рис. 4.12. Эта карта AGP может быть вставлена как в стандартные системы ATX/Baby-AT, так и в NLX благодаря своей форме, имеющей выступ для обхода разъемов панели ввода-вывода. Фотография публикуется с любезного разрешения компании Elsa AG

Материнские платы формфактора NLX могут иметь три значения длины (от задней части до передней): 13,6, 11,2 и 10 дюймов (рис. 4.13). При наличии подходящих креплений более короткую плату можно вставить в корпус, выпущенный для более длинной.

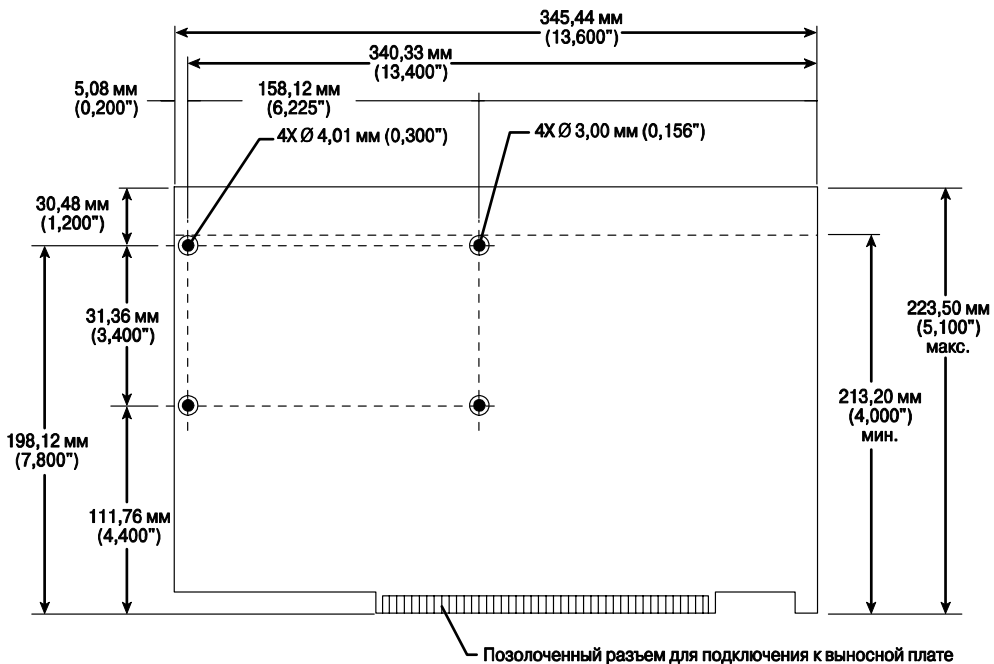


Рис. 4.13. Формфактор NLX. Показана плата длиной 13,6 дюймов. Спецификация NLX допускает также более короткие платы длиной 11,2 и 10 дюймов

Как и в большинстве формфакторов, NLX можно отличить по компоновке разъемов портов ввода-вывода на задней панели системного блока. На рис. 4.14 показано уникальное расположение разъемов на панели ввода-вывода, характерное только для формфактора NLX: в левой части разъемы располагаются в один ряд, а в правой — уже в два.

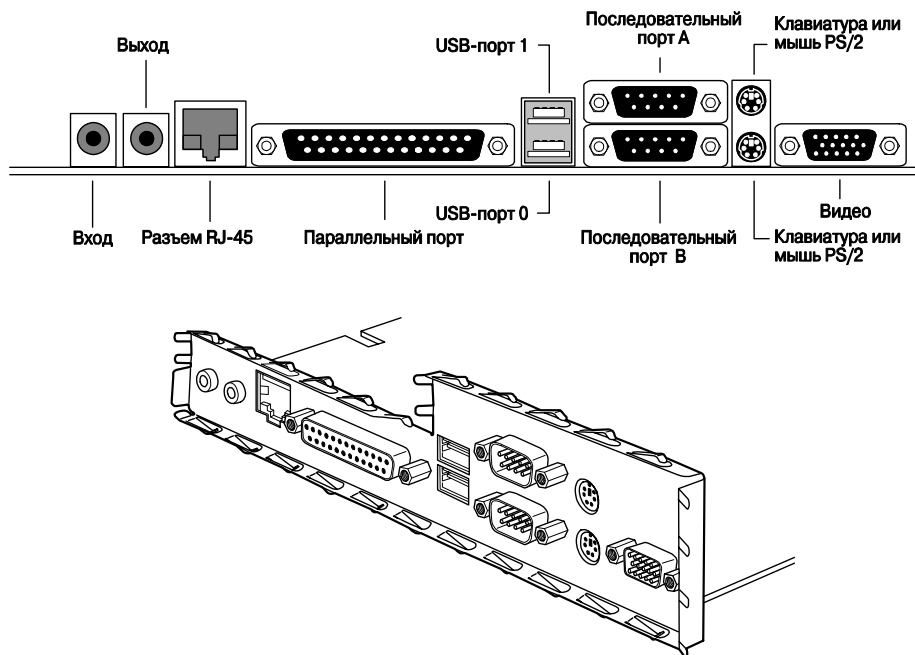


Рис. 4.14. Компоновка разъемов ввода-вывода на задней панели типичной системы NLX

Как видите, формфактор NLX создавался с целью обеспечения максимально возможной гибкости и эффективности использования пространства. Даже очень длинные карты расширения найдут свое место среди других компонентов (что является одной из основных проблем в системах с формфактором Baby-AT).

Несмотря на то что формфактор NLX является стандартизированным (подобно семейству ATX), большинство компонентов продается исключительно в составе готовых компьютеров, предназначенных для рынка корпоративных систем. В розничной продаже очень редко можно встретить материнские платы с формфактором NLX. В секторе рынка малогабаритных систем, где ранее доминировал формфактор LPX, NLX уже уступает свои позиции microATX и FlexATX.

ATX

Формфактор ATX стал первым революционным изменением конструкции материнских плат. В нем сочетаются лучшие особенности стандартов Baby-AT и LPX и заложены многие дополнительные усовершенствования. По существу, ATX — это “лежащая на боку” плата Baby-AT с измененным силовым разъемом и отличным местоположением источника питания. Главное, что необходимо запомнить, — конструкция ATX физически не совместима ни с Baby-AT, ни с LPX. Другими словами, для системной платы ATX нужен особый корпус и источник питания (правда, они стали наиболее распространенными; именно их можно встретить в подавляющем большинстве современных систем).

Впервые официальная спецификация ATX была выпущена компанией Intel в июле 1995 года. Системные платы ATX появились на рынке примерно в середине 1996 года и быстро заняли место ранее используемых плат Baby-AT. В феврале 1997 года появилась версия 2.01 спецификации ATX, после чего было сделано еще несколько незначительных изменений. Компания Intel опубликовала подробную спецификацию ATX, тем самым открыв ее для сторонних производителей. Технические характеристики существующих спецификаций ATX, а также других типов системных плат можно получить на сайте Desktop Form Factors (www.formfactors.org).

В настоящее время ATX является наиболее распространенным формфактором системных плат, рекомендуемым для большинства новых систем. Спецификация ATX останется расширяемой в течение еще многих лет; этим она похожа на предшествующую ей системную плату Baby-AT.

В конструкции ATX введены следующие улучшения по сравнению с Baby-AT и LPX.

- **Наличие встроенной двойной панели разъемов ввода-вывода.** На тыльной стороне системной платы есть область с разъемами ввода-вывода шириной 6,25 и высотой 1,75 дюйма. Это позволяет расположить внешние разъемы непосредственно на плате и исключает необходимость использования кабелей, соединяющих внутренние разъемы и заднюю панель корпуса, как в конструкции Baby-AT.
- **Наличие одноклового внутреннего разъема источника питания.** Этот фактор является существенным для рядового конечного пользователя, которому при работе с платами формфактора Baby-AT было сложно не перепутать силовые штекеры при их вставке (и не сжечь таким образом материнскую плату). Спецификация ATX содержит одноклового разъем источника питания, который легко вставляется и который невозможно установить неправильно. Этот разъем имеет контакты для подвода к системной плате напряжения 3,3 В, а это означает, что для системной платы ATX не нужны встроенные преобразователи напряжения, которые часто выходят из строя. В спецификацию ATX были включены два дополнительных разъема питания, получившие название вспомогательных силовых разъемов (3,3 и 5 В), а также разъем ATX12V, используемый в системах, потребляющих большее количество электроэнергии, чем предусмотрено оригинальной спецификацией. В последних спецификациях в силовом штекере ATX используется уже не 20, а 24 контакта.
- **Перемещение процессора и модулей памяти.** Изменены места расположения этих устройств: теперь они не мешают платам расширения, и их легко заменить новыми, не вынимая при этом ни одного из установленных адаптеров. Процессор и модули памяти расположены рядом с источником питания и обдуваются одним вентилятором, что позволяет обойтись без специального вентилятора для процессора, который не всегда эффективен и часто ломается. Однако некоторые последние системы ATX все же требуют установки дополнительного активного теплоотвода, так как современные процессоры потребляют довольно большую мощность и обладают повышенным тепловыделением. Высота свободного пространства, предназначенного для установки процессора и теплоотвода, достигает примерно 70 мм (2,8 дюйма).

Активные теплоотводы и “коробочные” процессоры

Для большинства современных систем необходимы дополнительные средства охлаждения, помимо вентилятора в блоке питания, — от активного теплоотвода на процессоре до корпусных вентиляторов. Компании Intel и AMD поставляют процессоры в комплекте с качественными теплоотводами, оснащенными вентиляторами на шарикоподшипниках. Это так называемые “коробочные” версии процессоров; они продаются в розницу конечным пользователям, а не партиями от 100 штук компаниям — производителям компьютеров. Наличие в поставке качественного активного теплоотвода избавляет конечных пользователей от необходимости самостоятельно подбирать совместимый теплоотвод; “коробочные” процессоры — также очень неплохой выбор для небольших компаний-сборщиков, у сотрудников которых недостаточно опыта для проведения анализа температурных режимов работы, необходимого для удачного выбора теплоотвода. Единственное требование по температурному режиму при использовании “коробочных” версий процессоров состоит в том, что температура воздуха, обдувающего процессор (т.е. внутри корпуса) должна составлять не больше 38°C (100,4°F) (некоторые старые модели процессоров допускают и более высокую температуру — до 45°C). Добавляя в поставку качественный теплоотвод, Intel и AMD получают возможность продлить гарантию процессоров. Крупные производители ПК обладают всеми необходимыми знаниями для того, чтобы выбрать подходящий пассивный теплоотвод, тем самым снизив стоимость системы и повысив ее надежность. Гарантию на OEM-версии процессоров дает производитель ПК, а не процессора. Как правило, в данном случае инструкции по установке теплоотвода доступны в руководстве пользователя системной платы.

- **Более удачное расположение внутренних разъемов ввода-вывода.** Эти разъемы для накопителей на гибких и жестких дисках смещены и находятся не под разъемами расширения или самими накопителями, а рядом с ними. Поэтому можно уменьшить длину внутренних кабелей к накопителям, а для доступа к разъемам не нужно убирать одну из плат или накопитель.
- **Улучшенное охлаждение.** Процессор и оперативная память сконструированы и расположены таким образом, чтобы максимально улучшить охлаждение системы в целом. При этом необходимость в отдельном вентиляторе для охлаждения корпуса или процессора снижается (правда, не настолько, чтобы отказаться от него совсем). Дополнительное охлаждение все еще является насущной потребностью большинства быстродействующих систем. Одна из особенностей оригинальной спецификации ATX заключалась в том, что вентилятор блока питания направляет поток воздуха внутрь корпуса. Обратный поток или схема нагнетания воздуха приводит к повышению давления в корпусе, что препятствует проникновению грязи и пыли. Тем не менее, направление потока воздуха в спецификации ATX было пересмотрено и предпочтение отдано вентилятору, работающему на выдувание, что приводит к понижению давления воздуха в корпусе. В целом схема нагнетания воздуха менее эффективна для охлаждения системы. А поскольку существующая спецификация допускает практически любую схему воздухообмена, большинство производителей поставляют блоки питания ATX в комплекте с вентиляторами, отсасывающими воздух из системы, т.е. предлагают конструкцию отрицательного давления. Более подробно об этом речь идет в главе 19.
- **Снижение стоимости.** Конструкция ATX не требует наличия гнезд кабелей к разъемам внешних портов, встречающихся на системных платах Baby-AT, дополнительного вентилятора для процессора и 3,3-вольтового стабилизатора на системной плате. В этой конструкции используется только один разъем питания. Кроме того, можно укоротить внутренние кабели дисковых накопителей. Все это существенно снижает стоимость не только системной платы, но и всего компьютера, включая корпус и источник питания.

На рис. 4.15 показана конструкция системы ATX в настольном исполнении со снятой верхней крышкой или в вертикальном — с удаленной боковой панелью. Обратите внимание, что системная плата практически не перекрывается отсеками для установки дисководов, что обеспечивает свободный доступ к различным компонентам системы (таким, как процессор, модули памяти, внутренние разъемы дисководов) и не мешает, в свою очередь, доступу к разъемам шины. Кроме того, процессор расположен рядом с блоком питания.

Примечание

Несмотря на то что большинство производителей систем ATX монтируют блок питания около процессора (в верхней части платы в корпусе tower), стандарт этого не требует. В некоторых системах можно встретить и другое расположение блока питания, например в нижней части корпуса.

Системная плата ATX, по сути, представляет собой конструкцию Baby-AT, перевернутую на 90°. Разъемы расширения параллельны более короткой стороне и не мешают гнездам процессора, памяти и разъемам ввода-вывода (рис. 4.16). Кроме полноразмерной схемы ATX, компания Intel описала конструкцию mini-ATX, которая размещается в таком же корпусе.

- Полноразмерная плата ATX имеет размеры 305×244 мм (12×9,6 дюйма)
- Плата mini-ATX — 284×208 мм (11,2×8,2 дюйма)

Mini-ATX не является официальным стандартом; его следует рассматривать как несколько уменьшенную версию формфактора ATX. Фактически все упоминания о mini-ATX были убраны из спецификации ATX 2.1 и ее последующих версий. В то же время существуют две официальные уменьшенные версии ATX: microATX и FlexATX. О них мы поговорим в следующих разделах.

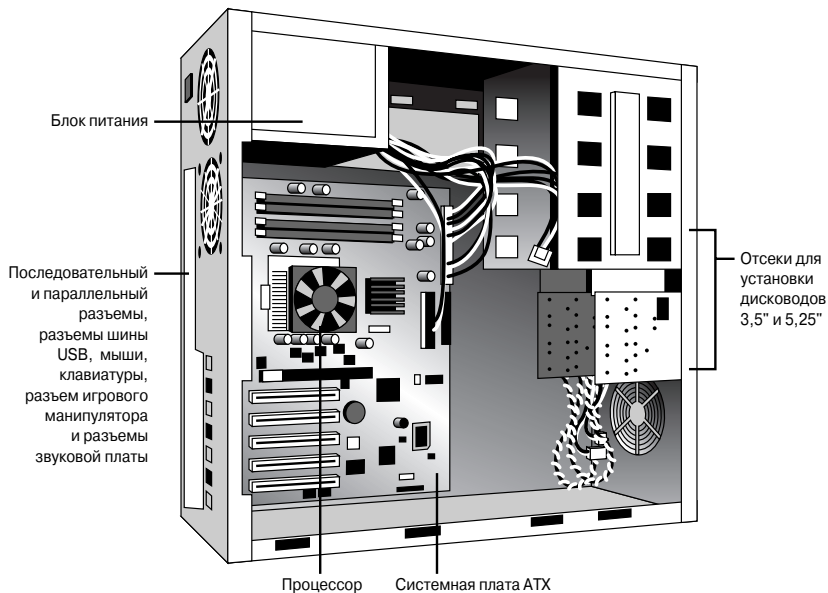


Рис. 4.15. Типичная компоновка системы ATX

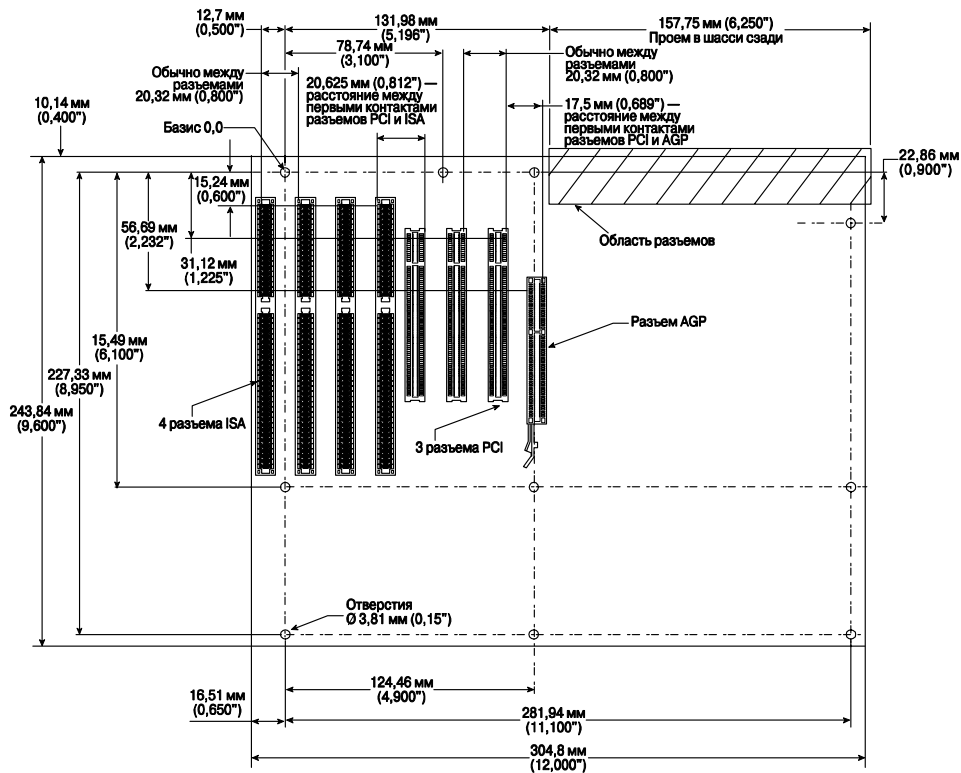


Рис. 4.16. Спецификации платы ATX версии 2.1 (в современных платах ATX могут отсутствовать разъемы ISA)

Несмотря на то что отверстия в корпусе располагаются так же, как в Baby-AT, конструкции ATX и Baby-AT несовместимы. Основная конструкция источника питания ATX аналогична конструкции стандартного источника питания Slimline, используемого в системах Baby-AT, однако используются другие штекеры, а на контакты подается другое напряжение.

Конструктивные преимущества формфактора ATX вытеснили с рынка материнские платы Baby-AT и LPX. Несмотря на то что материнские платы старых формфакторов все еще можно найти в продаже, я бы порекомендовал останавливать свой выбор исключительно на системах ATX (или совместимых с ними microATX и FlexATX). Они выпускаются начиная с конца 1996 года и, скорее всего, удержат лидирующие позиции еще несколько лет.

Не снимая кожух компьютера, можно определить, имеет ли установленная в нем плата формфактора ATX. Обратите внимание на заднюю панель системного блока. ATX имеет две отличительные черты. Во-первых, все платы расширения вставлены непосредственно в материнскую плату; нет никаких выносных плат, как у LPX или NLX, так что их разъемы перпендикулярны к плоскости системной платы. Во-вторых, платы ATX имеют уникальную панель ввода-вывода удвоенной высоты, содержащую все встроенные разъемы на системной плате (рис. 4.17 и табл. 4.2).

Таблица 4.2. Типовые встроенные порты в системных платах ATX

Описание порта	Тип разъема	Цвет разъема
Порт мыши PS/2	6-контактный mini-DIN	Зеленый
Порт клавиатуры PS/2	6-контактный mini-DIN	Фиолетовый
Порты USB	2-контактный USB	Черный
Параллельный порт	25-контактный D-Submini	Светло-красный
Последовательный порт	9-контактный D-Submini	Светло-зеленый
Аналоговый видеопорт VGA	15-контактный HD D-Submini	Темно-голубой
Игровой/MIDI-порт	15-контактный D-Submini	Желтый
Аудиопорты: линейный вход, передний/задний линейные выходы, центральный LFE-выход, микрофон	3,5-миллиметровый Mini-Phone	Светло-голубой, светло-зеленый, черный, черный и розовый соответственно
TV-выход S-Video	4-контактный Mini-DIN	Черный
Порт IEEE-1394/FireWire	6-контактный IEEE-1394	Серый
Порт Ethernet 10/100/1000	8-контактный RJ-45	Черный
Оптический аудиовыход S/PDIF	TOSLINK	Черный
Цифровой видеовыход DVI (не показан)	DDWG-DVI	Белый
Цифровой аудиовыход S/PDIF (не показан)	RCA	Оранжевый
Порт SCSI (не показан)	50/68-контактный HD SCSI	Черный
Модемный порт (не показан)	4-контактный RJ-11	Черный
Композитный видеовыход (не показан)	RCA	Желтый

DIN. Deutsches Institut für Normung e.V (Германский институт стандартизации).

USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

VGA. Video Graphic Array (адаптер видеографики).

HD. High Density (двойная плотность).

MIDI. Musical Instrument Digital Interface (цифровой интерфейс музыкальных инструментов).

LFE. Low Frequency Effects (низкочастотные аудиоэффекты) — сабвуфер.

S-Video. Super Video.

IEEE. Institute of Electrical and Electronic Engineers (Институт инженеров электротехники и электроники).

TOSLINK. Toshiba Optical link (оптический канал).

LAN. Local Area Network (локальная сеть).

RJ. Registered Jack (зарегистрированный штекер).

S/PDIF. Sony/Philips Digital Interface (цифровой интерфейс Sony/Philips).

DVI. Digital Visual Interface (цифровой видеоинтерфейс).

DDWG. Digital Display Working Group (цифровой видеоинтерфейс).

RCA. Radio Corporation of America.

SCSI. Small Computer System Interface (интерфейс малых вычислительных систем).

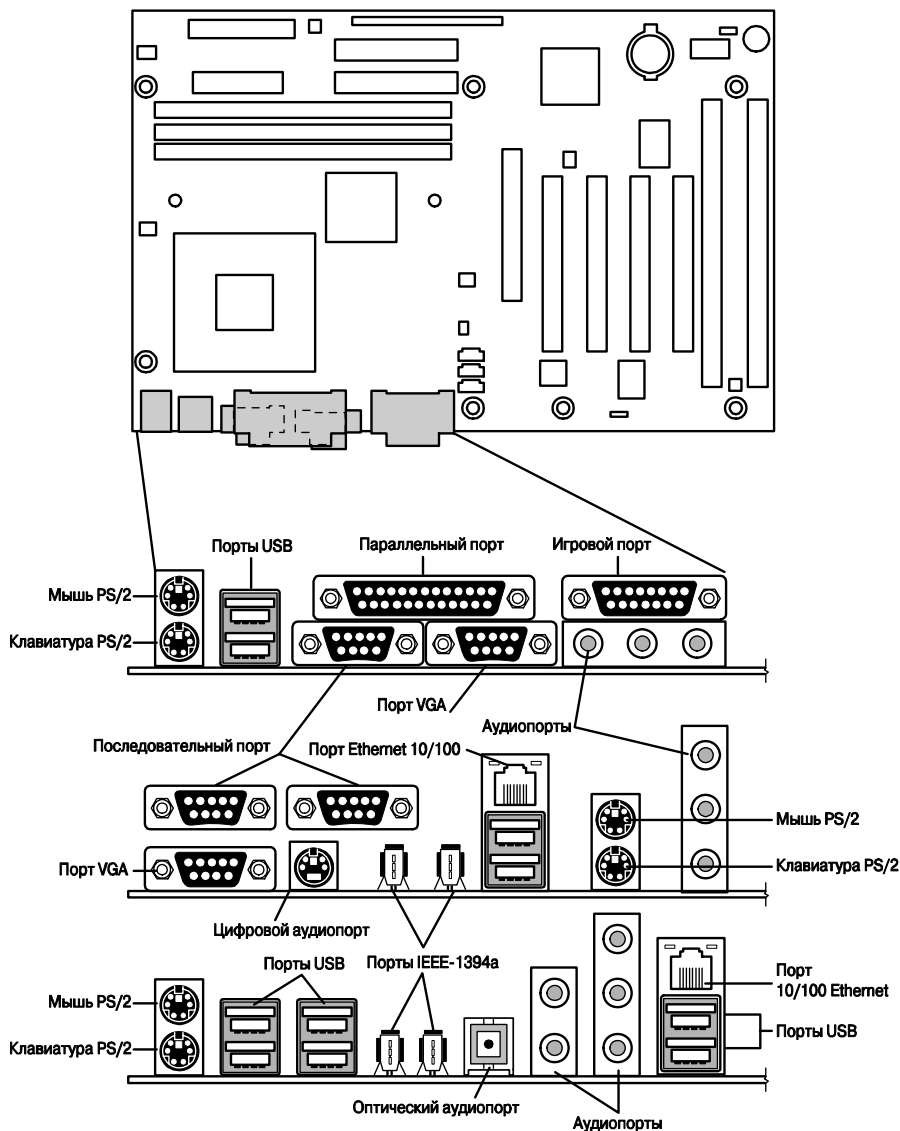


Рис. 4.17. Типичное расположение разъемов на плате ATX и ее задней панели для систем со встроенными видео- и аудиосистемами (вверху и в центре), портами LAN и IEEE-1394/FireWire (внизу и в центре) и для систем типа “legacy-free” (внизу)

Примечание

Большинство базовых портов и разъемов системных плат ATX имеют стандартные цветовые обозначения (см. табл. 4.2). Маркировка помогает использовать разъемы должным образом — достаточно сравнить цвета разъемов и штекеров. Например, у большинства клавиатур разъем фиолетовый, в то время как у мыши — преимущественно зеленый. Хотя порты как мыши, так и клавиатуры (оба имеют 6-контактные разъемы mini-DIN) расположены рядом друг с другом и внешне похожи, их цветовая кодировка позволяет не перепутать подключаемые к ним устройства. Таким образом, фиолетовый разъем подключается в фиолетовый порт, а зеленый — соответственно в зеленый порт. При этом нет необходимости приглядываться к мелким обозначениям на самих разъемах.

Вся необходимая информация, относящаяся к спецификациям формфакторов ATX, mini-ATX, microATX, FlexATX и NLX, может быть получена на сайте Form Factors (www.formfactors.org). На сайте представлены спецификации формфакторов и технические характеристики конструкций системных плат, а также обзор новых технологий, данные по различным поставщикам и дискуссионный форум.

Примечание

Некоторые системные платы, особенно предназначенные для серверов, отличаются большим разнообразием нестандартных формфакторов ATX, получивших название *extended ATX*. Размеры стандартной платы ATX составляют 305×244 мм, в то время как максимальный размер платы расширенного формфактора ATX может составлять 305×330 мм. Поскольку официального расширенного стандарта ATX не существует, размеры системных плат и корпусов расширенных формфакторов могут не совпадать. Приобретая системную плату расширенного формфактора, убедитесь в том, что она подходит для корпуса компьютера. Системные платы для двух процессоров Хеоп можно монтировать в обычный корпус, поэтому для обеспечения максимальной взаимозаменяемости со стандартными корпусами рекомендуется приобретать системные платы стандартного формата ATX.

ATX Riser

В декабре 1999 года Intel представила очередную модификацию системных плат семейства ATX — ATX-Riser. Эта конструкция включает в себя 22-контактный (2×11) разъем, дополняющий один из слотов PCI системной платы. В него вставляется вертикальная плата, содержащая, в свою очередь, два или три разъема. Эта плата позволяет установить две или три дополнительные платы PCI. Следует заметить, что данная конструкция не поддерживает AGP.

Системные платы семейства ATX обычно устанавливаются в вертикально расположенных корпусах, но в некоторых случаях более приемлема настольная система с горизонтальной компоновкой. При установке платы ATX в горизонтальный корпус высота платы PCI достигает 4,2 дюйма (107 мм), что приводит к увеличению высоты корпуса, по крайней мере до 6–7 дюймов (152–178 мм). В настольных системах Slimline чаще всего используются системные платы NLX, более сложная конструкция которых значительно увеличивает общую стоимость системы. Как следствие этой проблемы возник вопрос о поиске более дешевых способов использования стандартных плат формфактора ATX в настольных системах Slimline. Наиболее перспективным решением стало создание малогабаритной конструкции платы PCI. 14 февраля 2000 года специалистами группы Peripheral Component Interconnect Special Interest Group (PCI SIG) была представлена спецификация PCI Low-Profile, которая в настоящее время используется при разработке уменьшенных (до 2,5 дюйма) плат PCI. Новая спецификация PCI пока не получила широкого распространения, поэтому Intel остановилась на конструкции ATX Riser, которая позволяет применять платы PCI стандартной высоты в системах стоечного исполнения и Slimline.

При добавлении 22-контактного разъема расширения к одному из слотов PCI в системной плате генерируются дополнительные сигналы, необходимые для поддержки платы ATX Riser, содержащей два или три разъема. В эти разъемы могут быть подключены платы PCI стандартной длины. Следует заметить, что системная плата может использоваться как с платой ATX Riser, так и без нее. Однако если плата ATX Riser установлена, то оставшиеся разъемы PCI системной платы не используются; следовательно, для подключения плат расширения придется сделать выбор между системной платой и ATX Riser. Плата ATX Riser предназначена исключительно для плат PCI (отсутствует поддержка плат AGP и ISA). На рис. 4.18 показана системная плата ATX с установленной платой ATX Riser.

Разъем расширения с 22 контактами обычно устанавливается в шестой разъем шины PCI (второй справа). Нумерация, как правило, начинается с седьмого разъема, наиболее близкого к процессору, и выполняется справа налево. Расположение выводов разъема ATX Riser показано на рис. 4.19.

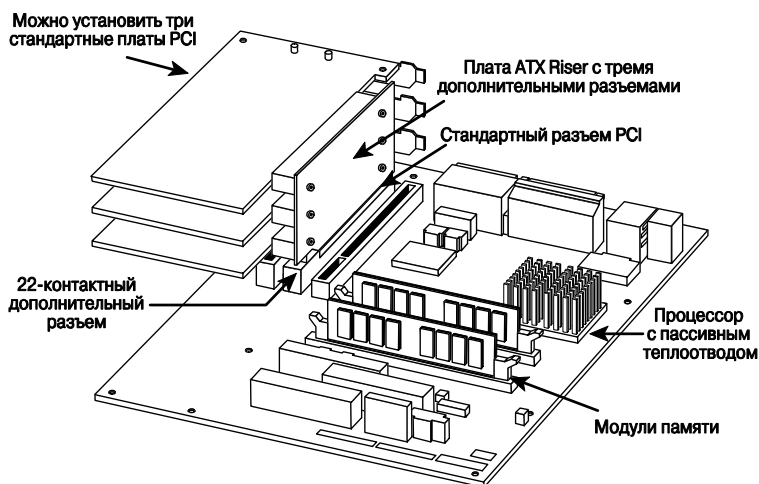


Рис. 4.18. Плата ATX Riser в системной плате формфактора microATX

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
Общий	B1	A1	PCI_GNT1#
PCI_CLK1	B2	A2	Общий
Общий	B3	A3	PCI_GNT2#
PCI_REQ1#	A4	B4	Общий
Общий	A5	B5	PCI_CLK3
PCI_CLK2	A6	B6	RISER_ID1
Общий	A7	B7	Зарезервирован
PCI_REQ2#	A8	B8	RISER_ID2
Общий	A9	B9	NOGO
PC/PCI_DREQ#	A10	B10	+12 В
PC/PCI_DGNT#	A11	B11	SER_IRQ

Рис. 4.19. Расположение выводов разъема ATX Riser

Разъем PCI платы ATX Riser представляет собой стандартный разъем PCI с идентичными сигналами.

Системы, использующие плату ATX Riser, принадлежат в основном к классу низкопрофильных. Поэтому стандартные платы PCI и AGP нельзя установить в свободные разъемы системной платы. Стандарт ATX Riser первоначально разрабатывался для системных плат эконом-класса, интегрированных со звуковыми, графическими и сетевыми микросхемами. Также указанный стандарт используется во многих серверах стоечного исполнения. Это связано с тем, что в ATX Riser большинство необходимых компонентов уже встроены в системную плату.

microATX

Формфактор системной платы microATX представлен компанией Intel в декабре 1997 года как вариант уменьшенной платы ATX, предназначенный для небольших и недорогих систем. Уменьшение формфактора стандартной платы ATX привело к уменьшению размеров корпуса, системной платы и блока питания и в конечном счете — к снижению стоимости системы в целом. Кроме того, формфактор microATX совместим с ATX, что позволяет использовать системную плату microATX в полноразмерном корпусе ATX. Но вставить полноразмерную плату ATX в корпус microATX, как вы понимаете, нельзя. В настоящее время системы

mini-tower доминируют на рынке дешевых PC, несмотря на то что их малые размеры и узкий корпус серьезно ограничивают возможную модернизацию.

Системные платы формфакторов microATX и ATX (или mini-ATX) имеют следующие основные различия:

- уменьшенная ширина: 244 мм (9,6 дюйма) вместо 305 мм (12 дюймов) или 284 мм (11,2 дюйма);
- уменьшенное число разъемов расширения (максимум 4, хотя в большинстве случаев — всего 3);
- уменьшенный блок питания (формфактора SFX/TFX).

Максимальные размеры системной платы microATX достигают всего 9,6×9,6 дюймов (244×244 мм) по сравнению с размерами полноразмерной платы ATX (12×9,6 дюйма, или 305×244 мм) либо mini-ATX (11,2×8,2 дюйма, или 284×208 мм). Размеры системной платы могут быть уменьшены, если расположение ее крепежных отверстий и разъемов будет соответствовать промышленному стандарту. Уменьшенное количество разъемов не составляет проблемы для обычного пользователя домашнего или офисного компьютера, так как ряд системных компонентов, к числу которых относятся, например, звуковая и графическая платы, часто встраиваются в системную плату. Высокая интеграция компонентов снижает стоимость системной платы и, соответственно, всей системы. Внешние разъемы USB, 10/100 Ethernet, иногда — SCSI или 1394 (FireWire) также могут содержать дополнительные слоты расширения. Спецификация системной платы microATX представлена на рис. 4.20.

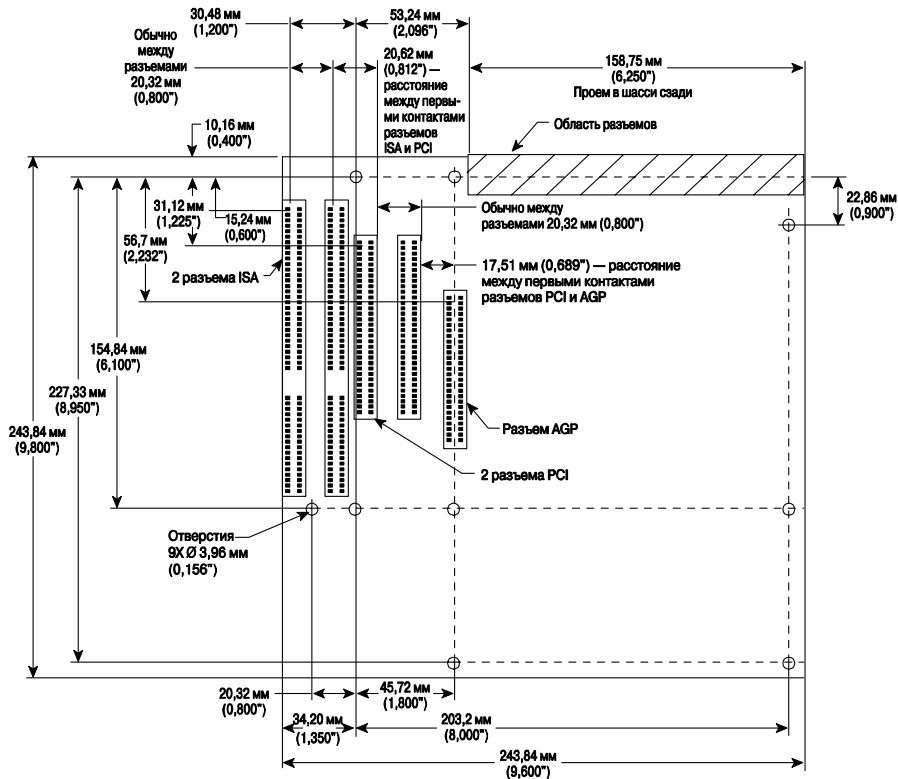


Рис. 4.20. Спецификации платы microATX версии 1.1

В системах microATX благодаря соответствию разъемов с успехом использовался стандартный блок питания ATX. Но несмотря на это специально для таких систем был разработан уменьшенный формфактор блока питания, получивший название “SFX/TFX”. Уменьшение размеров блока питания, в свою очередь, позволяет улучшить компоновку элементов и, соответственно, уменьшить общие размеры системы и потребляемую ею мощность. Но при использовании блока питания SFX/TFX можно столкнуться с недостатком выходной мощности для более быстрых или полностью сконфигурированных систем. Поскольку современные компьютеры потребляют немало электроэнергии, большинство плат microATX сторонних производителей поддерживают стандартные блоки питания ATX, хотя в системах microATX, поставляемых компаниями Compaq, HP, eMachines и другими, для уменьшения стоимости компьютера применяются те или иные типы блоков питания SFX или TFX.

Совместимость плат microATX с ATX означает следующее:

- использование одного и того же 20-контактного разъема питания;
- стандартное расположение разъемов ввода-вывода;
- одинаковое расположение крепежных винтов.

Сходство геометрических параметров позволяет установить системную плату microATX как в корпус ATX, содержащий стандартный блок питания, так и в уменьшенный корпус microATX, использующий меньший по размерам блок питания SFX/TFX.

Общие размеры системы microATX достаточно малы. Типичная система, созданная на основе платы указанного формфактора, имеет следующие размеры: высота — 304,8 или 355,6 мм (12 или 14 дюймов), ширина — 177,8 мм (7 дюймов), длина — 304,8 мм (12 дюймов), что соответствует корпусу класса “micro-tower” или “desktop”. Типичная системная плата microATX показана на рис. 4.21.

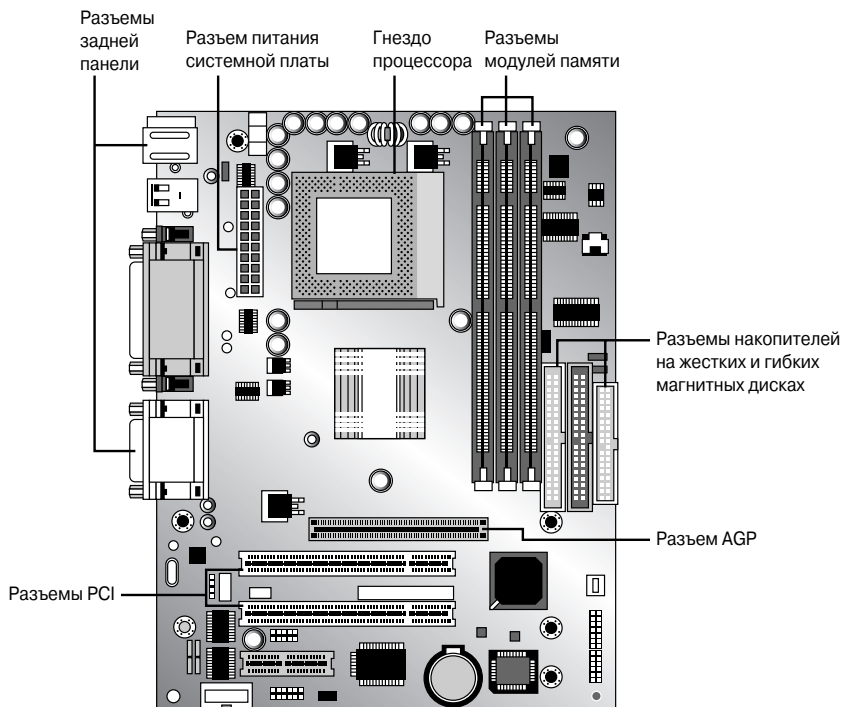


Рис. 4.21. Системная плата формфактора microATX

Формфактор microATX был представлен на всеобщее рассмотрение компанией Intel фактически в качестве промышленного стандарта. Спецификации и прочую информацию, относящуюся к формфактору microATX, можно получить на сайте www.formfactors.org.

FlexATX

В марте 1999 года Intel опубликовала дополнение к спецификации microATX, названное "FlexATX". В этом дополнении описывались системные платы еще меньшего размера, чем microATX, которые позволяют производителям создавать небольшие и недорогие системы. Платы FlexATX уменьшенного размера предназначены для использования во многих современных ПК, особенно тех, которые отличаются невысокой ценой, размером и ориентированы на пользователей, работающих с офисными приложениями. В некоторых платах FlexATX даже нет слотов расширения, и вместо них используются только порты USB или IEEE-1394/FireWire.

Формфактор FlexATX определяет системную плату, которая является наименьшей из семейства ATX. Размеры этой платы — всего 229×191 мм (9,0×7,5 дюйма). Системные платы FlexATX отличаются, как уже отмечалось, меньшими размерами и поддержкой процессоров гнездовой конструкции. В остальном платы FlexATX обратно совместимы со стандартной платой ATX, поскольку используют единое расположение монтажных отверстий, а также одинаковую спецификацию разъемов питания и ввода-вывода (рис. 4.22).

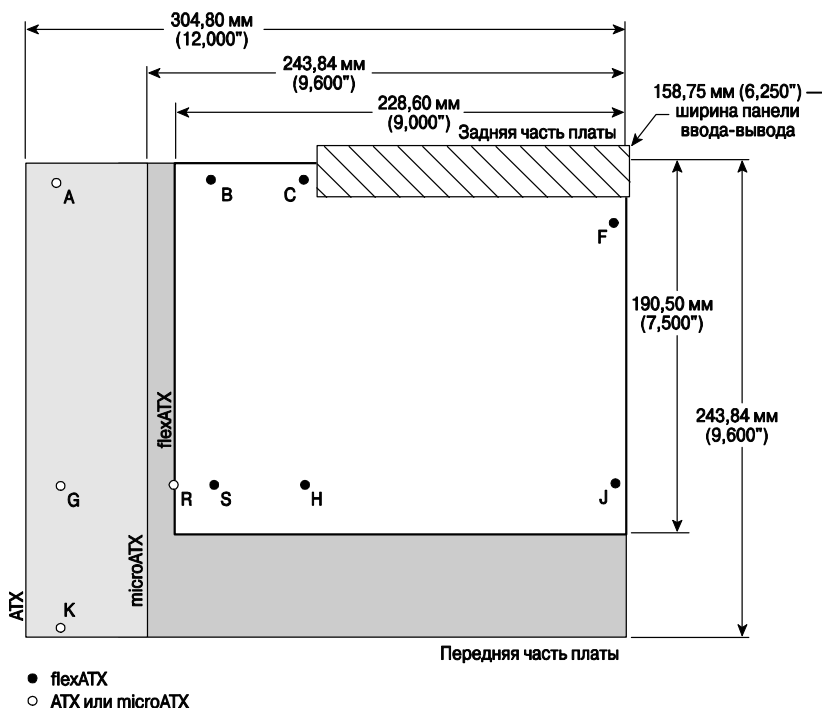


Рис. 4.22. Сравнение размеров и отверстий крепления системных плат формфакторов ATX, microATX и FlexATX

В большинстве систем FlexATX чаще всего используются блоки питания наименьшего формфактора SFX/TFX, представленного в спецификации microATX. В то же время, если позволяют размеры корпуса, может использоваться и стандартный блок питания ATX.

С появлением системной платы FlexATX семейство плат ATX расширилось и в настоящее время содержит уже четыре типоразмера, которые представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Размеры системных плат семейства ATX

Формфактор	Макс. ширина, мм (дюймов)	Макс. глубина, мм (дюймов)	Макс. площадь, см ² (квадратных дюймов)	Сравнение габаритов
ATX	305 (12,0)	244 (9,6)	743 (115)	
Mini-ATX	284 (11,2)	208 (8,2)	593 (92)	На 20% меньше
microATX	244 (9,6)	244 (9,6)	595 (92)	На 20% меньше
FlexATX	229 (9,0)	191 (7,5)	435 (68)	На 41% меньше

Учтите то, что в табл. 4.3 приведены максимальные размеры плат. Системные платы могут быть уменьшены, причем единственным условием для этого является соответствие расположения разъемов и крепежных отверстий требованиям, приведенным в спецификации. Все платы семейства ATX отличаются стандартным расположением базовых винтовых отверстий и разъемов, т.е. системные платы mini-, micro- и FlexATX могут быть установлены в любой корпус, отвечающий требованиям полноразмерной платы ATX. Разумеется, платы mini-ATX или полноразмерные платы ATX не могут быть установлены в корпус меньшего размера, предназначенный для системных плат формфактора micro- или FlexATX.

DTX и mini-DTX

Спецификации DTX и mini-DTX были изданы в феврале 2007 года компанией AMD и доступны на сайте www.dtxpc.org. Все это — варианты малого размера спецификаций microATX и FlexATX соответственно. Плата DTX имеет размеры 8×9,6 дюйма (203×244 мм), а mini-DTX — 8×6,7 дюйма (203×170 мм). Платы mini-DTX имеют всего четыре крепежных отверстия (С, F, Н и J), в то время как DTX — на два больше (С, F, Н, J, L и М) (см. рис. 4.16). Размеры плат DTX и mini-DTX и их соотношение с размерами FlexATX представлены в табл. 4.4. Малая ширина плат DTX и mini-DTX (203 мм) позволяет поместить на них всего 2 разъема расширения.

ITX и mini-ITX

Индустриальный стандарт наименьшего формфактора FlexATX ограничивает размеры системных плат до 22,86–19,05 см (9×7,5 дюйма). Учтите, что это лишь *максимально* возможный размер, следовательно, создание формфактора с платами еще меньшего размера вполне допустимо. Анализ спецификации FlexATX (особенно — расположения монтажных отверстий в системной плате) показывает, что плату FlexATX можно уменьшить для применения только четырех монтажных отверстий (С, F, Н и J) (см. рис. 4.22).

Согласно стандарту FlexATX, расстояние между отверстиями Н и J составляет 15,74 см (6,2 дюйма), в то время как расстояние между отверстием J и краем платы — 0,63 см (0,25 дюйма). Уменьшив расстояние от отверстия Н до левого края платы, можно создать плату шириной 17 см (0,63+15,74+0,63), вполне соответствующую спецификации FlexATX. Сопоставление минимальной ширины и длины платы демонстрирует, что минимальный размер платы, входящей в рамки ограничений FlexATX, составляет 170×170 мм (6,7×6,7 дюйма).

Подразделение Platform Solutions компании VIA Technologies поставило задачу создать системную плату с минимальными размерами (разумеется, насколько это возможно), причем не придумывая для этого нового, не совместимого с уже существующими формфактора. В марте 2001 года была создана плата несколько меньшей ширины, чем FlexATX (21,6 см вместо 22,8 см), однако той же глубины. В результате получившаяся плата была на 6% меньше платы FlexATX и при этом по-прежнему соответствовала стандартам FlexATX. Новая плата получила название “ITX”, однако уменьшения размеров всего на 6% оказалось недостаточно для промышленного производства, поэтому платы формфактора ITX так и не увидели свет.

В апреле 2002 года компания VIA представила плату с меньшими габаритами, которая характеризовалась минимальными глубиной и шириной, допустимыми в рамках стандарта

FlexATX. Новый формфактор назывался mini-ITX. По сути, все уменьшенные варианты плат стандарта ATX представляют собой платы FlexATX с минимальными габаритами. Все другие характеристики, будь то размер и расположение портов ввода-вывода, размещение монтажных отверстий и типы/количество разъемов блока питания, аналогичны стандарту FlexATX. Тем не менее платы большего размера нельзя установить в корпус mini-ITX.

Формфактор mini-ITX был разработан компанией VIA специально для процессоров с низким энергопотреблением Eden и C3 серии E. Системные платы этого формфактора предлагаются только компанией VIA и еще парой производителей. Поскольку процессоры C3 обладают на порядок меньшим быстродействием, чем процессоры начального уровня Celeron 4 или AMD Duron, формфактор mini-ITX главным образом предназначен для нестандартного использования, например в телевизионных компьютерных приставках и специальных вычислительных устройствах. Сравнение размеров формфакторов ITX и mini-ITX с FlexATX представлено в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Сравнение формфакторов ITX, mini-ITX и FlexATX

Формфактор	Макс. ширина, мм (дюймов)	Макс. глубина, мм (дюймов)	Макс. площадь, см ² (квадратных дюймов)	Сравнение габаритов
FlexATX	229 (9)	191 (7,5)	435 (68)	
DTX	203 (8)	244 (9,6)	495 (77)	На 14% больше
ITX	215 (8,5)	191 (7,5)	411 (64)	На 6% меньше
Mini-DTX	203 (8)	170 (6,7)	346 (54)	На 21% меньше
Mini-ITX	170 (6,7)	170 (6,7)	290 (45)	На 34% меньше
Nano-ITX	120 (4,7)	120 (4,7)	144 (22)	На 67% меньше
Pico-ITX	100 (3,9)	72 (2,8)	72 (11)	На 83% меньше

В момент своего создания стандарт ITX по размерам был примерно равным FlexATX (наверное, поэтому он так и не вышел на рынок), в то время как платы mini-ITX были на 34% меньше максимально допустимых спецификациями FlexATX габаритов.

Рядом производителей компьютерных корпусов создано несколько моделей очень небольшого размера, предназначенных для плат mini-ITX. Большинство из них имеют форму куба, в переднюю панель которого вмонтированы дисководы для гибких и оптических дисков. Схема типовой платы mini-ITX VIA EPIA-V представлена на рис. 4.23.

Как показано на рис. 4.23, платы mini-ITX обладают большинством необходимых портов ввода-вывода. Тем не менее между платами mini-ITX и другими моделями ATX существует ряд различий.

- Процессор в плате mini-ITX обычно припаян к гнезду, что делает невозможным его обновление или замену.
- В большинстве корпусов mini-ITX установлены блоки питания TFX, которые поставляются лишь несколькими компаниями, а значит, замена такого блока питания обойдется недешево.
- Доступные на рынке блоки питания TFX имеют небольшую выходную мощность, как правило — до 240 Вт.
- Встроенный графический адаптер нельзя заменить платой AGP.

Поскольку платы и корпуса mini-ITX предоставляются небольшим количеством компаний, возможности модернизации или замены системных компонентов существенно ограничены. Тем не менее, так как платы mini-ITX соответствуют стандарту FlexATX, их можно устанавливать в любых корпусах формфакторов FlexATX, microATX и полноразмерных ATX и применять вмонтированные в эти корпуса блоки питания. В свою очередь, в большинство корпусов mini-ITX нельзя установить платы FlexATX, microATX и ATX; кроме того, в таких корпусах, как правило, имеется блок питания TFX. Остановив свой выбор на системе mini-ITX, подберите подходящий для нее тип процессора, обладающий достаточным быстро-

действием, ведь замена или модернизация процессора практически всегда будет сопровождаться заменой системной платы.

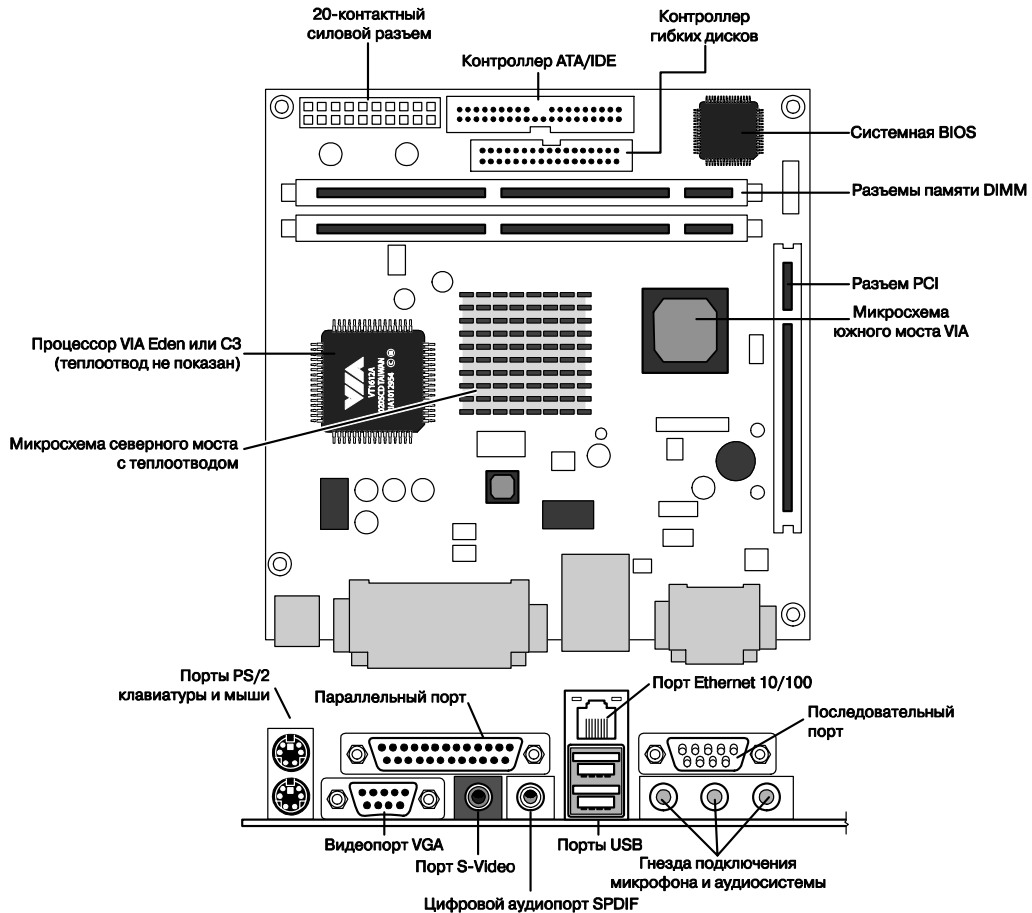


Рис. 4.23. Вид сверху и сзади системной платы VIA EPIA-V (с любезного разрешения компании VIA Technologies, Inc.)

Примечание

Официальный сайт, содержащий сведения о системах ITX, — www.viaembedded.com. Очень часто пользователи по ошибке обращаются на сайт www.mini-itx.com, который является сайтом компании, специализирующейся на поставках систем ITX и компонентов для них.

Последними разработками в семействе ITX являются ультракомпактные формфакторы Nano-ITX и Pico-ITX (120×120 и 100×72 мм), созданные для приложений, потребляющих исключительно малую мощность.

ВТХ

Формфактор системных плат ВТХ (Balanced Technology Extended) первоначально был представлен компанией Intel в сентябре 2003 года. Обновленные редакции 1.0a и 1.0b представлены в феврале 2004 года и июле 2005 года соответственно. Формфактор ВТХ был разработан для полной замены формфактора АТХ, удовлетворяя возросшие требования к энергопотреблению и охлаждению; он также обеспечил большую гибкость при проектировании сис-

тем. Однако в связи с тем, что в последнее время энергопотребление компонентов пошло на убыль, в частности после появления высокоэффективных двухъядерных процессоров, необходимость в формфакторе ВТХ стала далеко не такой очевидной. Конечно, когда-нибудь формфактор ВТХ может вытеснить формфактор АТХ, однако этот момент еще не наступил. С 2005 года этот формфактор стал популярным в фирменных сборках компаний Dell, Gateway и др.

Формфактор ВТХ не является обратно совместимым с АТХ и всеми остальными формфакторами. Полноразмерная системная плата ВТХ на 17% больше платы АТХ, что позволяет разместить на ней большее число компонентов. Разъемы портов ввода-вывода, разъемы и расположение монтажных отверстий отличаются от таковых в АТХ, что привело к необходимости разработки новой конструкции корпусов. Однако разъемы питания не претерпели изменений по сравнению с последними спецификациями АТХ12V; при этом допускается использование блоков питания АТХ, TFX, SFX, CFX и LFX. Блоки питания двух последних типов были разработаны специально для компактных и низкопрофильных систем ВТХ.

Основные преимущества формфактора ВТХ перечислены ниже.

- **Оптимизированное размещение компонентов, упрощающее передачу сигналов.** Все сигналы передаются в направлении от переднего к заднему краю платы, что значительно ускоряет обмен данными между компонентами и разъемами портов ввода-вывода.
- **Улучшенное прохождение воздушных потоков.** Благодаря этому обеспечивается более эффективное охлаждение при использовании меньшего количества вентиляторов, что снижает уровень акустического шума.
- **Крепежный модуль SRM (Support and Retention Module).** Обеспечивает механическую поддержку тяжелых радиаторов. Он также предотвращает искривление системной платы или повреждение компонентов при переносе или перевозке систем.
- **Масштабируемость размеров плат.** Благодаря этому преимуществу у разработчиков появляется возможность использовать одни и те же компоненты в системах различных размеров и конфигураций.
- **Низкопрофильные решения.** Спецификация допускает создание низкопрофильных систем.
- **Универсальный стандарт блоков питания.** Разъемы совместимы с последними версиями блоков питания АТХ; в малоформатных и низкопрофильных системах используются специальные блоки питания, тогда как в системах типа tower допускается использование стандартных блоков питания АТХ12V.

Стандарт ВТХ допускает использование системных плат трех формфакторов (табл. 4.5).

Таблица 4.5. Формфакторы системных плат ВТХ

Формфактор	Макс. ширина, мм (дюймов)	Макс. глубина, мм (дюймов)	Макс. площадь, см ² (квадратных дюймов)	Сравнение габаритов с ВТХ
ВТХ	325 (12,8)	267 (10,5)	867 (134)	—
microВТХ	264 (10,4)	267 (10,5)	705 (109)	На 19% меньше
PicoВТХ	203 (8,0)	267 (10,5)	542 (84)	На 37% меньше

Все платы соответствуют одним и тем же требованиям к расположению монтажных отверстий и разъемов. Поэтому, если у вас есть корпус, в который устанавливается полноразмерная системная плата ВТХ, в него также можно установить системную плату microВТХ или PicoВТХ (рис. 4.24). Очевидно, если у вас корпус стандарта microВТХ или PicoВТХ, то установить в него системные платы ВТХ не удастся.

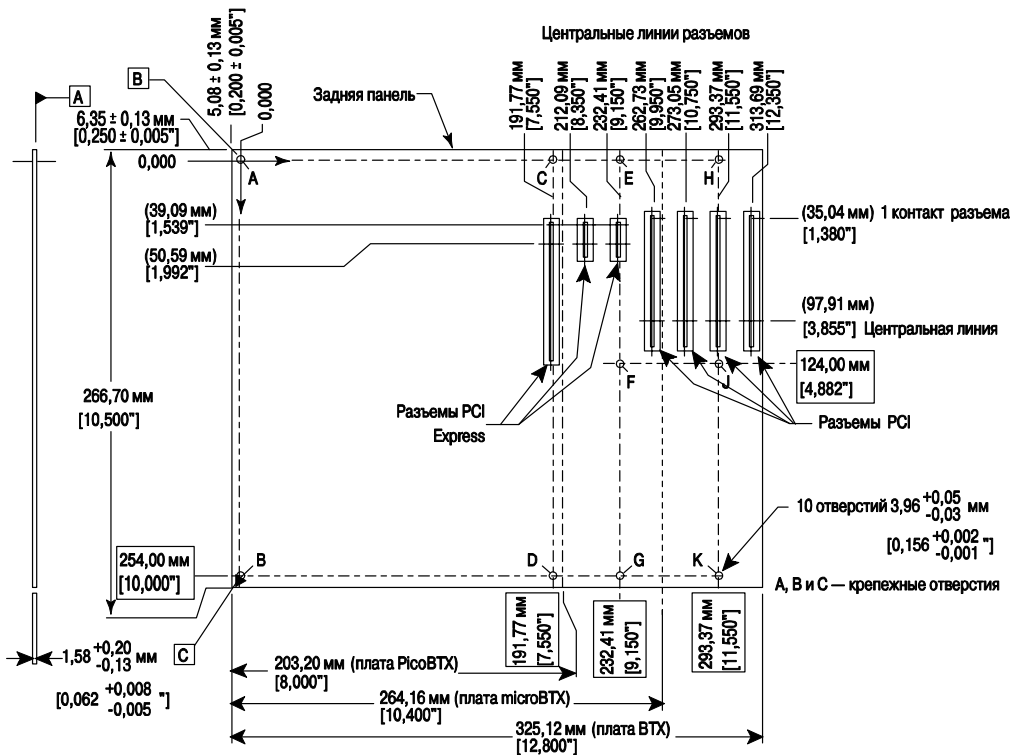


Рис. 4.24. Размеры системных плат согласно спецификации BTX 1.0a

Стандарт BTX предполагает использование до 10 монтажных отверстий, а также 7 разъемов, что определяется формфактором системных плат (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Монтажные отверстия системных плат BTX

Формфактор	Крепежные отверстия	Макс. кол-во разъемов
BTX	A, B, C, D, E, F, G, H, J, K	7
microBTX	A, B, C, D, E, F, G	4
PicoBTX	A, B, C, D	1

Стандарт BTX также четко определяет размещение системной платы и других компонентов внутри корпуса, что значительно упрощает работу в корпусе и замену компонентов.

С появлением процессоров, тепловыделение которых превышает 100 Вт, модулей управления напряжением, “горячих” наборов микросхем и графических процессоров возникла необходимость улучшить условия охлаждения. Согласно стандарту BTX, предполагается размещение тепловыделяющих компонентов вдоль одной линии, от переднего края системной платы к заднему, что позволит использовать один высокоэффективный модуль теплового баланса для охлаждения системы. В результате исчезает необходимость в использовании большого количества дополнительных вентиляторов. Модуль теплового баланса включает в себя радиатор для процессора, высокоэффективный вентилятор, а также воздуховод для обеспечения необходимых воздушных потоков внутри корпуса. Для крепления модуля теплового баланса используется специальный крепежный модуль SRM, который также позволяет устанавливать гораздо более массивные радиаторы, чем допускал стандарт ATX (рис. 4.25).

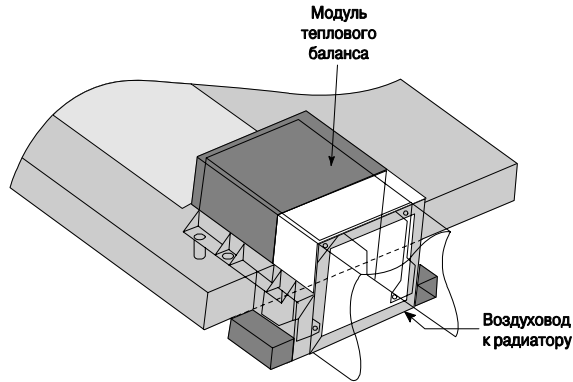


Рис. 4.25. Модуль теплового баланса ВТХ содержит радиатор для процессора и вентилятор

Стандарт ВТХ предлагает использование тех же разъемов питания, которые определяются последними спецификациями АТХ, в том числе 24-контактного основного разъема питания и 4-контактного разъема АТХ12V для питания модуля управления напряжением центрального процессора. Тип используемого блока питания определяется корпусом. Схема размещения компонентов внутри системного блока ВТХ представлена на рис. 4.26.

Как видно на рис. 4.26, все основные тепловыделяющие компоненты смещены к переднему краю системной платы, благодаря чему значительно увеличивается эффективность охлаждения. Поток воздуха направляется от переднего края к заднему, тем самым охлаждая процессор, набор микросхем, модули памяти и видеоадаптер.

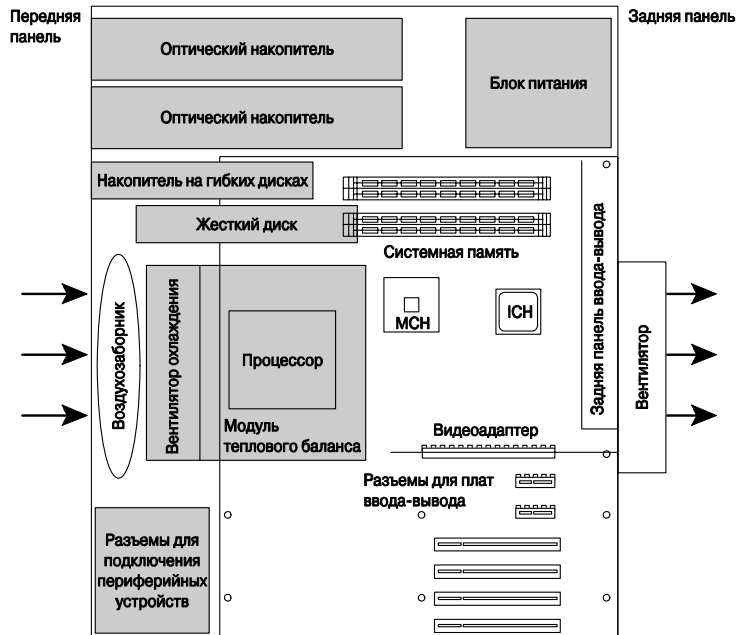


Рис. 4.26. Схема расположения элементов в корпусе ВТХ и их охлаждения

Для поддержки тяжелого радиатора и модуля теплового баланса используется крепежный модуль SRM, расположенный под системной платой. Фактически модуль SRM представляет

собой металлическую пластину, которая крепится к шасси под материнской платой. Поэтому модуль теплового баланса крепится к модулю SRM, а не к системной плате. Это предотвращает излишнюю нагрузку на процессор и системную плату, особенно при транспортировке систем.

Разъемы портов ввода-вывода на системных платах ВТХ расположены с другой стороны задней части платы по сравнению с системными платами АТХ. При этом блок разъемов оказывается чуть короче и шире, что позволяет оснащать системные платы большим количеством интерфейсов и разъемов.

Несмотря на то что стандарт ВТХ стал популярным в фирменных моделях компьютеров таких компаний, как Dell, Gateway и других, он так и не заменил на массовом рынке стандарт АТХ. Некоторые известные производители, например HP, продолжают использовать АТХ, не говоря уже о компаниях, занимающихся “белой” сборкой. Материнские платы, корпуса и “коробочные” процессоры ВТХ сильно ограничены по номенклатуре и малодоступны на рынке; также существуют некоторые проблемы со стандартизацией крепления модуля теплового баланса к корпусу. Учитывая вышесказанное и по-прежнему большую популярность формфактора АТХ, я рекомендую избегать систем и компонентов ВТХ, поскольку их модернизация и замена в будущем могут оказаться проблематичными. АТХ остается самым популярным и рекомендуемым формфактором для сборщиков систем и поставщиков компонентов.

WТХ

Формфактор систем и системных плат WТХ разрабатывался для рабочих станций среднего уровня. По своим параметрам он ненамного отставал от АТХ и определял размер/форму системной платы, а также интерфейс платы и корпуса, разработанный в соответствии с особенностями формфактора.

Формфактор WТХ версии 1.0 был представлен в сентябре 1998 года, а в феврале 1999 года появилась его следующая версия (1.1). С тех пор данный формфактор не обновлялся, и его поддержка была прекращена.

На рис. 4.27 показана типичная система WТХ со снятой крышкой. Обратите внимание, что свободный доступ к внутренним компонентам системы обеспечивается за счет выдвижения сборочных модулей и возможности открывать боковые панели.

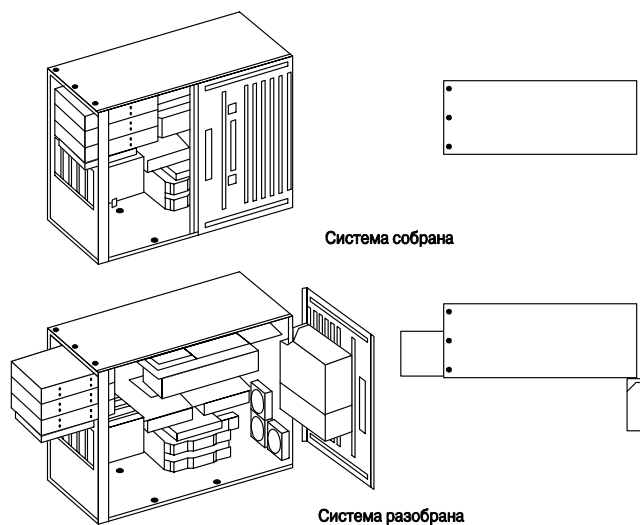


Рис. 4.27. Корпус WТХ упрощает доступ к компонентам системы

Системные платы WТХ, максимальная ширина которых достигает 14 дюймов (356 мм), а максимальная длина — 16,75 дюймов (425 мм), гораздо больше плат АТХ. Минимальные

размеры платы не ограничены, что позволяет производителям уменьшать размеры плат в соответствии с монтажными критериями. Дополнительное пространство, предоставляемое формфактором WTX, позволяло разместить два и более процессоров, а также прочее интегрированное оборудование, необходимое в конструкции сервера или рабочей станции.

Официальные требования по установке и расположению системной платы WTX не определены, что обеспечивает необходимую гибкость конструкции. Точное расположение и размер крепежных отверстий также не указываются; вместо этого системная плата WTX устанавливается на стандартной монтажной плате, которая должна поставляться в комплекте с системной платой. Конструкция корпуса WTX позволяет установить монтажную плату с присоединенной к ней системной платой.

Системные платы WTX оснащены разъемами питания, отличными от разъемов питания системных плат ATX. Изначально WTX оснащались 24-контактным разъемом питания, на который подавались только напряжения 5 и 3,3 В, а также отдельным 22-контактным разъемом для подачи напряжения 12 В. Современные платы WTX оснащены 24-контактным основным разъемом питания EPS12V (известным еще и как Superset ATX или SSI) либо стандарта ATX-GES. Оба разъема, ATX-GES и EPS12V, предполагают подачу на системную плату напряжений 3,3, 5 и 12 В, однако схемы размещения контактов у них совершенно разные. Системные платы стандарта EPS12V также оснащены 8-контактным разъемом для подачи дополнительного питания 12 В на процессор(ы). Сравнительные характеристики 24-контактных разъемов питания ATX-GES и EPS12V приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7. Схема расположения контактов 24-контактных основных разъемов питания ATX-GES и EPS12V

Контакт	ATX-GES	EPS12V	Контакт	ATX-GES	EPS12V
1	+5 В (красный)	+3,3 В (оранжевый)	13	+5 В (красный)	+3,3 В (оранжевый и коричневый)
2	+5 В (красный)	+3,3 В (оранжевый)	14	+5 В (красный)	-12 В (синий)
3	Общий (черный)	Общий (черный)	15	Общий (черный)	Общий (черный)
4	Общий (черный)	+5 В (красный)	16	+5 В SB (фиолетовый)	PS-Op (зеленый)
5	PS-Op (зеленый)	Общий (черный)	17	-12 В (синий)	Общий (черный)
6	Общий (черный)	+5 В (красный)	18	Общий (черный)	Общий (черный)
7	+3,3 В (оранжевый)	Общий (черный)	19	+3,3 В (оранжевый)	Общий (черный)
8	+3,3 В (оранжевый)	Pwr-OK (серый)	20	+3,3 В (оранжевый)	-5 В (белый)
9	Общий (черный)	+5 В SB (фиолетовый)	21	+3,3 В (оранжевый)	+5 В (красный)
10	Общий (черный)	+12 В (желтый)	22	Общий (черный)	+5 В (красный)
11	+12 В (желтый)	+12 В (желтый)	23	Общий (черный)	+5 В (красный)
12	+12 В (желтый)	+3,3 В (оранжевый)	24	+12 В (желтый)	Общий (черный)

Внимание

Не забывайте, что системные платы, соответствующие стандартам WTX, ATX-GES и EPS12V, оснащены 24-контактным разъемом Molex 39-01-2240, представляющим собой удлиненную версию 20-контактного разъема, используемого на системных платах ATX. Однако при этом схема расположения контактов отличается от стандарта ATX. Поэтому, если к системной плате подключить блок питания другого типа, сгорят либо оба устройства, либо одно из них.

Системные платы оригинальной разработки

Системные платы, которые не обладают одним из стандартных формфакторов (таких, как любой их форматов ATX), называются системными платами *оригинальной разработки*. Системы LPX, Mini-ITX и Nano-ITX попадают в класс частично-оригинальных, в то время как некоторые компании выпускают полностью оригинальные системы, состоящие из компонентов исключительно своего производства. Не рекомендуется покупать компьютер с системными платами нестандартных конструкций, поскольку в них не предусмотрено условие замены системной платы, источника питания или корпуса, что существенно ограничивает возможности модернизации. Ком-

пьютеры с такими платами также трудно ремонтировать. Проблема состоит в том, что комплектующие для замены можно приобрести только у изготовителя системы, и они обычно во много раз дороже стандартных. По истечении срока гарантии систему с такой платой не стоит восстанавливать. Если системная плата выйдет из строя, дешевле купить новую стандартную систему целиком, поскольку ремонт оригинальной платы обойдется в пять раз дороже покупки новой стандартной системной платы. Кроме того, новая системная плата со стандартным формфактором, скорее всего, будет обладать более высоким быстродействием, чем заменяемая.

Следует заметить, что существует возможность ограниченной модификации систем ранних версий, содержащих системные платы оригинальных конструкций. Это возможно благодаря замене нестандартного процессора подключенным к нему регулятором напряжения, который обычно называется микросхемой разгона (overdrive) или ускоренного режима (turbo). К сожалению, подобная модификация далеко не всегда позволяет сочетать более дешевый новый процессор и системную плату. Как правило, следует обновлять системную плату вместе с процессором, что невозможно выполнить в оригинальной системе.

Конструкция распространенной системной платы LPX была основой большинства оригинальных систем. Подобные системы продавались в основном по каналам розничной торговли. В системах этого класса традиционно доминировали компании Compaq, Hewlett-Packard (серия Vectra) и Packard Bell (которая уже прекратила свое существование). В целом, всем перечисленным системам свойственны проблемы, характерные для любых систем оригинальных конструкций.

Если, например, выйдет из строя системная плата в компьютере класса ATX, можно найти сколько угодно системных плат подходящей конструкции с разными процессорами и быстродействием по вполне приемлемым ценам. При желании можно найти замену и для плат Baby-AT, однако вот уже несколько лет этот формфактор не поддерживает новые технологии и не используется в последних моделях компьютеров. Если же выйдет из строя системная плата уникальной конструкции, то придется обращаться к ее производителю. При этом практически не будет возможности подобрать плату с более качественным процессором, чем тот, который был у вас. Другими словами, осуществлять модернизацию и ремонт подобных компьютеров сложно и, как правило, невыгодно.

Компьютеры, продаваемые такими ведущими компаниями, как Dell, Gateway и Micron, имеют стандартный формфактор ATX, microATX и NLX, поэтому с их модернизацией не возникнет проблем в будущем. Эти формфакторы позволяют легко заменить системную плату, источник питания и другие компоненты, причем найти новые компоненты можно будет не только у производителей первоначальной системы.

Примечание

Компании Dell и Gateway в 2005 году перешли на создание систем с формфактором ВТХ. Несмотря на то что этот формфактор официально считается стандартным, на рынке для него не представлено достаточное количество компонентов, таких как материнские платы, корпуса и “коробочные” процессоры. По этой причине такие системы будет проблематично ремонтировать и модернизировать в будущем. Все это делает системы ВТХ неудачным формфактором для компаний, занимающихся сборкой компьютеров.

Не все системы одного производителя используют один и тот же формфактор. К примеру, компания Dell использует стандартизированные формфакторы для выпускаемых настольных систем, однако многие их системы построены на оригинальных компонентах, таких как блоки питания с нестандартными выводами. По этой причине некоторые модели компьютеров от Dell сложно модернизировать с помощью материнских плат и блоков питания других производителей. Более подробно об этом мы поговорим в главе 19.

Объединительные платы

Системные платы в полном комплекте установлены не во всех компьютерах. В некоторых системах компоненты, которые обычно находятся на системной плате, устанавливаются на карту расширения, вставляемую в разъем на объединительной плате.

В таких компьютерах главная плата с разъемами называется *объединительной платой*, а компьютеры, использующие такую конструкцию, — *компьютерами с объединительной платой*.

Каждая из конструкций — с материнской или объединительной платой — имеет свои достоинства и недостатки. В конце 1970-х годов большинство оригинальных компьютеров выпускалось с объединительными платами. Впоследствии компании Apple и IBM повернули мир от модельного дизайна к использованию традиционных материнских плат с разъемами, поскольку последние оказались дешевле с точки зрения массового производства.

Существует два основных типа систем с объединительными платами: *пассивные* и *активные*. Пассивные объединительные платы вообще не содержат никакой электроники, кроме разве что разъемов шины и нескольких буферов и драйверных схем. Все остальные схемы обычных системных плат размещены на платах расширения. Есть пассивные системы, в которых вся системная электроника находится на единственной плате расширения. Практически это настоящая системная плата, но она должна быть вставлена в разъем на пассивной объединительной плате. Такая конструкция была разработана для того, чтобы максимально упростить модернизацию системы и замену в ней любых плат. Эта конструкция популярна в промышленных компьютерах и серверах, обычно монтируемых в стойке. На рис. 4.28 показан типичный одноплатный компьютер на базе процессора Pentium 4. На рис. 4.29 приведен пример корпуса пассивной системы.

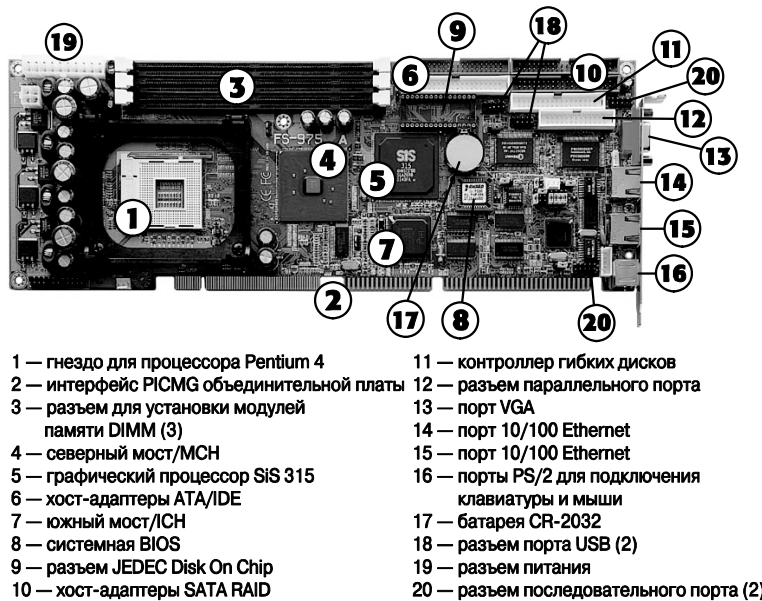


Рис. 4.28. Одноплатная система Pentium 4 IPICMG и ее основные компоненты. Как видите, плата обеспечивает согласование шин PCI и ISA с системной платой, содержит интегрированный AGP-видеоадаптер, два сетевых разъема Ethernet, ATA RAID, а также интерфейсы параллельного и последовательного портов, жестких дисков ATA/IDE, USB и накопителя на гибких дисках

Системы (иногда называемые *одноплатными* компьютерами), содержащие в себе системные и пассивные объединительные платы, являются наиболее распространенной конструкцией подобного исполнения. Обычно они используются в промышленных или лабораторных системах стоечного типа. Эти системы отличаются большим количеством разъемов, сверхмощными источниками питания и высокой производительностью; для них характерна обратная схема охлаждения, используемая для нагнетания давления внутри корпуса с помощью охлажденного фильтрованного воздуха.

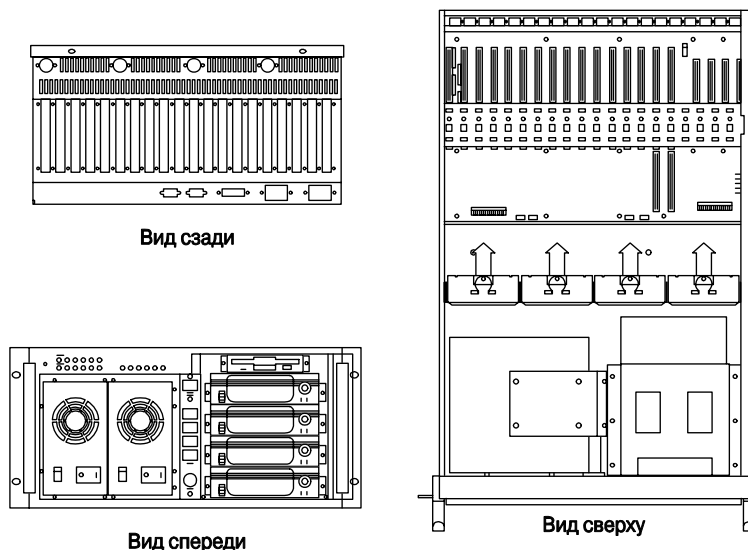


Рис. 4.29. Корпус пассивной системы

Примечание

Многие пассивные объединительные системы созданы на основе стандартов пассивной объединительной платы PCI/ISA и формфактора CompactPCI, представленных группой PCI Industrial Computer Manufacturers Group (PICMG). Более подробная информация, относящаяся к указанным стандартам, представлена на сайте PICMG по адресу www.picmg.org. Еще одним популярным стандартом одноплатных компьютеров является PISA, разработанный компаниями JUMPTec и Kontron. Стандарт PISA предполагает использование объединительных плат вдвое меньшей длины, которые вставляются в разъем, очень похожий на разъем EISA. Объединительные платы PISA также поддерживают установку плат PCI и ISA. Более подробные сведения по данной теме приведены на сайте www.kontron.com.

Активные объединительные платы включают в себя схемы управления шиной и множество других компонентов. Большинство таких плат содержат всю электронику обычной системной платы, кроме процессорного комплекса. *Процессорным комплексом* называют ту часть схемы платы, которая включает в себя сам процессор и непосредственно связанные с ним компоненты — тактовый генератор, кэш и т.д. Если процессорный комплекс расположен на отдельной плате, то упрощается операция замены процессора более новым. В такой системе достаточно заменить только эту плату, а системную плату менять необязательно. В результате получается модульная системная плата с заменяемым процессорным комплексом.

В большинстве современных компьютеров с объединительной платой используется именно активная плата с отдельным процессорным комплексом. К сожалению, интерфейс процессорных комплексов до сих пор не стандартизирован, поэтому такие платы рекомендуется покупать только у производителя системы. Это сужает рынок и, естественно, приводит к росту цен, так что в результате полная системная плата другого производителя может оказаться даже дешевле.

Гнезда для процессоров

Процессоры можно устанавливать в гнезда (Socket) и разъемы (Slot).

Процессоры, разрабатываемые Intel (начиная с 486-го), пользователь может устанавливать и заменять самостоятельно. Были разработаны стандарты для гнезд типа Socket, в которые можно установить различные модели конкретного процессора. Каждый тип гнезда или разъема имеет свой номер; по номеру можно точно определить, какие типы процессоров могут быть установлены в данное гнездо. Более подробно гнезда процессоров описываются в главе 3.

Гнезда для процессоров до 486-го не имели тип ZIF и не были пронумерованы; их взаимозаменяемость ограничена. В табл. 4.8 указаны микросхемы, которые можно установить в различные гнезда и разъемы.

Таблица 4.8. Технические данные гнезд процессоров

Класс процессора	Тип гнезда	Кол-во контактов	Расположение контактов	Напряжение, В	Поддерживаемые процессоры
Intel/AMD 486	Socket 1	169	17×17 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4 OD
	Socket 2	238	19×19 PGA	5	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4 OD, 486 Pentium OD
	Socket 3	237	19×19 PGA	5/3,3	486 SX/SX2, DX/DX2, DX4, 486 Pentium OD, AMD 5x86
Intel/AMD 586 (Pentium)	Socket 6 ¹	235	19×19 PGA	3,3	486 DX4, 486 Pentium OD
	Socket 4	273	21×21 PGA	5	Pentium 60/66, OD
	Socket 5	320	37×37 SPGA	3,3/3,5	Pentium 75–133, OD
	Socket 7	321	37×37 SPGA	VRM	Pentium 75–233+, MMX, OD, AMD K5/K6, Cyrix M1/II
Intel 686 (Pentium II/III)	Socket 8	387	Dual-pattern SPGA	Auto VRM	Pentium Pro, OD
	Slot 1(SC242)	242	Slot	Auto VRM	Pentium II/III, Celeron SECC
	Socket 370	370	37×37 SPGA	Auto VRM	Celeron/Pentium III PPGA/FC-PGA
Intel Pentium 4	Socket 423	423	39×39 SPGA	Auto VRM	Pentium 4 FC-PGA
	Socket 478	478	26×26 mPGA	Auto VRM	Pentium 4/Celeron FC-PGA2
	Socket T (LGA775)	775	30×33 LGA	Auto VRM	Pentium 4/Celeron LGA775
AMD K7	Slot A	242	Slot	Auto VRM	AMD Athlon SECC
	Socket A (462)	462	37×37 SPGA	Auto VRM	AMD Athlon/Athlon XP/Duron PGA/FC-PGA
AMD K8 ²	Socket 754	754	29×29 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64
	Socket 939	939	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64, 64FX
	Socket 940	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64FX, Opteron
	Socket AM2	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64, X2, 64 FX, 64 X2, Opteron
Серверные решения и рабочие станции Intel/AMD	Slot 2 (SC330)	330	Slot	Auto VRM	Pentium II/III Xeon
	Socket 603	603	31×25 mPGA	Auto VRM	Xeon (P4)
	Socket 604	604	31×25 mPGA	Auto VRM	Xeon (P4)
	Socket PAC418	18	38×22 split SPGA	Auto VRM split SPGA	Itanium
	Socket PAC611	611	25×28 mPGA	Auto VRM mPGA	Itanium 2
	Socket 940	940	31×31 mPGA	Auto VRM	AMD Athlon 64FX, Opteron

1. Гнездо Socket 6 не нашло применения в реальных системах.

2. В 2006 году AMD перевела процессоры Athlon 64 на гнездо Socket AM2.

FC-PGA. Flip-Chip Pin Grid Array (перевернутое гнездо с сеткой контактов).

FC-PGA2. FC-PGA with an Integrated Heat Spreader (IHS) (гнездо FC-PGA с интегрированным теплоотводителем).

OD. OverDrive (процессоры, предназначенные для модернизации существующих систем).

PAC. Pin Array Cartridge (картридж с массивом контактов).

PGA. Pin Grid Array (массив штырьковых контактов).

PPGA. Plastic Pin Grid Array (массив штырьковых контактов в пластиковом корпусе).

SC242. Slot connector, 242 pins (242-контактный разъем).

SC330. Slot connector, 330 pins (330-контактный разъем).

SECC. Single Edge Contact Cartridge (картридж с односторонним расположением контактов).

SPGA. Staggered Pin Grid Array (корпус с шахматным расположением выводов).

mPGA. Micro Pin Grid Array (массив штырьковых контактов в миниатюрном исполнении).

VRM. Voltage Regulator Module (модуль стабилизатора напряжения). Позволяет задать необходимое напряжение с помощью перемычек.

Auto VRM. Модуль стабилизатора напряжения. Позволяет задать напряжение, определяемое контактами VID (Voltage ID — идентификатор напряжения).

Изначально процессоры всех типов устанавливались в гнезда (или впаивались непосредственно в системную плату). С появлением Pentium II и первых версий процессоров Athlon компании Intel и AMD перешли к другой конструкции, разработанной вследствие того, что в процессоры была включена встроенная кэш-память второго уровня, приобретаемая в виде отдельных микросхем памяти Static RAM (SRAM) у сторонних производителей. Таким образом, процессор содержал в себе уже несколько различных микросхем, установленных на монтажной плате, которая, в свою очередь, была вставлена в разъем системной платы. Основным недостатком этой весьма неплохой конструкции являются дополнительные расходы, связанные с приобретением микросхем кэш-памяти, дочерней платы, разъема, корпуса или упаковки, механизмов поддержки и подставок для установки процессора и радиатора. В результате себестоимость процессора, монтируемого на отдельной плате, оказалась значительно выше по сравнению с предшествующими “гнездовыми” версиями процессоров.

С появлением второго поколения процессоров Celeron компания Intel начала интегрировать кэш-память второго уровня непосредственно в кристалл процессора, не добавляя в схему каких-либо дополнительных микросхем. Второе поколение процессоров Pentium III (кодовое название — Coppermine), процессоры K6-3, Duron (кодовое название — Spitfire) и второе поколение процессоров Athlon (кодовое название — Thunderbird) компании AMD (ранние версии процессора Thunderbird Athlon имеют конфигурацию Slot A) также содержат встроенную кэш-память второго уровня. С появлением встроенного кэша стал возможным возврат к однокристалльной конструкции процессора после отказа от его установки на отдельной плате. В результате интеграции кэш-памяти второго уровня производители вернулись к гнездовой конструкции процессора, которая сохранится, вероятно, в обозримом будущем. В настоящее время гнездовая конструкция процессоров используется практически во всех современных моделях. Кроме того, интеграция кэш-памяти позволила повысить рабочую частоту кэша второго уровня с половины или одной трети до полной тактовой частоты процессора.

Наборы микросхем системной логики

Современные системные платы невозможно представить без микросхем системной логики. Набор микросхем *определяет* функциональность системной платы. Другими словами, две любые платы с одинаковым набором микросхем системной логики функционально идентичны, если производитель преднамеренно не добавил некоторые функции, отсутствующие в чипсете, либо не отключил некоторые из имеющихся в нем.

Набор микросхем системной логики включает в себя интерфейс шины процессора (Front-Side Bus — FSB), контроллеры памяти, контроллеры шины, контроллеры ввода-вывода и т.п. Все схемы системной платы также содержатся в наборе микросхем. Если сравнивать процессор компьютера с двигателем автомобиля, то аналогом набора микросхем является, скорее всего, шасси. Оно представляет собой металлический каркас, служащий для установки двигателя и выполняющий роль промежуточного звена между двигателем и внешним миром. Шасси — это рама, подвеска, рулевой механизм, колеса и шины, коробка передач, карданный вал, дифференциал и тормоза. Шасси автомобиля представляют собой механизм, преобразующий энергию двигателя в поступательное движение транспортного средства. Набор микросхем, в свою очередь, является соединением процессора с различными компонентами компьютера. Процессор не может взаимодействовать с памятью, платами адаптера и различными устройствами без помощи набора микросхем. Если воспользоваться медицинской терминологией и сравнить процессор с головным мозгом, то набор микросхем системной логики по праву займет место позвоночника и центральной нервной системы.

Набор микросхем управляет интерфейсом, или соединениями процессора с различными компонентами компьютера. Поэтому он определяет в конечном счете тип и быстродействие используемого процессора, рабочую частоту шины, скорость, тип и объем памяти. В сущности, набор микросхем относится к числу наиболее важных компонентов системы, даже, наверное, более важных, чем процессор. Мне приходилось видеть системы с мощными процес-

сорами, которые проигрывали в быстройдействии системам, содержащим процессоры меньшей частоты, но более функциональные наборы микросхем. Во время соревнований опытный гонщик часто побеждает не за счет высокой скорости, а за счет умелого маневрирования. При компоновке системы я бы начинал с набора микросхем системной логики, так как именно от его выбора зависят эффективность процессора, модулей памяти, устройств ввода-вывода, а также разнообразные возможности расширения.

Эволюция наборов микросхем

Чтобы заставить компьютер работать, на первые системные платы IBM PC пришлось установить много микросхем. Кроме процессора, на системную плату было установлено множество других компонентов: генератор тактовой частоты, контроллер шины, системный таймер, контроллеры прерываний и прямого доступа к памяти, память CMOS, часы и контроллер клавиатуры. Наконец, чтобы обеспечить работу установленных компонентов, понадобился еще ряд микросхем, а также процессор, математический сопроцессор (модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой) и память. В табл. 4.9 перечислены все первичные компоненты, использовавшиеся в оригинальных системных платах PC/XT и AT.

Таблица 4.9. Компоненты системных плат PC/XT и AT

Компонент	Версия PC/XT	Версия AT
Процессор	8088	80286
Математический сопроцессор (модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой)	8087	80287
Генератор тактовой частоты	8284	82284
Контроллер шины	8288	82288
Системный таймер	8253	8254
Контроллер прерываний низкого уровня	8259	8259
Контроллер прерываний высокого уровня	---	8259
Контроллер прямого доступа к памяти низкого уровня	8237	8237
Контроллер прямого доступа к памяти высокого уровня	---	8237
Память CMOS и часы	---	MC146818
Контроллер клавиатуры	8255	8042

В схеме системной платы оригинальных систем PC/XT, кроме процессора/сoproцессора, использовался набор из шести микросхем. В компьютерах AT и системах более поздних версий IBM перешла к набору из девяти микросхем, в который были добавлены дополнительные прерывания, микросхемы контроллера DMA и энергонезависимая микросхема CMOS RAM/Real-time Clock (часы реального времени). Компоненты микросхем системной платы в основном были изготовлены компанией Intel или другими производителями по ее лицензии, за исключением микросхемы CMOS/Clock, которую выпустила компания Motorola. Для создания аналога или копии одной из систем IBM требовались все указанные компоненты, а также более сотни дискретных логических микросхем, связывающих конструкцию в единое целое. Основными недостатками подобной конструкции стали высокая себестоимость системной платы и отсутствие свободного места для интегрирования других функциональных компонентов.

В 1986 году компания Chips and Technologies представила качественно новый компонент, названный 82C206, который и стал основной частью первого набора микросхем системной логики системной платы ПК. Эта единственная микросхема выполняла все основные функции микросхем системной платы в компьютерах, совместимых с AT, а именно: функции генератора тактовой частоты (микросхема 82284), контроллера шины (микросхема 82288), системного таймера (микросхема 8254), двух контроллеров прерываний (микросхема 8259), двух контроллеров прямого доступа к памяти (микросхема 8237) и даже микросхемы CMOS-памяти и часов (микросхема MC146818). Кроме процессора, все основные компоненты системной платы PC были заменены одной микросхемой. Четыре дополнительные микросхемы

использовались в качестве буферов и контроллеров памяти, расширяя возможности компонента 82C206. На системной плате было всего пять микросхем. Этому первому набору микросхем системной логики компания Chips and Technologies присвоила название CS8220. Это был коренной переворот в производстве системных плат для PC. Не только значительно снизилась стоимость системной платы и упростилась ее конструкция, но и появилась возможность реализации функций, для которых прежде устанавливались платы расширения. Позже четыре микросхемы, установленные дополнительно к 82C206, были заменены новым набором, состоявшим только из трех микросхем; этот набор назывался New Enhanced AT (NEAT) CS8221. А еще через некоторое время появился набор микросхем системной логики 82C836 Single Chip AT (SCAT), который состоял всего из одной микросхемы.

Идею набора микросхем системной логики поддержали и другие изготовители. Компании Acer, Erso, Opti, Suntac, Symphony, UMC, VLSI и другие стремились захватить свою долю рынка. К сожалению, у многих из них положение на рынке наборов микросхем системной логики было неустойчивым: цены быстро менялись, и многие компании потерпели неудачу. Например, VLSI в 1993 году доминировала на рынке наборов микросхем системной логики, а в следующем году чуть не стала банкротом и впоследствии была поглощена компанией Philips. И все только потому, что в 1994 году на рынке появился новый изготовитель наборов микросхем системной логики — Intel. Год спустя компания Intel уже полностью контролировала рынок. Большинство системных плат в настоящее время имеют набор микросхем системной логики, разработанный Intel.

С 1999 по 2001 год Intel вела конкурентную борьбу с другими разработчиками наборов микросхем, причиной чего явилась ее зависимость от памяти RDRAM. В 1996 году Intel подписала контракт с компанией Rambus, объявив о всесторонней поддержке памяти RDRAM при создании наборов микросхем для настольных компьютеров вплоть до 2001 года. Я подозреваю, что Intel пришлось не раз об этом пожалеть. Память RDRAM, не имеющая каких-либо явных преимуществ по сравнению с SDRAM, отличается от нее гораздо более высокой себестоимостью. Впоследствии, в 2002 году, компания Intel разработала набор микросхем 845, поддерживающий DDR SDRAM (кодовое название — Brookdale) для работы с процессором Pentium 4. С тех пор наборы микросхем от Intel поддерживали различные варианты памяти DDR.

Компания Intel не осталась в одиночестве на рынке микросхем системной логики. Компании ATI (ныне — подразделение AMD), NVIDIA, VIA Technologies, Silicon Integrates Systems (SiS) и Uli Electronics (ранее — Ali Corporation) также выпускали наборы микросхем для Intel-совместимых систем.

Несмотря на то что AMD (а также компания ATI, ныне являющаяся подразделением AMD) спроектировала собственный набор микросхем системной логики, для поддержки своих процессоров и материнских плат она заинтересовала этим направлением и другие компании. Сегодня компания VIA Technologies является одним из основных производителей наборов микросхем для процессоров AMD. Все более растущая популярность процессоров AMD вынудила и другие компании, такие как NVIDIA, SiS, ATI и Uli Electronics, заняться созданием собственных наборов микросхем для AMD-совместимых систем.

Интересно отметить, что первый производитель наборов микросхем системной логики — компания Chip and Technologies — выжила на рынке за счет смены курса на выпуск микросхем видеографики, при этом найдя нишу в секторе портативных компьютеров. Позже эта компания была куплена Intel.

Наборы микросхем системной логики компании Intel

В настоящее время Intel занимает доминирующее положение на рынке наборов микросхем системной логики. Необходимо заметить, что это стало возможно в значительной мере благодаря компании Compaq, с помощью которой Intel вышла на первое место по производству микросхем.

Все началось с того, что в 1989 году Compaq разработала шину EISA, которая, как предполагалось, должна была стать стандартом рынка. Но компания отказалась предоставить сто-

ронним разработчикам набор микросхем системной логики для этой шины (т.е. набор специальных микросхем, необходимых для функционирования шины EISA на системной плате).

В Intel было принято решение о поставке наборов микросхем системной логики сборщикам компьютеров на основе системных плат EISA. Шина EISA, как известно, потерпела неудачу, сумев лишь на короткое время занять свободную нишу на рынке серверов. Однако Intel, в свою очередь, за это время успела приобрести бесценный опыт в производстве наборов микросхем. С появлением процессоров 286 и 386 оказалось, что создание наборов микросхем, соответствующих новым конструкциям процессоров, отнимает у компаний-производителей слишком много времени и приводит к задержке выпуска системных плат, поддерживающих эти процессоры. Например, между появлением процессора 286 и выпуском первой системной платы, созданной на его основе, прошло более двух лет, а для создания первых системных плат на основе процессора 386 потребовалось чуть более года. Количество продаваемых процессоров Intel было ограничено отсутствием Intel-совместимых системных плат от других производителей. Поэтому в Intel решили вести параллельную разработку процессоров и наборов логических микросхем, используемых в системных платах. Это привело к качественному скачку в производстве системных плат и обеспечило производителей готовыми наборами микросхем системной логики.

Столь важное решение вскоре было реализовано на практике. В апреле 1989 года одновременно с процессором 486 компания Intel выпустила набор микросхем серии 420. Это позволило производителям практически сразу же начать производство системных плат, и первые платы серии 486 появились всего через несколько месяцев. Нельзя сказать, что подобная практика обрадовала других производителей: ведь в лице Intel они получили достойного конкурента.

С 1989 года Intel приступила к созданию процессоров и наборов микросхем системной логики, что составляет примерно 90% компонентов типичной системной платы. Что может служить лучшей гарантией совместимости аппаратных компонентов, чем системная плата и процессор Pentium, изготовленные в одно время одним производителем и предназначенные друг для друга? В 1993 году Intel одновременно с первым процессором Pentium представила набор микросхем системной логики 430LX, а также полностью законченную системную плату. Это огорчило не только производителей наборов микросхем, но и компании, занимающиеся сборкой системных плат. Мало того что Intel стала основным поставщиком компонентов, необходимых для формирования системных плат (процессоры и наборы микросхем системной логики), она занялась также производством и продажей готовых системных плат. К 1994 году Intel не только доминировала на рынке процессоров и наборов микросхем, но, по сути, монополизировала рынок системных плат.

В наши дни, наряду с разработкой процессоров, Intel продолжает заниматься созданием наборов микросхем системной логики и системных плат, т.е. представление и выпуск нового продукта происходят практически одновременно. Подобный подход позволяет избавиться от свойственных началу компьютерной эры задержек, возникающих между созданием новых процессоров и появлением системных плат, в которых они могут быть использованы. С точки зрения потребителя, это означает возможность незамедлительного использования новой системы. Начиная с 1993 года (т.е. с момента появления первого процессора Pentium) пользователи получили возможность приобретать готовые системы в день выпуска нового процессора.

На семинарах я часто спрашиваю, у кого из студентов есть компьютер Intel. Ответ на этот вопрос известен заранее. Корпорация Intel не занимается продажей или поставкой компьютеров под собственным именем, поэтому систем “торговой марки Intel” не существует. Но в том случае, если компьютер содержит системную плату Intel, его можно уверенно называть компьютером Intel, по крайней мере по отношению к некоторым компонентам. Имеет ли значение, в каком корпусе и под каким именем компания Dell, Gateway или Micron установила системную плату Intel? Если снять крышку корпуса, то обнаружится, что большинство систем основных производителей практически одинаковы, так как состоят из одних и тех же компонентов. В последнее время производители все чаще и чаще предлагают системы, соз-

данные на базе процессоров Athlon и Duron компании AMD в качестве альтернативы системам Intel. Но несмотря на это нет такого производителя, который смог бы занять лидирующее положение на рынке системных плат AMD, используя методику Intel.

Во многих недорогих системах, продаваемых в розницу и созданных на основе формфактора microATX, используются системные платы других производителей, что позволяет удерживать цены на постоянно низком уровне. Несмотря на то что многие компании производят Intel-совместимые системные платы, используемые для модернизации систем или локальных компьютерных сборок, Intel все еще занимает доминирующее положение среди основных поставщиков OEM на рынке систем средней и высшей ценовой категории.

Номера моделей наборов микросхем системной логики Intel

В 1989 году было положено начало единой системе нумерации наборов микросхем системной логики компании Intel. В табл. 4.10 перечислены выпущенные этой компанией чипсеты и поддерживаемые ими процессоры и компоненты.

Таблица 4.10. Номера моделей наборов микросхем системной логики Intel

Номер набора микросхем системной логики	Поколение процессора
420xx	P4 (486)
430xx	P5 (Pentium), память EDO
440xx	P6 (Pentium Pro/Pentium II/Pentium III), AGP, память SDRAM
8xx	P6/P7 (PII/PIII/P4), AGP, память DDR
450xx	Рабочие станции P6 (Pentium Pro/Pentium II/III Xeon), память SDRAM
9xx	P7/P8 (Pentium 4/Core 2), PCI Express, память DDR2
3x	P8 (Core 2), PCI Express, память DDR2/DDR3
E72xx	P7 (Pentium 4/D), AGP/PCI Express, память DDR/DDR2 с поддержкой ECC
E75xx	Рабочие станции P7/P8 (Xeon), два процессора, PCI Express, DDR2 с поддержкой ECC
5000x	Рабочие станции P8 (двухъядерный Xeon), два процессора, PCI Express, память FB-DIMM

Приведенные в таблице номера являются сокращениями реальных номеров, которыми маркированы микросхемы. К примеру, в системах на базе процессоров Pentium II/III широко используется набор микросхем системной логики 440BX, который состоит из двух компонентов: северного моста 82443BX и южного моста 82371EB. Набор микросхем 865G поддерживает процессор Pentium 4 и состоит из двух основных частей: контроллера графической памяти 82865G и контроллера ввода-вывода 82801EB или 82801EBR. Прочитав логотип компании (Intel или какой-либо другой), а также номера компонентов и комбинации символов микросхем системной платы, можно легко идентифицировать набор микросхем, используемый в конкретной системе.

При создании наборов микросхем Intel использует два различных типа архитектуры: северный/южный мост и более современную *hub*-архитектуру, которая применяется во всех последних наборах микросхем системной логики начиная с серии 800.

Совет

Во многих современных системных платах микросхема северного моста/GMCH/MCH скрыта под пассивным или активным радиатором; кроме того, в некоторых случаях радиатор установлен и на микросхеме южного моста/ICH. Для определения набора микросхем, используемого в подобных системных платах, можно обратить внимание на сведения, отображаемые при загрузке системы, или воспользоваться специальной диагностической программой. Для этого случая рекомендую утилиты Chipset Identification Utility (<http://developer.intel.com/support/chipsets/inf/sb/CS-009266.htm>) и CPU-Z (<http://cpuid.com>).

Архитектура графической системы Intel Integrated Graphics

Производство наборов микросхем системной логики для материнских плат компания Intel начала в апреле 1999 года, выпустив набор 810. Интеграция поддержки графики в набор микросхем позволяет отказаться от обособленной видеопамати и специальной микросхемы;

при этом для графической системы выделяется часть обычной памяти, установленной в компьютере. Многие наборы микросхем с интегрированным видеоадаптером поддерживают также разъемы AGP и/или PCI Express для возможности модернизации. В эти разъемы можно вставить более производительную видеокарту.

В табл. 4.11 представлены технологии графики, интегрированные в наборы микросхем от Intel (от 810 до G35).

Таблица 4.11. Технологии графики и поддерживающие их наборы микросхем

Технология	Набор микросхем
Intel Graphics Technology	810/E/E2, 815G/EG
Intel Extreme Graphics	845G, 852/855GM, 865G
GMA 900	910G/GM, 915G/GM
GMA 950	945G/GM
GMA 3000	946GZ, Q963, Q965
GMA 3100	G31, G33, Q33, Q35
GMA X3000	G965
GMA X3100	GM965, GL960
GMA X3500	G35

GMA. Graphics Media Accelerator — ускоритель графики.

Наборы микросхем семейства 845 (серия 845G) включают в себя новую графическую систему Intel Extreme Graphics, обеспечивающую улучшенное быстродействие в трехмерных приложениях и поддерживающую представленные ниже технологии, необходимые для улучшения качества и повышения скорости визуализации трехмерных объектов.

- **Ядро быстрой визуализации пикселей/текстелей.** Конвейерная обработка и многоуровневое кэширование операций с двух- и трехмерными объектами, 8-кратное сжатие данных для оптимизации пропускной способности памяти.
- **Зональная визуализация.** Уменьшение нагрузки на канал памяти путем разбиения кадрового буфера на треугольные области, сортировки треугольников на отдельные зоны и последовательной передачи каждой зоны памяти видеосистемы.
- **Технология динамической видеопамати.** Совместное использование оперативной памяти видеосистемой, приложениями и операционной системой. Зависит от объема памяти, используемого запущенными программами.
- **Интеллектуальное управление памятью.** Улучшенная адресация памяти и повышение ее производительности, а также контроль экранного буфера.

Архитектура Extreme Graphics (EG) повышает эффективность процедур трехмерной визуализации по сравнению с более ранними интегрированными видеосистемами Intel (в частности, видеосистемы в наборах микросхем 810/815 вообще не поддерживали функции обработки трехмерных приложений). Тем не менее быстродействие EG уступало быстродействию и набору функций видеоадаптеров среднего уровня (таких, как GFORCE 2 MX 200 от NVIDIA).

Так продолжалось до тех пор, пока Intel не переименовала свою технологию в Graphics Media Accelerator (GMA) и не ввела в ней поддержку основных функций работы с трехмерными объектами, которые в DirectX 9 стали стандартом. В GMA 900 отсутствовала аппаратная поддержка вершинного шейдера — важной функции, используемой в играх. Это графическое ядро является компонентом семейства наборов микросхем 915.

Следующей версией интегрированного ядра является Intel Graphics Media Accelerator 950 — ускоренная версия Graphics Media Accelerator 900, реализованная в семействе наборов 945 от компании Intel. Ядро GMA 950 работает с частотой 400 МГц, что несколько больше по сравнению с 333 МГц у GMA 900; при этом поддерживаются плоские широкоформатные панели 16:9, компенсация движения при воспроизведении DVD, воспроизведение HDTV (720p и 1080i),

цифровое телевидение; кроме того, реализована программная поддержка вершинных шейдеров. GMA 950 и более новые версии поддерживают интерфейс Vista Aero системы Windows Vista.

Каждая из версий GMA, от 3000 до X3500, добавляла новые возможности, такие как улучшенное аппаратное декодирование видео и воспроизведение высокоточного видео (компания Intel назвала это технологией Clear Video), а также поддержку DirectX 10 и OpenGL 1.5 и 2.0.

Не обременяя себя функциями дискретной графики, реализованными в процессорах высококлассных видеоадаптеров, интегрированное видео может обеспечить удовлетворительную производительность графических приложений, не требуя за это дополнительной платы. Лично я рекомендую использовать материнские платы с интегрированной графикой, но содержащие дополнительные разъемы для вставки отдельного видеоадаптера. В этом случае на начальном этапе вы сможете сэкономить некоторую сумму, а позже добиться более высокой производительности видеорешений, вставив обособленный видеоадаптер.

Наборы микросхем системной логики для процессоров AMD

Выпустив на рынок процессоры семейства Athlon, компания AMD пошла на рискованный шаг: для них не существовало наборов микросхем системной логики, и, кроме того, они были не совместимы с существующими разъемами Intel для процессоров Pentium II/III и Celeron. Серия процессоров K7 вставлялась в разъем Socket 7, созданный Intel для семейства процессоров Pentium, в то же время процессоры Athlon и Duron не были совместимы по контактам ни с Pentium III. Ни с Celeron. Вместо “подгонки” к существующим стандартам Intel компания AMD решила создать собственный набор микросхем и материнскую плату.

Созданный набор микросхем был назван AMD-750 (кодовое название — Irongate). Он поддерживает процессоры Socket/Slot A и состоит из микросхем системного контроллера 751 (северный мост) и контроллера шины периферийных устройств 756 (южный мост). За этим последовал набор микросхем AMD-760 для процессоров Athlon/Duron, который является первым набором микросхем системной логики, поддерживавшим память DDR SDRAM. Он состоит из двух микросхем: AMD-761 (северный мост) и AMD-766 (южный мост). Также компания AMD создала новый стандарт архитектуры для своей линейки 64-разрядных процессоров Athlon 64 и Opteron, выпустив в свет набор микросхем AMD-8000. Новаторские усилия AMD подтолкнули и другие компании, такие как VIA Technologies, NVIDIA, Ali, SiS и ATI, создать собственные наборы микросхем, поддерживающие процессоры AMD. В 2007 году AMD приобрела компанию ATI, чтобы производство наборов микросхем и материнских плат для своих процессоров сосредоточить в одних руках. Этот шаг вывел компанию AMD на один уровень с Intel и дал ей возможность самой выпускать большую часть микросхем, необходимых для построения компьютерных систем на базе собственных процессоров.

Архитектура “северный/южный мост”

Большинство ранних версий наборов микросхем Intel (и практически все наборы микросхем других производителей) созданы на основе многоуровневой архитектуры и содержат следующие компоненты: северный мост, южный мост и микросхему Super I/O.

- **Северный мост.** Представляет собой соединение быстродействующей шины процессора (400/266/200/133/100/66 МГц) с более медленными шинами AGP (533/266/133/66 МГц) и PCI (33 МГц). Обозначение микросхемы северного моста зачастую дает название всему набору микросхем; например, в наборе микросхем 440BX номер микросхемы северного моста — 82443BX.
- **Южный мост.** Является мостом между шиной PCI (66/33 МГц) и более медленной шиной ISA (8 МГц).
- **Super I/O.** Отдельная микросхема, подсоединенная к шине ISA, которая фактически не является частью набора микросхем и зачастую поставляется сторонними производителями, например National Semiconductor и Standard Microsystems Corp. (SMSC).

Микросхема Super I/O содержит обычно используемые периферийные элементы, объединенные в одну микросхему. Следует отметить, что впоследствии микросхемы южного моста включили в себя функциональность Super I/O, так что в современных материнских платах отдельная микросхема Super I/O отсутствует.

Расположение всех микросхем и компонентов типичной системной платы AMD Socket A, использующей архитектуру “северный/южный мост”, показано на рис. 4.30.

Северный мост иногда называют контроллером PAC (*PCI/AGP Controller*). В сущности, он является основным компонентом системной платы и единственной, за исключением процессора, схемой, работающей на полной частоте системной платы (шины процессора). В современных наборах микросхем используется однокристалльная микросхема северного моста; в более ранних версиях содержалось до трех отдельных микросхем, составляющих полную схему северного моста.

Южный мост обладает более низким быстродействием и всегда находится на отдельной микросхеме. Одна и та же микросхема южного моста может использоваться в различных наборах микросхем системной логики. (Разные типы схем северного моста, как правило, разрабатываются с учетом того, чтобы можно было использовать один и тот же компонент южного моста.) Благодаря модульной конструкции набора микросхем системной логики стало возможным снизить стоимость и расширить поле деятельности для изготовителей системных плат. Южный мост подключается к шине PCI (33 МГц) и содержит интерфейс шины ISA (8 МГц). Кроме того, обычно он содержит две схемы, реализующие интерфейс контроллера жесткого диска IDE и интерфейс USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина), а также схемы, реализующие функции памяти CMOS и часов. В старых конструкциях южный мост содержал также все компоненты, необходимые для шины ISA, включая контроллер прямого доступа к памяти и контроллер прерываний.

Микросхема Super I/O, которая является третьим компонентом системной платы, соединена с шиной ISA (8 МГц) и содержит все стандартные периферийные устройства, встроенные в системную плату. Например, большинство микросхем Super I/O поддерживают параллельный порт, два последовательных порта, контроллер гибких дисков, интерфейс “клавиатура/мышь”. К числу дополнительных компонентов могут быть отнесены CMOS RAM/Clock, контроллеры IDE, а также интерфейс игрового порта. Системы, содержащие порты IEEE-1394 и SCSI, используют для портов этого типа отдельные микросхемы.

В новых системных платах с микросхемами северного и южного мостов представлена микросхема Super-South Bridge, которая включает в себя функциональные возможности сразу двух микросхем – собственно южного моста и Super I/O.

Hub-архитектура

Новые наборы микросхем системной логики от Intel используют архитектуру концентратора (hub-архитектуру), в которой бывший северный мост называется *концентратором контроллера памяти (Memory Controller Hub – MCH)*, а южный – *концентратором контроллера ввода-вывода (I/O Controller Hub – ICH)*. Системы с интегрированной графикой вместо стандартного MCH используют *концентратор контроллера графической памяти (Graphics Memory Controller Hub – GMCH)*.

Вместо соединения этих контроллеров через шину PCI, как в стандартной архитектуре “северный/южный мост”, взаимодействие между ними осуществляется через выделенный интерфейс концентратора, быстродействие которого вдвое выше, чем быстродействие PCI. Hub-архитектура обладает определенными преимуществами по сравнению с традиционной архитектурой “северный/южный мост”.

- **Увеличенная пропускная способность.** Пропускная способность интерфейса АНА (Accelerated Hub Architecture), используемой в наборах микросхем 8xx, вдвое выше пропускной способности PCI. В наборах микросхем серий 3xx и 9xx используется еще более усовершенствованная архитектура DMI (Direct Media Interface), которая быстрее PCI в 7,5–14 раз.

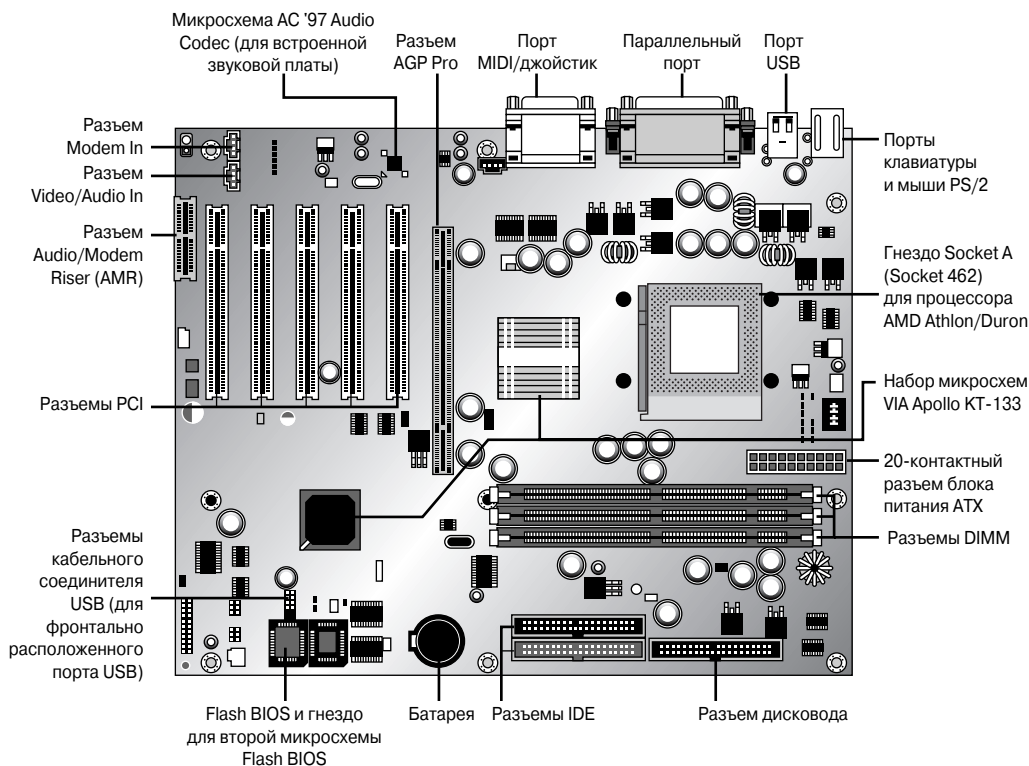


Рис. 4.30. Расположение компонентов типичной системной платы Socket A (AMD Athlon/Duron)

- **Уменьшенная загрузка PCI.** Hub-интерфейс не зависит от PCI и не участвует в перераспределении полосы пропускания шины PCI или Super I/O. Это повышает эффективность остальных устройств, подсоединенных к шине PCI, при выполнении групповых операций.
- **Уменьшение монтажной схемы.** Несмотря на удвоенную по сравнению с PCI пропускную способность, hub-интерфейс имеет ширину, равную 8 разрядам, и требует для соединения с системной платой всего лишь 15 сигналов. Шине PCI для выполнения подобной операции требуется не менее 64 сигналов, что приводит к повышению генерации электромагнитных помех, ухудшению сигнала, появлению “шума” и в конечном итоге — к увеличению себестоимости плат.

Конструкция hub-интерфейса предусматривает увеличение пропускной способности устройств PCI, что связано с отсутствием южного моста, передающего поток данных от микросхемы Super I/O и загружающего тем самым шину PCI. Таким образом, hub-архитектура позволяет увеличить пропускную способность устройств, непосредственно соединенных с южным мостом, к которым относятся новые быстродействующие интерфейсы ATA-100/133, Serial ATA 3 Гбит/с и USB 2.0.

Существует два основных варианта интерфейса концентратора.

- **АНА (Accelerated Hub Architecture).** Используется в серии набора микросхем 8xx. Это ускоренный в четыре раза (4x) 8-разрядный интерфейс, работающий на скорости 66 МГц с пропускной способностью 266 Мбит/с, что вдвое выше, чем у PCI.
- **DMI (Direct Media Interface).** Используется в наборах микросхем серий 9xx и 3xx. Это выделенное 4-полосное (шириной 4 бит) соединение PCI Express, позволяющее

передавать по 1 Гбит/с по каждой из полос, что в 7,5–14 раз быстрее возможностей шины PCI.

Конструкция hub-интерфейса, ширина которого равна 4 или 8 бит, довольно экономична. Ширина интерфейса может показаться недостаточной, но такая конструкция полностью себя оправдывает. Меньшее число выводов говорит об упрощенной схеме маршрутизации платы, снижении количества помех и повышении устойчивости сигнала. Это также сокращает число выводов используемых микросхем, уменьшает их размеры и себестоимость. Таким образом, посредством очень узкой, но быстродействующей архитектуры интерфейс концентратора достигает высших показателей быстродействия, чем те, на которые была способна старая архитектура “северный/южный мост”.

Кроме того, в ICH содержится новая шина Low-Pin-Count (LPC), представляющая собой 4-разрядную версию шины PCI, которая была разработана, в первую очередь, для поддержки микросхем системной платы ROM BIOS и Super I/O. Вместе с четырьмя сигналами функций данных, адресов и команд для функционирования шины требуется девять дополнительных сигналов, что составляет в общей сложности 13 сигналов. Это позволяет значительно уменьшить количество линий, соединяющих ROM BIOS с микросхемами Super I/O. Для сравнения: в ранних версиях наборов микросхем в качестве интерфейса между северным и южным мостами использовалась шина ISA, количество сигналов которой равно 98. Максимальная пропускная способность шины LPC достигает 16,67 Мбайт/с, что примерно соответствует параметрам ISA и чего более чем достаточно для поддержки таких устройств, как ROM BIOS и микросхемы Super I/O.

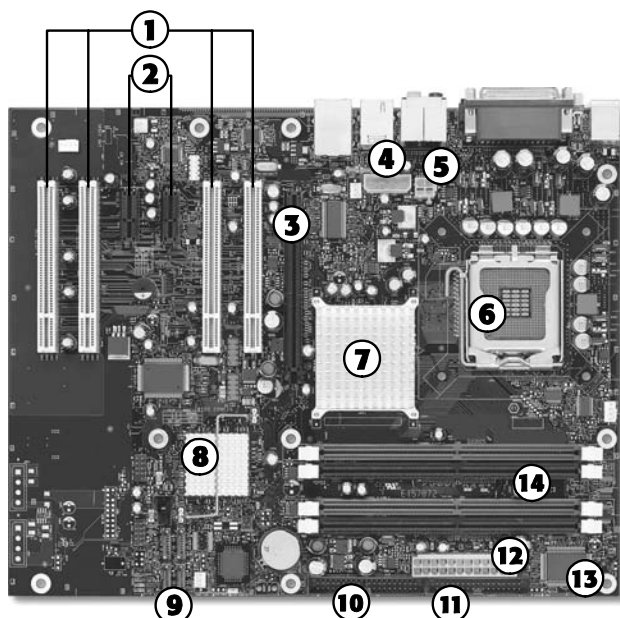
На рис. 4.31 представлена типичная системная плата производства Intel, основанная на hub-архитектуре.

Высокоскоростные соединения между микросхемами северного и южного мостов

Intel — не единственная компания, которая стремится заменить медленное соединение по шине PCI между микросхемами северного и южного мостов более производительной альтернативой, не основанной на шине PCI. Ниже описываются подобные архитектуры, созданные несколькими компаниями.

- **VIA.** Интерфейс V-link обеспечивает взаимодействие микросхем северного и южного мостов со скоростью, равной быстродействию hub-архитектуры от Intel или превышающей его. В интерфейсе V-link применяется 8-разрядная шина данных, внедренная в нескольких версиях — V-link 4x, V-link 8x и Ultra V-link. Интерфейс V-link 4x передает данные со скоростью 266 Мбит/с (4×66 МГц), в два раза превышающей пропускную способность шины PCI и примерно равной быстродействию интерфейса АНА от Intel. В свою очередь, интерфейс V-link 8x передает данные с частотой 533 Мбайт/с (4×133 МГц), которая в два раза превышает аналогичные показатели АНА и HI 1.5. Интерфейс Ultra V-link передает данные со скоростью 1 Гбит/с, что в четыре раза выше скорости интерфейса АНА и равно быстродействию самой современной архитектуры от Intel — DMI.
- **SiS.** Интерфейс MuTIOL (также называемый *гиперпотокowym*) обеспечивает производительность, сопоставимую с интерфейсом V-link 4x; в архитектуре второго поколения MuTIOL 1G, используемой в современных наборах микросхем от SiS, производительность сравнима с Ultra V-link от SiS и DMI от Intel.
- **ATI (ныне — подразделение AMD).** В некоторых наборах микросхем серии IGP используется высокоскоростная шина A-Link. Этот интерфейс поддерживает передачу данных со скоростью 266 Мбайт/с, обладая производительностью, сравнимой с hub-архитектурой от Intel и первыми поколениями интерфейсов V-link и MuTIOL. В своих последних наборах микросхем ATI использует шину HyperTransport.

- **NVIDIA.** В наборах микросхем серии nForce внедрена шина HyperTransport, изначально разработанная компанией AMD.



- | | |
|--|---|
| 1 — разъемы расширения PCI (4) | 8 — микросхема контроллера ввода-вывода Intel ICH6-R (82801FR) (с поддержкой SATA RAID) и теплоотвод |
| 2 — разъемы расширения PCI Express x1 (2) | 9 — разъемы SATA/SATA RAID (4) |
| 3 — разъем расширения PCI Express x16 | 10 — разъем ATA/IDE |
| 4 — дополнительный разъем питания | 11 — контроллер гибких дисков |
| 5 — разъем ATX12V для подключения блока питания | 12 — 24-контактный разъем для подключения блока питания ATX |
| 6 — гнездо Socket 775 для процессора Pentium 4 | 13 — микросхема контроллера ввода-вывода |
| 7 — микросхема контроллера памяти (северный мост) Intel 82895XE и теплоотвод | 14 — разъемы DDR2 DIMM |

Рис. 4.31. Разположение компонентов на типичной системной плате. Фотография любезно предоставлена компанией Intel

Технические характеристики наборов микросхем от разных производителей представлены в табл. 4.12.

Таблица 4.12. Высокоскоростные соединения между микросхемами северного и южного мостов

Архитектура	Пропускная способность, Мбит/с	Производитель
HyperTransport 1GHz	3200	AMD/ATI, NVIDIA
HyperTransport 800MHz	4000	AMD/ATI, NVIDIA
A-Link	266	Older ATI
MuTIOL 1G	1066	SIS
MuTIOL	533	SIS
Ultra V-link	1066	VIA
8x V-link	533	VIA
4x V-link	266	VIA

Ниже подробно рассмотрены наиболее популярные наборы микросхем системной логики с момента появления процессора 486 до настоящего времени.

Первые наборы микросхем системной логики 386/486 компании Intel

Первый набор микросхем системной логики 82350 предназначался для процессоров 386DX и 486. Но он успеха не имел, так как шина EISA не получила широкого распространения, к тому же многие производители выпускали наборы микросхем для этих процессоров. Однако ситуация на рынке постоянно изменялась, Intel отказалась от поддержки шины EISA, и последующие наборы микросхем системной логики для процессора 486 были намного удачливее.

В табл. 4.13 перечислены наборы микросхем системной логики для процессора Intel 486.

Таблица 4.13. Наборы микросхем системной логики для системной платы Intel 486

Набор микросхем системной логики	420TX	420EX	420ZX
Кодовое название	Saturn	Aries	Saturn II
Дата появления	Ноябрь 1992 г.	Март 1994 г.	Март 1994 г.
Процессор	486 (5 В)	486 (5/3,3 В)	486 (5/3,3 В)
Тактовая частота шины, МГц	До 33	До 50	До 33
Поддержка SMP	Нет	Нет	Нет
Тип памяти	FPM	FPM	FPM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	Контроль четности
Максимальный объем памяти, Мбайт	128	128	160
Тип кэш-памяти второго уровня	Async	Async	Async
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.1 ¹
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет

1. Спецификация PCI 2.1 предполагает поддержку параллельных операций PCI.

AGP. Accelerated Graphics Port (ускоренный графический порт).

FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).

PCI. Peripheral Component Interconnect (взаимодействие периферийных компонентов).

SMP. Symmetric Multiprocessing (симметричная многопроцессорная система).

В наборе микросхем 420 впервые была представлена архитектура “северный/южный мост”, которая продолжает использоваться в некоторых моделях и по сей день.

Пятое поколение микросхем системной логики Pentium (P5)

Одновременно с процессором Pentium в марте 1993 года Intel представила свой первый набор микросхем системной логики 430LX (под кодовым названием Mercury) для Pentium. Именно в этот год Intel серьезно занялась проектированием наборов микросхем системной логики и приложила все усилия, чтобы стать лидером на рынке. И поскольку у других производителей на проектирование наборов микросхем системной логики уходило несколько месяцев, а то и год, Intel очень скоро добилась своей цели. В табл. 4.14 перечислены наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium. Обратите внимание, что один из них не поддерживает порты AGP — эта поддержка была добавлена только в наборы микросхем, предназначенные для процессоров семейства Pentium II/Celeron.

Таблица 4.14. Наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium

Набор микросхем системной логики	430LX	430NX	430FX	430MX	430NH	430VX	430TX
Кодовое название	Mercury	Neptune	Triton	Mobile Triton	Triton II	Triton III	Нет
Дата появления	Март 1993 г.	Март 1994 г.	Январь 1995 г.	Октябрь 1995 г.	Февраль 1996 г.	Февраль 1996 г.	Февраль 1997 г.
Тактовая частота шины, МГц	66	66	66	66	66	66	66
Поддерживаемый процессор	P60/66	P75+	P75+	P75+	P75+	P75+	P75+
Поддержка SMP	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет

Набор микросхем системной логики	430LX	430NX	430FX	430MX	430HX	430VX	430TX
Тип памяти	FPM	FPM	FPM/EDO	FPM/EDO	FPM/EDO	FPM/EDO/SDRAM	FPM/EDO/SDRAM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	Нет	Нет	Оба	Нет	Нет
Максимальный объем памяти, Мбайт	192	512	128	128	512	128	256
Максимальный кэшируемый объем памяти, Мбайт	192	512	64	64	512	64	64
Тип кэш-памяти второго уровня	Async	Async	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst	Async/Pburst
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Южный мост	SIO	SIO	PIIX	MPIIX	PIIX3	PIIX3	PIIX4

EDO. Extended Data Out (расширенный вывод данных).

FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).

PIIX. PCI ISA IDE Xelerator (ускоритель шин PCI, ISA и IDE).

SDRAM. Synchronous Dynamic RAM (синхронное динамическое ОЗУ).

SIO. System I/O (системный ввод-вывод).

SMP. Symmetric Multiprocessing (симметричная многопроцессорная система).

Примечание

Стандарт PCI 2.1 поддерживает параллельное выполнение операций на шине PCI.

В табл. 4.15 перечислены все микросхемы южного моста, составляющие вторую часть наборов микросхем системной логики пятого поколения процессоров на системных платах Intel.

Таблица 4.15. Микросхемы южного моста компании Intel

Название микросхемы	SIO	PIIX	PIIX3	PIIX4	PIIX4E	ICH0	ICH
Номер	82378IB/ ZB	82371FB	82371SB	82371AB	82371EB	82801AB	82801AA
Поддержка IDE	Нет	BMIDE	BMIDE	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-66
Поддержка USB	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
CMOS и часы	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Управление питанием	SMM	SMM	SMM	SMM	SMM/ ACPI	SMM/ ACPI	SMM/ ACPI

SIO. System I/O (системный ввод-вывод).

PIIX. PCI ISA IDE Xelerator (ускоритель шин PCI, ISA и IDE).

ICH. I/O Controller Hub (концентратор контроллера ввода-вывода).

BMIDE. Bus Master IDE (контроллер шины IDE).

UDMA. UltraDMA IDE (режим Ultra-DMA шины IDE).

SMM. System Management Mode (режим управления системой).

ACPI. Advanced Configuration and Power Interface (расширенный интерфейс конфигурирования и электропитания).

Наборы микросхем для процессоров Pentium, перечисленные в табл. 4.14 и 4.15, не выпускаются уже на протяжении нескольких лет. Основная часть компьютеров, в которых они использовались, уже давно находится на “свалке истории”. Эти наборы микросхем подробно рассмотрены в 16-м издании настоящей книги (в главе 4).

Толчком к созданию наборов микросхем системной логики класса, отличного от Pentium, послужила разработка компанией AMD собственных аналогов Pentium — процессоров семейств K5 и K6. Процессор K5 не достиг больших успехов; в отличие от него процессоры семейства K6 заняли доминирующее положение на рынке недорогих систем, а также стали использоваться для модернизации систем Pentium. Компания AMD чаще использует компоненты сторонних производителей, чем собственные наборы микросхем. Но возможность своевременной поставки соответствующих наборов микросхем, позволяющих поддерживать продукты AMD, сделала процессор K6 и его наследников наиболее вероятными конкурентами процессоров семейств Intel Pentium MMX и Pen-

tium II/III/Celeron. Эта же возможность подтолкнула других поставщиков, таких как VIA, Acer Laboratories и SiS, к поддержке процессоров AMD. К наиболее распространенным наборам микросхем для процессоров класса Pentium относятся следующие:

- AMD 640;
- VIA Apollo VP1, VP2, VPX, VP3, MVP3 и MVP4;
- ALi Aladdin 4, Aladdin 5 и Aladdin 7;
- SiS SiS540, SiS530/5595, SiS5598, SiS5581, SiS5582, SiS5571, SiS5591 и SiS5592.

Шестое поколение микросхем системной логики Pentium Pro и Pentium II/III (P6)

Компания Intel явно доминирует на рынке наборов микросхем системной логики для Pentium, а для процессоров семейства P6 была фактически единственным производителем.

Поскольку Pentium Pro, Celeron и Pentium II/III — это, по сути, один и тот же процессор, имеющий лишь небольшие отличия в конструкциях кэш-памяти, один и тот же набор микросхем системной логики может использоваться как для гнезд типа Socket 8 (Pentium Pro) и Socket 370 (Celeron), так и для разъема типа Slot 1 (Celeron и Pentium II/III). Это утверждение было верным и для некоторых старых наборов микросхем класса P6.

Примечание

Шина PCI 2.1 поддерживает параллельное выполнение операций PCI.

В табл. 4.16 представлены наборы микросхем, используемые в системных платах для Pentium Pro.

Таблица 4.16. Наборы микросхем системной логики для процессоров Pentium Pro

Набор микросхем системной логики	450KX	450GX	440FX
Кодовое название	Orion Workstation	Orion Server	Natoma
Дата появления	Ноябрь 1995 г.	Ноябрь 1995 г.	Май 1996 г.
Тактовая частота шины, МГц	66	66	66
Поддержка SMP	Есть	Есть (4 процессора)	Есть
Тип памяти	FPM	FPM	FPM/EDO/BEDO
Контроль четности/ECC	Оба	Оба	Оба
Максимальный объем памяти, Гбайт	1	4	1
Тип кэш-памяти второго уровня	В процессоре	В процессоре	В процессоре
Максимальный объем кэшируемой памяти, Гбайт	1	4	1
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.1
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет
Быстродействие AGP	—	—	—
Южный мост	Различные	Различные	PIIX3

AGP. Accelerated Graphics Port (ускоренный графический порт).

BEDO. Burst EDO (пакетная EDO-память).

EDO DRAM. Extended Data Out DRAM (динамическое ОЗУ с увеличенным временем доступности данных).

FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).

ICH. I/O Controller Hub (микросхема контроллера ввода-вывода).

Pburst. Pipeline burst (синхронная передача данных).

PCI. Peripheral Component Interconnect (шина взаимодействия периферийных компонентов).

PIIX. PCI ISA IDE Xelerator (ускоритель шин PCI, ISA и IDE).

SDRAM. Synchronous Dynamic RAM (синхронная динамическая память).

SIO. System I/O (системный ввод-вывод).

SMP. Symmetric Multiprocessing (симметричная многопроцессорная система).

В табл. 4.17 приведены параметры наборов микросхем серии 4xx, созданных на основе архитектуры “северный/южный мост” и используемых в системных платах Celeron и Pentium II/III.

В табл. 4.18 приведены параметры наборов микросхем системной логики серии 8xx для процессоров P6/P7 (Pentium III/Celeron, Pentium 4 и Xeon), созданных на основе более современной hub-архитектуры.

Примечание

Кэш-память второго уровня процессоров Pentium Pro, Celeron и Pentium II/III находится в корпусе процессора. Следовательно, характеристики кэш-памяти для этих компьютеров зависят не от набора микросхем системной логики, а от процессора.

Многие наборы микросхем от компании Intel состоят из двух компонентов: северного моста (МСН или GMCH в случае hub-архитектуры) и южного моста (ICH в случае hub-архитектуры). Очень часто одна и та же микросхема южного моста или ICH может использоваться с несколькими северными мостами (МСН или GMCH). В табл. 4.19 представлен список всех южных мостов наборов микросхем для процессоров класса P6, а также перечислены их основные характеристики. Микросхема ICH2 также используется в составе наборов микросхем компании Intel для процессоров седьмого поколения (Pentium 4/Celeron 4).

В следующих разделах рассматриваются наборы микросхем для процессоров P6, от Celeron до Pentium III, начиная с семейства набора микросхем Intel 800. Подробные сведения о наборах микросхем 400 представлены в 16-м издании настоящей книги (в главе 4).

Intel 810, 810E и 810E2

В представленном в апреле 1999 года наборе микросхем Intel 810 (кодовое название – Whitney) используются абсолютно новые компоненты, которые существенно отличаются от стандартных северного и южного мостов из предыдущих наборов. Этот набор микросхем системной логики был также выпущен в виде модели 810E, поддерживающей шину процессора 133 МГц. Он предназначен для создания высокопроизводительных системных плат различных уровней.

Примечание

В модели 810E2 применяется та же микросхема GMCH 82810E, что и в 810E, но в нее была добавлена микросхема 82801BA I/O Controller Hub (ICH2), используемая в модели 815E.

Набор микросхем Intel 810E обладает следующими характеристиками:

- поддержка частот шины 66, 100 и 133 МГц;
- наличие интегрированной графической системы Intel 3D с интерфейсом AGP 2x;
- эффективное использование системной памяти для повышения производительности графической подсистемы;
- поддержка дополнительных 4 Мбайт видеопамати (не во всех моделях);
- поддержка порта Digital Video Out, совместимого со спецификацией DVI для плоскостельных мониторов;
- использует программную реализацию MPEG-2 DVD с механизмом Hardware Motion Compensation;
- Hub-интерфейс со скоростью передачи данных 266 Мбайт/с;
- поддержка UDMA-66;
- интегрированный звуковой контроллер Audio-Codec 97 (AC97);
- поддержка режима с пониженным энергопотреблением;
- имеет встроенный генератор случайных чисел для обеспечения высокого уровня безопасности программ шифрования;
- содержит интегрированный контроллер USB 1.1;
- поддержка шины LPC для соединения с Super I/O и ROM BIOS;
- не имеет шины ISA.

Таблица 4.17. Наборы микросхем системной логики для процессоров P6 на основе архитектуры “северный/южный мост”

Набор микросхем системной логики	440FX	440LX	440EX
Кодовое название	Natoma	Нет	Нет
Дата появления	Май 1996 г.	Август 1997 г.	Апрель 1998 г.
Номер микросхемы	82441FX, 82442FX	82443LX	82443EX
Тактовая частота шины, МГц	66	66	66
Оптимальный процессор	Pentium II	Pentium II	Celeron
Поддержка SMP	Есть	Есть	Нет
Тип памяти	FPM/EDO/ BEDO	FPM/EDO/ SDRAM	FPM/EDO/ SDRAM
Контроль четности/ ECC	Оба	Оба	Никакого
Максимальный объем памяти	1 Гбайт	1 Гбайт EDO/ 512 Мбайт SDRAM	256 Мбайт
Количество банков памяти	4	4	2
Поддержка PCI	2.1	2.1	2.1
Поддержка AGP	Нет	AGP 1x	AGP 1x
Южный мост	82371SB (PIIX3)	82371AB (PIIX4)	82371EB (PIIX4E)

Таблица 4.18. Наборы микросхем системной логики для процессоров P6/P7 (Pentium III/Celeron, Pentium 4 и Xeон) на основе hub-архитектуры

Набор микросхем системной логики	810	810E	815	815E ¹	815EP
Кодовое название	Whitney	Whitney	Solano	Solano	Solano
Дата появления	Апрель 1999 г.	Сентябрь 1998 г.	Июнь 2000 г.	Июнь 2000 г.	Ноябрь 2000 г.
Номер микросхемы	82810	82810E	82815	82815	82815P
Тактовая частота шины, МГц	66/100	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133
Оптимальный процессор	Celeron, Pentium II/III	Celeron, Pentium II/III	Celeron, Pentium II/II	Celeron, Pentium II/II	Celeron, Pentium II/II
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Тип памяти	EDO SDRAM	SDRAM	SDRAM	SDRAM	SDRAM
Скорость памяти	PC100	PC100	PC133	PC133	PC133
Контроль четности/ECC	Никакого	Никакого	Никакого	Никакого	Никакого
Максимальный объем памяти, Мбайт	512	512	512	512	512
Поддержка AGP	Direct AGP	Direct AGP	AGP 4x	AGP 4x	AGP 4x
Интегрированное видео	AGP 2x ²	AGP 2x ²	AGP 2x ³	AGP 2x ³	Нет
Южный мост	82801AA/AB (ICH/ICH0)	82801AA (ICH)	82801AA (ICH)	82801BA (ICH2)	82801BA (ICH2)

1. Единственное различие между наборами микросхем 815 и 815E — используемая микросхема ввода-вывода (южный мост).

2. Наборы микросхем 810/815 содержат интегрированное 3D-ядро AGP 2x и не допускают использование внешнего AGP-видеоадаптера.

3. Наборы микросхем 815/815E содержат интегрированное 3D-ядро AGP 2x и допускают установку внешнего AGP-видеоадаптера с интерфейсом APG-4X.

AGP. Accelerated Graphics Port (ускоренный графический порт).

BEDO. Burst EDO (пакетная EDO-память).

EDO DRAM. Extended Data Out DRAM (динамическое ОЗУ с увеличенным временем доступности данных).

Набор микросхем Intel 810E состоит из трех основных компонентов.

- **82810E Graphics Memory Controller Hub (GMCH)** — 421-контактный корпус BGA.
- **82801 Integrated Controller Hub (ICH)** — 241-контактный корпус BGA.
- **82802 Firmware Hub (FWH)** — 32-контактный корпус PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier) или 40-контактный корпус TSOP (Thin Small Outline Package). (Несмотря на то что эта микросхема является составной частью набора микросхем, она также продавалась отдельно другим производителям наборов микросхем.)

440BX	440GX	450NX	440ZX
Нет	Нет	Нет	Нет
Апрель 1998 г.	Июнь 1998 г.	Июнь 1998 г.	Ноябрь 1998 г.
82443BX	82443GX	82451NX, 82452NX, 42453NX, 82454NX	82443ZX
66/100	100	100	66/100 ¹
Celeron, Pentium II/III	Pentium II/III Xeon	Pentium II/III Xeon	Celeron, Pentium II/III
Есть	Есть	Есть, до 4 процессоров	Нет
FPM/EDO/ SDRAM	SDRAM	FPM/EDO	SDRAM
Оба	Оба	Оба	Никакого
1 Гбайт	2 Гбайт	8 Гбайт	256 Мбайт
4	4	4	2
2.1	2.1	2.1	2.1
AGP 2x	AGP 2x	Нет	AGP 2x
82371EB (PIIX4E)	82371EB (PIIX4E)	82371EB (PIIX4E)	82371EB (PIIX4E)

1. Существует и упрощенная версия набора микросхем 440ZX–440ZX66, которая поддерживает только частоту шины 66 МГц.

820	820E	840	815P	815EG	815G
Camino	Camino	Carmel	Solano	Solano	Solano
Ноябрь 1998 г.	Июнь 2000 г.	Октябрь 1999 г.	Март 2001 г.	Сентябрь 2001 г.	Сентябрь 2001 г.
82820	82820	82840	82815EP	82815G	82815G
66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133
Pentium II/III, Celeron	Pentium II/III, Celeron	Pentium II/III Xeon	Celeron, Pentium III	Celeron, Pentium III	Celeron, Pentium III
Есть	Есть	Есть	Нет	Нет	Нет
RDRAM	RDRAM (PC800)	RDRAM (PC800)	SDRAM (PC100/133)	SDRAM (PC66/100/133)	SDRAM (PC66/100/133)
PC800	PC800	PC800	PC100, PC133	PC66, PC100, PC133	PC66, PC100, PC133
Оба	Оба	Оба	Нет	Нет	Нет
1024	1000	4000	512	512	512
AGP 4x	AGP 4x	AGP 4x	AGP 4x	Нет	Нет
Нет	Нет	Нет	Нет	AGP 2x ²	AGP 2x ³
82801AA (ICH)	82801BA (ICH2)	82801AA (ICH)	82801AA/AB (ICH/ICH0)	82801BA (ICH2)	82801AA/AB (ICH/ICH0)

FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).

ICH. I/O Controller Hub (концентратор контроллера ввода-вывода).

Pburst. Pipeline burst (синхронная передача данных).

PCI. Peripheral Component Interconnect (шина взаимодействия периферийных компонентов).

PIIX. PCI ISA IDE Xcelerator.

SDRAM. Synchronous Dynamic RAM (синхронная динамическая память).

SIO. System I/O (системный ввод-вывод).

SMP. Symmetric Multiprocessing (симметричная многопроцессорная система).

По сравнению с конструктивным исполнением предыдущих наборов микросхем системной логики (северный и южный мосты) конструкция набора Intel 810 подверглась значительным изменениям. В предыдущих наборах северный мост представлял собой контроллер памяти, к которому через шину PCI подключался южный мост. В новом наборе компонент Graphics Memory Controller Hub (GMCH) подключается к Integrated Controller Hub (ICH) с помощью интерфейса Accelerated Hub, работающего на частоте 66 МГц. Такой прямой способ соединения компонентов стал основой для реализации нового интерфейса UDMA-66, к которому подключаются жесткие диски, оптические накопители и другие устройства IDE.

Таблица 4.19. Микросхемы южного моста от компании Intel

Наименование микросхемы	SIO	PIIX	PIIX3	PIIX4	PIIX4E	ICH0	ICH	ICH2
Номер микросхемы	82378IB/ ZB	82371FB	82371SB	82371AB	82371EB	82801AB	82801AA	82801BA
Поддержка IDE	Нет	BMIDE	BMIDE	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-66	UDMA-100
Поддержка USB	Нет	Нет	1C/2P	1C/2P	1C/2P	1C/2P	1C/2P	2C/4P
CMOS и часы	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет
Поддержка ISA	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Поддержка LPC	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
Управление питанием	SMM	SMM	SMM	SMM	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI

IDE. Integrated Drive Electronics (встроенный интерфейс накопителей).

SIO. System I/O (системный ввод-вывод).

BMIDE. Bus Master IDE (контроллер шины IDE).

PIIX. PCI ISA IDE (ATA) Xelerator (ускоритель шин PCI, ISA и IDE).

UDMA. Ultra-DMA IDE (режим Ultra-DMA шины IDE).

ICH. I/O Controller Hub (концентратор контроллера ввода-вывода).

SMM. System Management Mode (режим управления системой).

USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

ACPI. Advanced Configuration and Power Interface (расширенный интерфейс конфигурирования и электропитания).

ISA. Industry Standard Architecture bus (архитектура шины промышленного стандарта).

1C/2P. 1 контроллер/2 порта.

LPC. Low Pin Count bus (шина с малым количеством проводников).

2C/4P. 2 контроллера/4 порта.

На рис. 4.32 представлена блок-схема набора микросхем Intel 810E. В наборе микросхем семейства 810 поддержка шины ISA доживала свои последние дни.

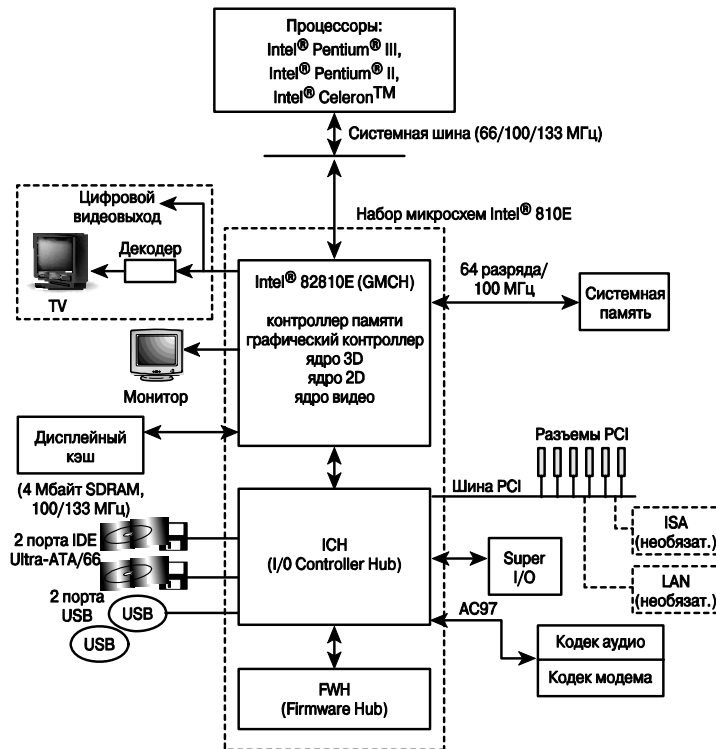


Рис. 4.32. Блок-схема набора микросхем Intel 810E

Для поддержки двух- и трехмерной графики используется интегрированный порт AGP (микросхема 82810). С помощью этой же микросхемы обеспечивается поддержка DVD, аналогового и цифрового видеовыходов. Микросхема 82810 (GMCH) поддерживает шину управления системой (System Manageability Bus), что позволяет сетевому оборудованию выполнять мониторинг платформы набора микросхем 810. С помощью спецификации ACPI реализован режим пониженного энергопотребления во время простоя системы.

Микросхемы GMCH и 82801 ICH соединяются с помощью архитектуры АНА, что позволяет удвоить скорость передачи данных (266 Мбайт/с) по сравнению с соединением компонентов северного и южного мостов с помощью шины PCI в предыдущих наборах микросхем. К тому же шина АНА является выделенной, т.е. к ней не подключены другие устройства. В шине АНА также были реализованы оптимизированные правила регулирования, позволяющие выполняться одновременно нескольким функциям, что позволило улучшить производительность работы с аудио- и видеосигналами.

В микросхему ICH интегрирован сдвоенный контроллер IDE, который поддерживает скорость передачи данных 33 Мбайт/с (UDMA-33 или Ultra-ATA/33) либо 66 Мбайт/с (UDMA-66 или Ultra-ATA/66). Эта микросхема выпускается в двух версиях: 82801AA (ICH), которая поддерживает скорость передачи данных 66 Мбайт/с и шесть разъемов PCI, и 82801AB (ICH0), которая поддерживает только скорость передачи данных 33 Мбайт/с и четыре разъема PCI.

В микросхему ICH также интегрированы контроллер Audio-Codec 97, два порта USB и поддержка от четырех до шести разъемов PCI. Контроллер Audio-Codec 97 предназначен для программной реализации аудиофункций и функций модема и выступает в роли цифроаналогового преобразователя; при этом основная нагрузка ложится на процессор. Использование для дополнительных целей имеющихся системных ресурсов привело к уменьшению числа компонентов и, соответственно, к снижению себестоимости.

Микросхема 82802 (FWH) содержит системную и видеоBIOS. Эта микросхема относится к типу флэш и может быть перепрограммирована. Кроме того, в 82802 реализован генератор случайных чисел. Он используется для увеличения стойкости шифрования и создания цифровой подписи. Данная микросхема, как и другие из этого набора, выпускается в двух вариантах: 82802AB и 82802AC. Версия AB содержит 512 Кбайт (4 Мбит) памяти flash-BIOS, а версия AC — 1 Мбайт (8 Мбит).

В наборах микросхем 810 и 810E компания Intel реализовала то, чего боялись многие производители микросхем: в них были интегрированы функции графического и звукового адаптеров и не существовало механизмов модернизации этих подсистем. Это выражалось в том, что системы, использующие набор микросхем 810, не имели разъема AGP и не были способны использовать стандартные графические адаптеры AGP. Для сектора малобюджетных систем, для которого, собственно, и разрабатывался этот набор микросхем, отсутствие разъема AGP не было особо чувствительно. В то же время в более дорогих системах использовался набор микросхем 815 или другой версии, поддерживающий разъемы AGP. Этот интегрированный интерфейс получил название *Direct AGP*; он представляет собой прямое соединение между контроллерами памяти/процессора с контроллером видеоадаптера, реализованное в одной микросхеме.

Обычный внешний видеоадаптер используется в системах среднего и высокого уровней, а также в игровых компьютерах. С наборами микросхем 810 и последующих версий, которые обладают интегрированной графической подсистемой, Intel начала экспансию на рынок графических адаптеров.

Набор микросхем серии 810 демонстрирует тесную интеграцию системных компонентов. Встроенная графическая система подразумевает отсутствие необходимости в отдельной плате видеоадаптера; встроенный интерфейс AC'97 дает возможность обойтись без модема и аудиоадаптера. Кроме того, в модуль ICH интегрирована микросхема CMOS, и даже BIOS встроена в микросхему FHW.

Генератор случайных чисел Intel

Особенностью набора микросхем Intel серии 8xx является наличие генератора случайных чисел RNG (Random Number Generator). Он встроен в микросхему 82802 FWH, которая является компонентом ROM BIOS, используемым в системных платах серии 8xx. Генератор случайных чисел предоставляет программному обеспечению недетерминированные случайные числа.

Случайные числа необходимы большинству стандартных программ системы безопасности, выполняющих идентификацию пользователя или шифрование файлов, и используются, например, при генерировании ключевого кода. Один из методов “взлома” шифрованных кодов — угадывание случайных чисел, используемых в процессе генерирования ключей. Существующие методы, применяющие при генерировании псевдослучайных чисел исходные данные пользователя и системы в качестве начального числа, весьма уязвимы для взлома. Для генерирования по-настоящему недетерминированных, непредсказуемых случайных чисел Intel RNG использует тепловые помехи резистора, находящегося в FWH (т.е. ROM BIOS системной платы серии 8xx). Таким образом, “произвольные” числа, генерируемые набором микросхем серии 8xx, действительно случайны.

Семейство Intel 815

Наборы микросхем системной логики 815 и 815E, представленные в июне 2000 года, включают в себя интегрированную видеосистему, возможности которой могут быть расширены посредством разъема AGP 4x. Версии E содержат контроллер концентратора ввода-вывода ICH2 с поддержкой двух контроллеров, USB 1.1 (4 порта) и ATA-100. Версии 815P и 815EP, представленные несколькими месяцами позже, не содержат встроенной видеосистемы и как следствие имеют более низкую цену. В сентябре 2001 года появились еще два представителя этого семейства — 815G и 815EG. Обратите внимание, что буква “G” указывает интегрированную в набор микросхем графическую подсистему, причем она на порядок лучше присутствовавшей в изначальных версиях 815 и 815E.

Наборы микросхем 815 поддерживают процессоры Celeron и Pentium III (Slot 1 или Socket 370) и являются первыми наборами микросхем, разработанными компанией Intel для непосредственной поддержки памяти PC133 SDRAM. Они допускают возможность создания более совершенных решений, чем остальные наборы этого семейства, поддерживающие только память RDRAM. Набор микросхем 815, как и другие наборы Intel серии 8xx, создан на основе hub-архитектуры, которая обеспечивает соединение между основными компонентами набора с пропускной способностью 266 Мбайт/с. В конструкциях, созданных на основе архитектуры “северный/южный мост”, для этого использовалась шина PCI.

Существует шесть разновидностей набора микросхем 815, в целом включающих в себя пять основных системных компонентов: один hub-контроллер памяти (82815EP MCH — замена северного моста без интегрированной графической системы), два hub-контроллера графической памяти (82815 или 81815G GMCH — замена северного моста с интегрированной графической системой) и два hub-контроллера ввода-вывода (ICH и ICH2).

Ниже перечислены основные характеристики набора микросхем 815:

- поддержка частоты шины 66/100/133 МГц;
- Hub-архитектура Intel (266 Мбайт/с);
- интерфейс ATA-100 (815E/EP) или ATA-66 (815);
- поддержка модулей памяти SDRAM типа PC100 или PC133CL-2;
- поддержка до 512 Мбайт ОЗУ;
- интегрированный контроллер Audio-Codec 97 (AC97);
- экономный режим ожидания;
- встроенный генератор случайных чисел (RNG) для обеспечения высокого уровня систем защиты;
- один (815/P/G) или два (815E/EP/EG) интегрированных контроллера USB 1.1 с двумя или четырьмя портами соответственно;

- шина LPC, соединяющая микросхемы Super I/O и Firmware Hub (ROM BIOS);
- отсутствие шины ISA.

Дополнительные свойства наборов микросхем 815/E/G/EG таковы:

- интегрированная графическая система Intel AGP 2x 3D;
- эффективное использование системной памяти для увеличения производительности графической подсистемы;
- поддержка дополнительной видеопамати объемом 4 Мбайт (не во всех системах);
- поддержка порта Digital Video Out, совместимого со спецификацией DVI для плоскопанельных мониторов;
- программное обеспечение воспроизведения MPEG-2 DVD с аппаратной компенсацией изображения.

Контроллер ICH2, используемый в наборах микросхем 815E/EP/EG, поддерживает спецификацию ATA-100, позволяющую повысить пропускную способность дисковых устройств до 100 Мбайт/с. Конечно, подобная производительность необходима далеко не каждому дисковому устройству, однако она позволяет устранить узкое место. Еще одним отличием являются два контроллера USB с четырьмя встроенными портами. Эта особенность позволяет повысить рабочие характеристики USB вдвое, распределяя устройства по двум портам, и дает возможность подключить четыре устройства без дополнительного концентратора.

Встроенный Ethernet-контроллер

Одним из важных свойств набора микросхем 815 является непосредственная интеграция контроллера Fast Ethernet. Интегрированный контроллер локальной сети (LAN) работает с одним из компонентов различных физических уровней и позволяет производителям компьютерных систем организовать одну из трех возможных схем:

- расширенная Ethernet со скоростью передачи данных 10/100 Мбит/с, использующая технологию Alert on LAN;
- основная Ethernet со скоростью передачи данных 10/100 Мбит/с;
- внутренняя сеть по линиям телефонной связи со скоростью передачи данных 1 Мбит/с.

Физические компоненты уровня могут быть расположены непосредственно на системной плате компьютера (в виде дополнительных микросхем) или установлены с помощью адаптера, подключаемого в разъем CNR. Платы и разъем CNR позволяют сборщикам ПК формировать готовые сетевые системы для корпоративного сегмента рынка.

Линейный модуль памяти AGP

Общим для наборов микросхем 815/815E является один и тот же встроенный адаптер трехмерной графики AGP 2x, а основное различие заключается в способах его расширения. К вариантам улучшения параметров графической системы относится плата Graphics Performance Accelerator (GPA), показанная на рис. 4.33, или же плата AGP 4x. Плата GPA (она называется также AGP Inline Memory Module — AIMM), в сущности, представляет собой высокопроизводительную плату видеопамати, которая устанавливается в разъем AGP 4x и повышает эффективность интегрированной графической системы примерно на 30% (к сожалению, такое решение было довольно дорогостоящим и не пользовалось популярностью). Для дальнейшего повышения производительности можно воспользоваться платой AGP 4x, установив ее в соответствующий разъем и отключив интегрированную графическую систему. В целом интегрированная графическая система позволяет создавать более дешевые компьютеры с приемлемыми параметрами графики. Платы GPA и AGP 4x, установленные в этих компьютерах, позволяют повысить производительность графической системы на 100% и более.

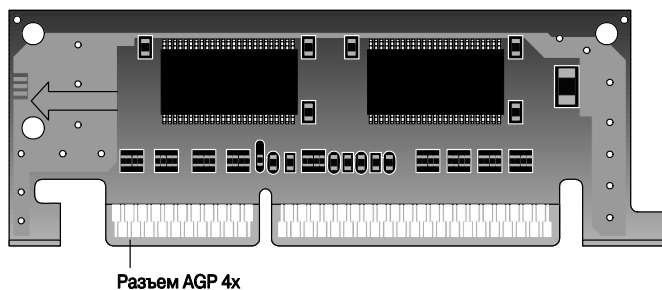


Рис. 4.33. Модуль GPA/AIMM (4 Мбайт), который устанавливается в разъем AGP системной платы, использующей набор микросхем 815 или 815E

Поддержка памяти PC133

Одним из важных свойств набора микросхем 815 является поддержка памяти PC133 наряду с памятью PC100. Осуществив поддержку памяти PC133, Intel официально установила более высокий по сравнению с существующими стандарт памяти PC133. Без сомнения, это повлекло за собой некоторую путаницу. Для того чтобы соответствовать всем требованиям спецификации Intel PC133, память должна поддерживать схему синхронизации 2-2-2, называемую иногда CAS-2 (Column Address Strobe — строб адреса столбца) или CL-2. Отношение чисел к количеству циклов синхронизации определяет выполнение ряда функций.

- **Команды Precharge-Active.** Зарядка запоминающих конденсаторов памяти для их подготовки к обработке данных.
- **Команды Active-Read.** Выбор считываемых строк и столбцов в массиве памяти.
- **Команды Read-Data Out.** Считывание данных из выбранных строк и столбцов для их передачи.

Обычная память PC133 для выполнения каждой из перечисленных функций требует трех циклов, поэтому ее следовало бы назвать памятью PC133 3-3-3, CAS-3 или CL-3. Нужно заметить, что вместо памяти CL-3 может быть использована более быстрая память PC133 CL-2, но не наоборот.

Результатом более жесткой синхронизации цикла PC133 CL-2 стало сокращение начального времени ожидания до 30 нс (для памяти PC133 CL-3 эта величина составляет 45 нс). Это привело к повышению быстродействия памяти на 34%.

Выполненные усовершенствования позволяют набору микросхем 815 занять господствующее положение на рынке PC, а пользователю — отказаться от приобретения более дорогой памяти RDRAM. В сущности, набор микросхем 815 разрабатывался для замены устаревшего набора 440BX.

Intel 820 и 820E

Этот набор микросхем продолжает серию наборов 8xx, и в нем используется все та же новая hub-архитектура. Набор Intel 820 поддерживает процессоры Pentium III и Celeron (Slot 1 и Socket 370), технологию памяти RDRAM, частоту системной шины 133 МГц и AGP 4x.

Микросхема 82820 MCH реализует интерфейсы процессора, памяти и AGP. Она выпускается в двух версиях: поддерживающая один процессор (82820) и два процессора (82820DP). Микросхема 82801 ICH используется во всех наборах микросхем серии 800. В микросхеме 82802 FWH реализованы BIOS и генератор случайных чисел.

Соединение между компонентами MCH и ICH осуществляется с помощью шины *Intel Hub Architecture (IHA)*, а не PCI, как в предыдущих наборах микросхем с архитектурой северного/южного моста. Такой способ соединения компонентов обеспечивает скорость передачи данных до 266 Мбайт/с, что вдвое выше, чем скорость шины PCI. Архитектура концентратора также содержит оптимизированные правила разрешения конфликтов и позволяет одновре-

менно выполняться большому количеству функций. Также в этой архитектуре уменьшено количество сигнальных выводов, что уменьшает вероятность ошибок и зашумленность шины.

Набор 820 поддерживает память типа RDRAM (Rambus DRAM), которая минимум в два раза производительнее стандартной памяти типа PC-100 SDRAM. Набор 820 поддерживает следующие типы памяти RDRAM: PC600, PC700 и PC800. Шина памяти PC800 RDRAM работает на удвоенной частоте 400 МГц и передает 16 бит (2 байт) за один такт ($2 \times 400 \times 2 = 1,6$ Гбайт/с). В два разъема RIMM можно установить до 1 Гбайт системной памяти.

Интерфейс AGP набора 820 позволяет графическим контроллерам получать доступ к памяти со скоростью AGP 4x (около 1 Гбайт/с), что в два раза превышает скорость AGP 2x. На рис. 4.34 представлена блок-схема набора микросхем Intel 820.

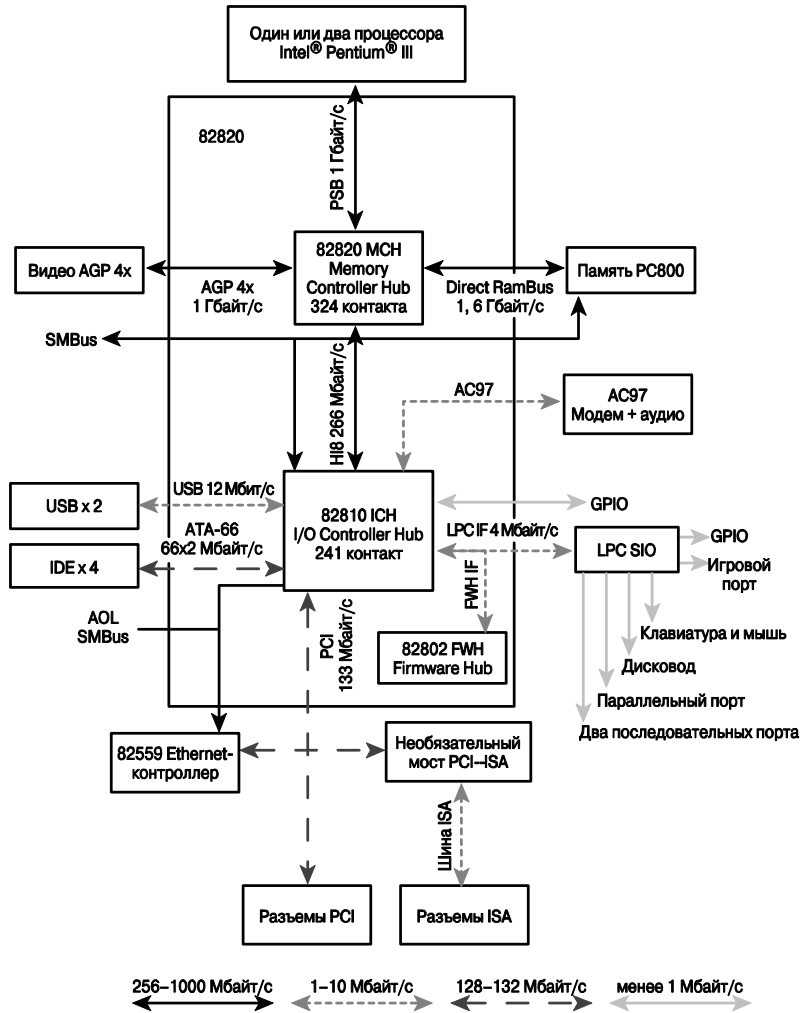


Рис. 4.34. Блок-схема набора микросхем Intel 820

Набор микросхем Intel 820 обладает следующими возможностями:

- поддерживает частоту шины 100/133 МГц;
- использует hub-архитектуру Intel (266 Мбайт/с);

- поддерживает модули памяти RIMM типа PC800 RDRAM;
- поддерживает AGP 4x;
- использует интерфейс ATA-100 (820E) или ATA-66;
- имеет генератор случайных чисел Intel RNG;
- поддерживает интерфейс Low Pin Count (LPC);
- содержит аудиоконтроллер AC97;
- имеет четыре (820E) или два порта USB.

Основной компонент набора микросхем Intel 820 — это 324-контактная микросхема контроллера концентратора памяти 82820 MCH (один процессор) или 82820DP (два процессора) в корпусе типа Ball Grid Array (BGA). Компонент концентратора контроллера ввода-вывода 82801 ICH представляет собой 241-контактную микросхему в корпусе Ball Grid Array (BGA), а 82802 FH — это обычная микросхема Flash ROM BIOS. Иногда при установке на системной плате разъемов ISA используется микросхема шинного моста 82380AB PCI-ISA Bridge.

В обновленной версии набора 820E используется концентратор контроллера ввода-вывода 82801BA I/O Controller Hub (ICH2), который поддерживает спецификацию ATA-100 и сдвоенный контроллер USB 1.1 (т.е. четыре порта).

Ошибка преобразователя памяти набора микросхем 820

Набор 820 поддерживает память типа RDRAM (Rambus DRAM). Однако на рынке все еще пользуется популярностью более дешевая память SDRAM. Поэтому компания Intel создала микросхему, называемую *концентратором преобразователя памяти RDRAM-SDRAM (MTH)*, что позволило использовать память SDRAM вместо более дорогой RDRAM.

К сожалению, в этой микросхеме был выявлен дефект, так что Intel в середине 2000 года пришлось заменять миллионы системных плат с дефектной микросхемой MTH и приостановить выпуск этих микросхем. Ошибка была связана с дополнительным электрическим шумом, создаваемым микросхемой MCH, что приводило к неожиданному “зависанию” системы или ее перезагрузке, но также потенциально могло вызвать повреждение данных. Следует заметить, что эта проблема проявляется лишь при использовании памяти SDRAM с набором микросхем Intel 820. При установке модулей памяти RDRAM в такую плату ошибка не проявляется.

В течение некоторого времени Intel предлагала утилиту MTH I.D, которая позволяла быстро определить, подлежит ли системная плата замене, в том числе и модуль памяти RDRAM RIMM объемом 128 Мбайт. Однако в настоящее время Intel не поддерживает данный набор микросхем, а утилита недоступна для загрузки. Также имейте в виду, что набор микросхем 820 изначально рассчитан для использования совместно с памятью RDRAM, а значит, при работе с системами, оснащенными памятью RDRAM, проблем возникать не должно.

Intel 840

Этот набор микросхем предназначен для создания системных плат с гнездами Slot 1, Slot 2 (процессоры Xeon) и Socket 370 для высокопроизводительных и мультипроцессорных систем. Набор 840 имеет ту же архитектуру, что и другие наборы серии 800, но содержат несколько дополнительных компонентов.

Основные компоненты семейства наборов микросхем 8xx приведены ниже.

- **Контроллер памяти 82840.** Осуществляет поддержку AGP 2x/4x, двойные каналы памяти RDRAM и несколько сегментов шины PCI для поддержки высокопроизводительных устройств ввода-вывода.
- **Контроллер ввода-вывода 82801.** Это эквивалент южного моста в старых архитектурах, однако он связан с компонентом MCH высокоскоростной шиной архитектуры концентратора IHA. Поддерживает 32-разрядную шину PCI, контроллеры IDE и сдвоенные порты USB.

- **Базовая система ввода-вывода 82802.** Это расширенная микросхема Flash ROM, хранящая системную BIOS, видеоBIOS, а также генератор случайных чисел Intel RNG, поддерживающий усиленное шифрование, цифровые подписи и протоколы защиты.

Кроме этих основных компонентов, в наборе микросхем Intel 840 используются еще три.

- **82806 – 64-разрядный контроллер шины PCI (P64H).** Поддерживает 64-разрядные разъемы шины PCI, работающей на частоте 33 или 66 МГц. Данный компонент напрямую подключается к MCH через шину IHA. Это первая реализация 64-разрядной шины PCI на 66 МГц, позволяющая в четыре раза повысить быстродействие шины по сравнению со стандартной 32-разрядной, работающей на частоте 33 МГц.
- **82803 – повторитель памяти RDRAM (MRH-R).** Преобразует каждый канал памяти в два канала, что позволяет существенно увеличить емкость устанавливаемой памяти.
- **82804 – повторитель памяти SDRAM (MRH-S).** Преобразует сигналы RDRAM в сигналы, “понятные” памяти SDRAM. Этот набор микросхем может нормально функционировать с памятью типа SDRAM.

На рис. 4.35 показана блок-схема набора микросхем системной логики Intel 840.

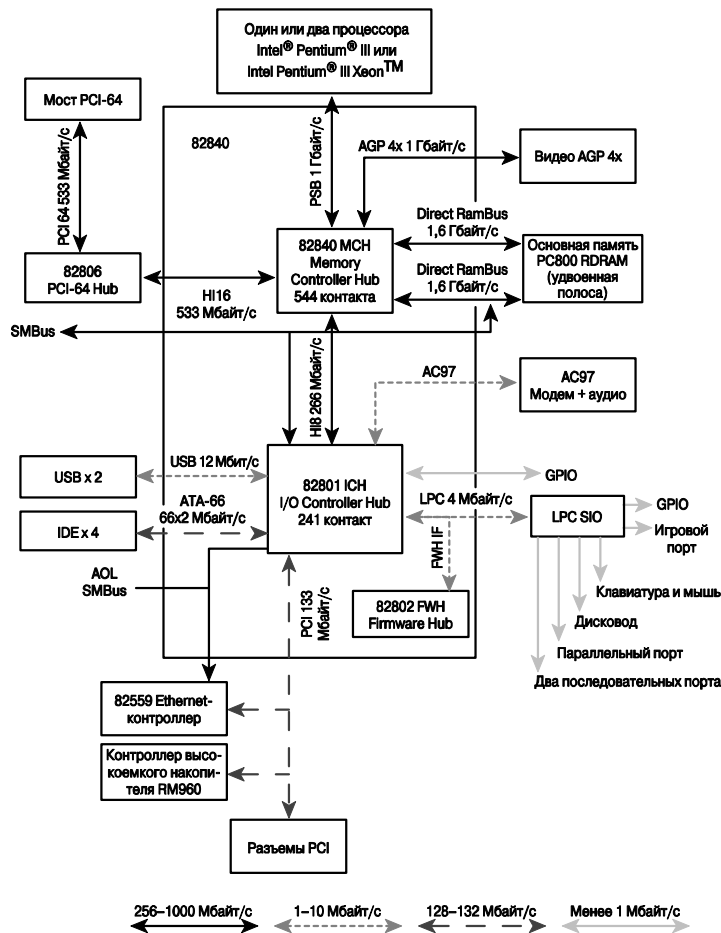


Рис. 4.35. Блок-схема набора микросхем Intel 840

Набор 840 обладает следующими возможностями:

- поддерживает частоту шины 100/133 МГц;
- содержит два канала памяти RDRAM, работающих совместно и обеспечивающих полосу пропускания до 3,2 Гбайт/с;
- 16-разрядная реализация архитектуры ИНА (HI16) позволяет при наличии дополнительного компонента P64H обслуживать конкурентные потоки в шине PCI, повышающие производительность шины;
- поддерживает AGP 4x;
- упреждающее кэширование, уникальное для набора микросхем 840, позволяет повысить эффективность потоков данных и максимизировать распараллеливание процессов в системе;
- имеет генератор случайных чисел Intel RNG;
- использует два порта USB 1.1.

К необязательным элементам набора 840 относятся сетевой и RAID-интерфейс. Для их реализации необходимо добавить соответствующие микросхемы.

Третье поколение наборов микросхем системной логики (не Intel) для шестого поколения процессоров (P6)

Наборы микросхем для процессоров поколения P6 производили несколько компаний, в том числе ALi Corporation, VIA Technologies и SiS. Их предложения описаны в следующих разделах.

Наборы микросхем производства ULi (Acer Labs) для процессоров класса P6

Компания ULi Electronics (прежнее название — Acer Labs) выпускала целый ряд наборов микросхем для процессоров класса P6. Краткие сведения о данных наборах микросхем представлены в табл. 4.20.

Таблица 4.20. Наборы микросхем Uli для процессоров Pentium Pro/II/III/Celeron

Набор микросхем	Aladdin Pro II	Aladdin Pro 4	Aladdin TNT2	Aladdin Pro 5
Год выпуска	1999	2000	1999	2000, 2001 (версия T)
Номер микросхемы	M1621	M1641/M1641B	M1631	M1651, M1651T
Частота шины, МГц	60/66/100	100/133/200/266 (B)	66/100/133	66/100/133/200/266
Поддерживаемые процессоры	Pentium II/ Pentium Pro	Pentium II/III/Celeron	Pentium II/III/ Celeron	Pentium II/III/Celeron (версия T поддерживает процессоры Tualatin)
Формфактор	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370
Поддержка SMP (два процессора)	Да	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	FPM, EDO, PC100	PC100/133, DDR200/266 (B)	PC66/100/133/EDO	
Контроль четности/ECC	ECC	ECC	ECC	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1 (SDRAM), 2 (EDO)	1,5	1,5	3
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	1x/2x	1x/2x/4x	Нет	1x/2x/4x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	TNT2	Нет
Южный мост	M1533/M1543	M1535D	M1543C	M1535D

В табл. 4.21 перечислены функции южного моста, поддерживаемые в этих наборах микросхем.

Таблица 4.21. Микросхемы южного моста, используемые в наборах от UII для процессоров класса P6

Микросхема	Кол-во портов USB 1.1	Поддержка ATA	Интеграция звука	Интеграция Super I/O
M1533	2	ATA-33	Нет	Нет
M1543	2	ATA-33	Нет	Да
M1535D	4	ATA-66	Да ¹	Да
M1535D+	6 ²	ATA-100	Да ³	Да
M1543C	3	ATA-66	Нет	Да

1. SoundBlaster 16 совместим с волновой таблицей (wavetable).
2. Поддержка старых USB (клавиатура/мышь).
3. Аудио 3D PCI с поддержкой Direct3D (DirectX) (см. 14-е издание этой книги).

Более подробно об этих наборах микросхем вы можете узнать из 14-го издания данной книги.

Наборы микросхем производства VIA Technologies для процессоров класса P6

Компания VIA Technologies выпустила массу наборов микросхем для поддержки процессоров семейства P6. Их характеристики описаны в табл. 4.22.

Таблица 4.22. Наборы микросхем VIA для процессоров Pentium Pro/II/III/Celeron

Набор микросхем	Apollo Pro	Apollo Pro Plus	Apollo PME133 (PM601)	ProSavage PM133	Apollo Pro133	Apollo Pro133A	Apollo Pro PL133T	Apollo Pro 266/266T
Номер микросхемы	VT82C691	VT82C693	VT8601	VT8605	VT82C693A	VT82694X	VT8605	VT8633
Частота шины, МГц	66/100	66/100	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133
Поддерживаемые процессоры	Pentium Pro/ Pentium II/ Celeron	Pentium II/ Celeron	Pentium II/III/ Celeron/VIA C3	Pentium II/III / Celeron/VIA C3	Pentium II/III / Celeron/VIA C3	Pentium II/III / Celeron/VIA C3	Pentium II/I II/ Celeron VIA C3	Pentium II/III/ Celeron (Tualatin)/VIA C3
Формфактор	Socket 8, Slot 1	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Slot 1, Socket 370	Socket 370
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Типы ОЗУ	FP, EDO, PC66/100 SDRAM	FP, EDO, PC66/100 SDRAM	PC66/100/133 SDRAM	PC66/100/ 133 SDRAM	PC66/100/ 133 SDRAM	PC66/100/ 133 SDRAM, EDO	PC100/133 SDRAM	PC100/ 133 SDRAM, DDR200/266
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1	1	1	1,5	1,5	4	1,5	4
Тип PCI	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/ разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	1x/2x	1x/2x	1x/2x	2x/4x	1x/2x	2x/4x	2x/4x	3x/4x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Да ¹	Да	Нет	Нет	Да ²	Нет
Южный мост	VT82C596 или VT82C586B	VT82C596A	VT82C686A	VT8231	VT82C596B или VT82C586A	VT82C596B или VT82C586A	VT8231	VT8233C ³

1. Trident Blade3D.
2. S3 Savage 4 (3D) с интегрированной подсистемой Savage 2000 (2D).
3. Поддержка высокоскоростного соединения V-link (266 МГц) между северным и южным мостами.

В табл. 4.23 представлен обзор функций микросхем южного моста, применяемых в этих наборах микросхем.

Таблица 4.23. Микросхемы южного моста VIA для наборов микросхем P6

Микросхема южного моста	Кол-во портов USB 1.1	Поддержка ATA	Интегрированный звук	Интегрированная микросхема Super I/O	Интегрированный порт 10/100 Ethernet	Поддержка V-link
VT82C596	2	ATA-33	Нет	Нет	Нет	Нет
VT82C596A	2	ATA-33	Нет	Нет	Нет	Нет
VT82C686A	4	ATA-66	AC'97	Да	Нет	Нет
VT82C586B	2	ATA-33	Нет	Нет	Нет	Нет
VT8231	4	ATA-100	AC'97	Да	Нет	Нет
VT82C596B	4	ATA-66	AC'97	Да	Нет	Нет
VT82C586A	Нет	ATA-33	Нет	Нет	Нет	Нет
VT8233(C)	6	ATA-100	AC'97	Да	Да ¹	Да

1. Только в версии С интегрирован адаптер 3Com 10/100.

Наборы микросхем производства Silicon integrated Systems (SiS)

Характеристики наборов микросхем SiS для процессоров P6 представлены в табл. 4.24.

Таблица 4.24. Наборы микросхем SiS для процессоров Pentium II/III/Celeron

Набор микросхем	SiS620	SiS630	SiS630E	SiS630ET	SiS630S	SiS630ST
Частота шины, МГц	66/100	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133	66/100/133
Поддерживаемые процессоры	Pentium II	Celeron/ Pentium III	Celeron/ Pentium III	Celeron/ Pentium III/ PIII Tualatin	Celeron/ Pentium III	Celeron/ Pentium III/ PIII Tualatin
Формфактор	Slot 1	Socket 370	Socket 370	Socket 370	Socket 370	Socket 370
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	SDRAM PC66/100	SDRAM PC100/133	SDRAM PC100/133	SDRAM PC100/133	SDRAM PC100/133	SDRAM PC100/133
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1,5	3	3	3	3	3
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Разъем AGP	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Интегрированная видеосистема	AGP 2.0	AGP 2.0	AGP 2.0	AGP 2.0	AGP 2.0	AGP 2.0
Тип ATA	ATA-33/66	ATA-33/66	ATA-33/66	ATA-33/66/100	ATA-33/66/100	ATA-33/66/100
Тип/количество портов USB	1.1/2	1.1/5	1.1/5	1.1/5	1.1/6	1.1/6
10/100 Ethernet	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
Аппаратная аудиосистема	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
Южный мост	SiS 5595	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Поддержка видеомоста SiS	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да

Седьмое и восьмое поколения микросхем системной логики для Pentium 4/D и Core 2

Поскольку процессоры Pentium 4 и Celeron для гнезд Socket 423 и Socket 478 представляли собой один и тот же процессор с различными объемами кэш-памяти, а также небольшими внутренними модификациями, один и тот же набор микросхем можно использовать с процессорами обоих типов. Процессор Pentium 4 для гнезда Socket 775 существенно отличается от

своих предшественников; следовательно, основная часть семейства наборов микросхем 9xx поддерживает только процессоры Pentium 4 и Core 2 для гнезда Socket 775.

Характеристики наборов микросхем семейства 8xx Intel для процессоров Pentium 4 и Celeron 4 представлены в табл. 4.25 и 4.26. Эти наборы микросхем базируются на hub-архитектуре компании Intel, обеспечивающей скорость передачи данных 266 Мбайт/с между компонентами MCH/GMCH и ICH.

Процессоры Celeron D для настольных систем (наследники Celeron 4) были представлены после наборов микросхем, перечисленных в табл. 4.25, однако поддерживались наборами 845E, 845G, 845GE, 845PE и 845GV. Кроме того, они поддерживались наборами микросхем, перечисленными в табл. 4.26.

В табл. 4.27 перечислены микросхемы ICH, используемые в наборах микросхем Pentium 4/Celeron 4 компании Intel.

В середине 2004 года компания Intel представила новое семейство наборов микросхем 9xx для процессоров Pentium 4 и Celeron 4. Данные наборы с кодовыми названиями Grantsdale и Alderwood оптимизированы для использования совместно с процессором Pentium 4 Prescott, выпущенным в начале 2004 года. Это были первые наборы микросхем Intel, поддерживающие несколько новых технологий, в том числе память DDR2 и шину PCI-Express для подключения видеоадаптеров и других высокоскоростных устройств ввода-вывода (таких, как сетевые адаптеры Gigabit Ethernet). Кроме того, они обеспечивают поддержку гнезда LGA775 (также называемого Socket-T).

Примечание

Набор микросхем 910GL Express начального уровня поддерживает процессоры для гнезд Socket 478 и Socket 775.

В 2005 году Intel представила свой первый двухъядерный процессор для настольных ПК (Pentium D), а также наиболее производительный одноядерный процессор (Pentium Extreme Edition). Для поддержки данных процессоров, а также процессоров Pentium 4 с поддержкой технологии HT для гнезда Socket 775 были разработаны наборы микросхем 945, 955 и 975.

Поскольку развитие технологий предъявляет все более высокие требования к скорости передачи данных, семейство наборов микросхем 9xx базируется на улучшенной hub-архитектуре HI 1.5, которая использовалась в наборах микросхем семейства 8xx. Новая архитектура, известная как DMI (Direct Media Interface), обеспечивает скорость передачи данных до 1 Гбайт/с в каждом направлении, что сравнимо с характеристиками решений от других компаний (см. табл. 4.11). В табл. 4.28 перечислены наборы микросхем 9xx для процессоров Pentium 4, в табл. 4.29 — наборы микросхем 9xx для процессоров Pentium D, Core 2 и Pentium Extreme Edition (они также поддерживают процессоры Pentium 4), а в табл. 4.30 — микросхемы ввода-вывода ICH6 и ICH7, которые применяются в составе наборов микросхем 9xx.

Таблица 4.25. Наборы микросхем Intel серии 8xx, представленные в 2000–2002 годах

Набор микросхем	850	850E	845	845E
Кодовое название	Tehama	Tehama-E	Brookdale	Brookdale-E
Дата появления	Ноябрь 2000 г.	Май 2002 г.	Сентябрь 2001 г. (SDRAM); январь 2002 г. (DDR)	Май 2002 г.
Номер микросхемы	82850	82850E	82845	82845E
Частота шины, МГц	400	400/533	400	400/533
Поддерживаемые процессоры	Pentium 4, Celeron ¹	Pentium 4, Celeron ²	Pentium 4, Celeron ²	Pentium 4, Celeron ^{2,4}
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	Двухканальная память RDRAM (PC800)	Двухканальная память RDRAM (PC800/1066)	PC133 SDRAM, DDR200/266 SDRAM	DDR200/266
Контроль четности/ECC	Оба	Оба	ECC	ECC
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	2	2 (PC800), 1,5 (PC1066)	2 (PC2100 DDR); 3 (PC133 SDRAM)	2
Банки памяти	2	2	2 (PC2100); 3 (PC133)	2
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	AGP 4x (1,5 В)	AGP 4x (1,5 В)	AGP 4x (1,5 В)	AGP 4x (1,5 В)
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	Нет
Южный мост	ICH2	ICH2	ICH2	ICH4

1. Поддержка процессоров Socket 423 и Socket 478.

2. Поддержка только процессоров Socket 478.

Таблица 4.26. Наборы микросхем Intel серии 8xx для Pentium 4/Celeron 4, представленные в 2003 году

Набор микросхем	848P	865P	865PE	865G	865GV	875
Кодовое название	Breeds Hill	Springdale-P	Springdale-PE	Springdale-G	Springdale-GV	Canterwood
Дата появления	Февраль 2004 г.	Май 2003 г.	Май 2003 г.	Май 2003 г.	Май 2003 г.	Апрель 2003 г.
Номер микросхемы	82848P	82865P	82865PE	82865G	82865GV	82875
Частота шины, МГц	800/533/400	533/400	800/533/400	800/533/400	800/533/400	800/533
Поддерживаемые процессоры	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	Двухканальная память DDR266/333/400	Двухканальная память DDR266/333	Двухканальная память DDR333/400	Двухканальная память DDR333/400	Двухканальная память DDR333/400	Двухканальная память DDR333/400
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	ECC
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	2	4	4	4	4	4
Банк памяти	2	2	2	2	2	2
Тип PCI	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	AGP 8x	AGP 8x	AGP 8x	AGP 8x	Нет	AGP 8x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	Intel Extreme Graphics 2	Intel Extreme Graphics 2	Нет
Поддержка Gigabit Ethernet (GbE) ¹	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
Южный мост	ICH5/ICH5R	ICH5/ICH5R	ICH5/ICH5R	ICH5/ICH5R	ICH5/ICH5R	ICH5/ICH5R

1. Контроллер GbE подключен непосредственно к микросхеме MCH/GMCH, минуя шину PCI. За это отвечает специальная микросхема Gigabit Connection (Intel 82547E1).

845GL	845G	850GE	845GV	845PE
Brookdale-GL	Brookdale-G	Brookdale-GE	Brookdale-GV	Brookdale-PE
Июль 2002 г.	Июль 2002 г.	Октябрь 2002 г.	Октябрь 2002 г.	Октябрь 2002 г.
82845GL	82845G	82845GE	82845GE	82845PE
400	400/533	400/533	400/533	400/533
Pentium 4, Celeron ²	Pentium4, Celeron ^{2,3}	Pentium4, Celeron ^{2,3}	Pentium4, Celeron ^{2,4}	Pentium4, Celeron ^{2,4}
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
PC133 SDRAM, DDR200/266 SDRAM	PC133 SDRAM, DDR200/266 SDRAM	DDR200/266 SDRAM	DDR200/266 SDRAM	DDR200/266 SDRAM
Нет	ECC	Нет	Нет	Нет
2	2	2	2	2
2	2	2	2	2
2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Нет	4x (1,5 В)	4x (1,5 В)	Нет	4x (1,5 В)
Intel Extreme Graphics 200 МГц	Intel Extreme Graphics 200 МГц	Intel Extreme Graphics 266 МГц	Intel Extreme Graphics 200 МГц	Нет
ICH4	ICH4	ICH4	ICH4	ICH4

3. Модель В-1 поддерживает технологию HyperThreading.

4. Поддержка технологии HyperThreading.

Таблица 4.27. Микросхемы I/O Controller Hub для наборов микросхем системной логики Pentium 4/Celeron 4

Наименование микросхемы	ICH0	ICH	ICH2	ICH4	ICH5	ICH5R
Номер микросхемы	82801AB	82801AA	82801BA	828201DB	828201EB	828201ER
Тип ATA	UDMA-33	UDMA-66	UDMA-100	UDMA-100	UDMA-100	UDMA-100
Поддержка SATA	Нет	Нет	Нет	Нет	SATA-150	SATA-150
SATA Raid	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	RAID 0, RAID 1
Поддержка USB	1C/2P	1C/2P	2C/4P	3C/6P	4C/8P	4C/8P
USB 2.0	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
CMOS/системный таймер	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3
Поддержка LPC	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Управление питанием	SMM/ACPI 1.0	SMM/ACPI 1.0	SMM/ACPI 1.0	SMM/ACPI 2.0	SMM/ACPI 2.0	SMM/ACPI 2.0
10/100 Ethernet	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да

ICH. I/O Controller Hub (микросхема контроллера ввода-вывода).

USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

xC/xP. Количество контроллеров/количество портов.

ISA. Industry-Standard Architecture bus (архитектура шины промышленного стандарта).

LPC. Low Pin Count (шина с малым количеством контактов).

SMM. System Management Mode (режим управления системой).

ACPI. Advanced Configuration and Power Interface (усовершенствованный интерфейс управления конфигурированием и энергопотреблением).

Таблица 4.28. Наборы микросхем семейства Intel 9xx для процессора Pentium 4

Набор микросхем	910GL	915P	915PL	915G
Кодовое название	Grantsdale-GL	Grantsdale-P	Grantsdale-PL	Grantsdale-G
Номер микросхемы	828910GL	828915P	828915PL	828915G
Тактовая частота шины, МГц	533	800/533	800/533	800/533
Поддерживаемые процессоры	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы памяти	Двухканальная память DDR333/400	Двухканальная память DDR333/400, DDR2	DDR333/400	Двухканальная память DDR333/400, DDR2
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем 2 памяти, Гбайт		4	2	4
Количество банков памяти	2	2	2	2
Поддержка PCI	PCI-Express x1, PCI 2.3	PCI-Express x1, x16, PCI 2.2	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3	PCI-Express x1, x16, PCI 2.2
Частота шины PCI, МГц /разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Поддержка видео PCI-Express x16	Нет	Да	Да	Да
Разъем AGP	Нет	Нет	Нет	Нет
Интегрированное видео	Intel GMA 900	Нет	Нет	Extreme Graphics 3
Южный мост (hub)	Семейство ICH6	Семейство ICH6	Семейство ICH6	Семейство ICH6

1. Для поддержки памяти ECC необходимы микросхемы версий В-2 и выше.
Набор микросхем 915GL не поддерживает технологию HyperThreading.

Таблица 4.29. Наборы микросхем семейства Intel 9xx для процессоров Pentium D, Pentium Extreme Edition и Pentium 4

Набор микросхем	975X	955X
Кодовое название	Glenwood	Glenwood
Номер микросхемы	82975X	82955X
Тактовая частота шины, МГц	1066/800	1066/800
Поддерживаемые процессоры	Pentium Extreme Edition, Pentium D, Pentium 4 with HT Tech (Socket 775)	Pentium Extreme Edition, Pentium D, Pentium 4 with HT Tech (Socket 775)
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет
Тип памяти	Двухканальная DDR2 667/533	Двухканальная DDR2 667/533
Контроль четности/ECC	ECC	ECC
Максимальный объем памяти, Гбайт	8	8
Количество банков памяти	2	2
Поддержка PCI	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3
Частота шины PCI, МГц /разрядность	33/32	33/32
Поддержка видео PCI-Express x16	Да, два разъема	Да
Разъем AGP	Нет	Нет
Интегрированное видео	Нет	Нет
Южный мост (hub)	Семейство ICH7	Семейство ICH7

915GV	915GL	925X	925XE
Grantsdale-GV 828915GV 800/533	Grantsdale-GL 828915GL 533	Alderwood 82925X 800/533	Alderwood-E 82925XE 1066/800
Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D	Pentium 4, Celeron, Celeron D
Нет	Нет	Нет	Нет
Двухканальная память DDR333/400, DDR2	Двухканальная память DDR333/400	DDR2	Двухканальная память DDR2533/400
Нет	Нет	ECC ¹	Нет
4	4	4	4
2	2	2	2
PCI-Express x1, x16, PCI 2.2	PCI-Express x1, x16, PCI 2.2	PCI-Express x1, x16, PCI 2.2	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3
33/32	33/32	33/32	33/32
Нет	Нет	Да	Да
Нет	Нет	Нет	Нет
Extreme Graphics 3	Extreme Graphics 3	Нет	Нет
Семейство ICH6	Семейство ICH6	Семейство ICH6	Семейство ICH6
GMA 900. Graphics Media Accelerator 900.			

945G	945P	945PL
Lakeport-G 82945G 1066/800/533	Lakeport-P 82945P 1066/800/533	Lakeport-PL 82945PL 800/533
Pentium Extreme Edition, Pentium D, Pentium 4 with HT Tech (Socket 775)	Pentium Extreme Edition, Pentium D, Pentium 4 with HT Tech (Socket 775)	Pentium Extreme Edition, Pentium D, Pentium 4 with HT Tech (Socket 775)
Нет	Нет	Нет
Двухканальная DDR2 667/533/400	Двухканальная DDR2 667/533/400	Двухканальная DDR2 533/400
---	---	---
4	4	4
2	2	2
PCI-Express x1, x16, PCI 2.3	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3	PCI-Express x1, x16, PCI 2.3
33/32	33/32	33/32
Да	Да	Да
Нет	Нет	Нет
Intel GMA 900	Нет	Нет
Семейство ICH7	Семейство ICH7	Семейство ICH7

Таблица 4.30. Микросхемы контроллера ввода-вывода для наборов микросхем семейства 9xx процессоров Pentium 4 от компании Intel

Название микросхемы	ICH6	ICH6R	ICH7	ICH7R
Поддержка ATA ¹	UDMA-100	UDMA-100	UDMA-100	UDMA-100
Поддержка SATA-150	Четыре устройства	Четыре устройства	Четыре устройства	Четыре устройства
SATA RAID	Нет	0, 1, 0+1	Нет	0, 1, 0+1, 5
Поддержка USB	4C/8P	4C/8P	4C/8P	4C/8P
USB 2.0	Да	Да	Да	Да
CMOS/системный таймер	Да	Да	Да	Да
Поддержка PCI	2.3, PCI-Express	2.3, PCI-Express	2.3, PCI-Express	2.3, PCI-Express
Количество линий PCI-Express	4	4	4	6
Поддержка LPC	Да	Да	Да	Да
Управление питанием	SMM/ACPI 1.0	SMM/ACPI 1.0	SMM/ACPI 3.0	SMM/ACPI 3.0
10/100 Ethernet	Да	Да	Да	Да
Звуковая подсистема High-Definition Audio (Dolby Pro Logic IIx-совместимое 7.1-канальное решение)	Да	Да	Да	Да

1. Один порт ATA поддерживает два накопителя ATA/IDE.

ICH. I/O Controller Hub (контроллер ввода-вывода).

USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

ATA. AT Attachment (IDE).

UDMA. Ultra-DMA ATA (режим Ultra-DMA шины IDE).

ISA. Industry-Standard Architecture bus (архитектура шины промышленного стандарта).

LPC. Low Pin Count bus (шина с малым количеством контактов).

SMM. System Management Mode (режим управления системой).

ACPI. Advanced Configuration and Power Interface (усовершенствованный интерфейс управления конфигурированием и энергопотреблением).

Matrix storage. Технология RAID, которая позволяет создать два массива (0 и 1) при использовании всего двух накопителей.

Семейство Intel 850

Это первый набор микросхем системной логики, разработанный для процессора Intel Pentium 4 и поддерживающий микроархитектуру NetBurst. В наборе микросхем 850 (рис. 4.36), предназначенном для высокопроизводительных настольных компьютеров и рабочих станций, используются hub-архитектура и модульная конструкция, свойственные всем наборам микросхем Intel серии 8xx.

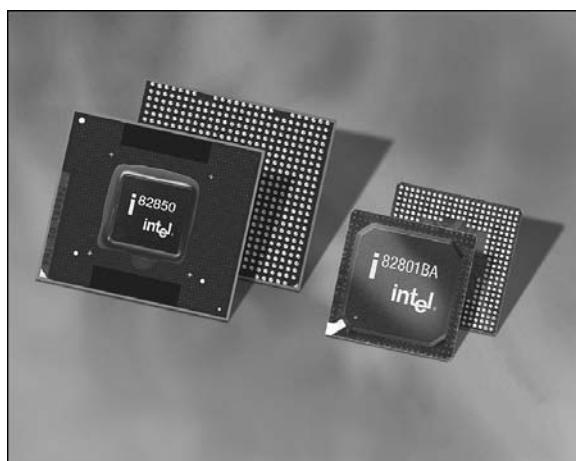


Рис. 4.36. Набор микросхем системной логики Intel 850. Фотография публикуется с разрешения Intel

Набор микросхем Intel 850 включает в себя только два из трех основных компонентов, используемых в ранних версиях наборов серии 800.

- **Контроллер памяти 82850 MCH.** Обеспечивает поддержку двоеканальной памяти RDRAM с частотой 400 МГц и пропускной способностью 3,2 Гбайт/с, а также системную шину с частотой 100 МГц. Микросхема 82850 MCH поддерживает видеоплаты AGP 4x 1.5V с полосой пропускания, превышающей 1 Гбайт/с.
- **Контроллер ввода-вывода 82801BA ICH2.** Микросхема ICH2 (расширенная версия 82801, используемая в других наборах серии 800) поддерживает 32-разрядную шину PCI 2.2, контроллер двоеканального UDMA 33/66/100 IDE, четыре порта USB, интегрированный сетевой контроллер, шестиканальный кодер-декодер AC-97, интерфейсы FWH, SMBus, а также технологии Alert on LAN и Alert on LAN 2.

Для поддержки работы в сетях 10BASE-T и Fast Ethernet в набор микросхем 850 могут быть введены дополнительные микросхемы связи Intel 82562ET/82562EM Platform LAN, формирующие необходимые свойства микросхемы 82801BA.

В наборе микросхем 850 для интеграции сетевых и аудиофункций, а также функций модема реализована поддержка платы CNR. На рис. 4.37 схематически представлена архитектура набора микросхем Intel 850.

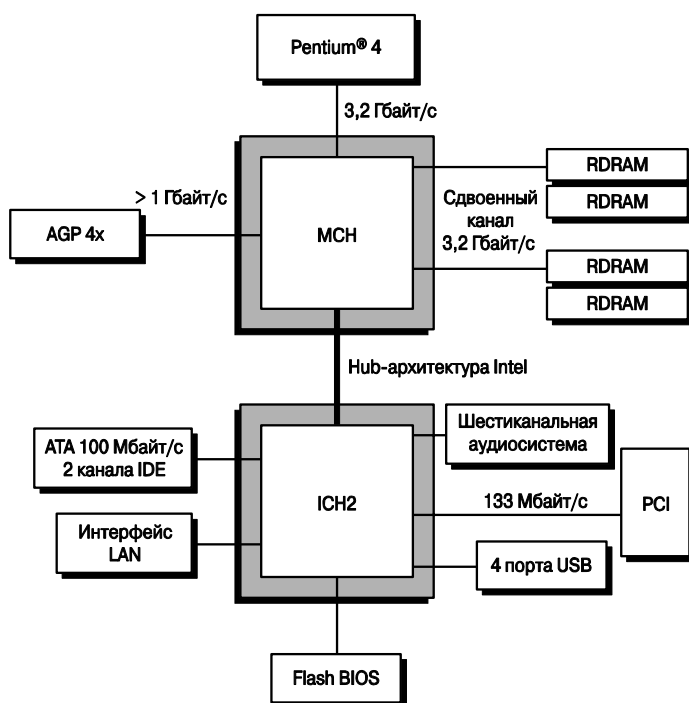


Рис. 4.37. Блок-схема набора микросхем Intel 850

Набор микросхем 850E представляет собой расширенный вариант модели 850. Микросхема 82850E MCH добавляет к стандартному набору функций набора микросхем 82850 поддержку двуканальной памяти Rambus RDRAM 533 МГц и PC1066 RIMM. При этом в обоих наборах используется один и тот же контроллер ICH2.

Семейство Intel 845

В отличие от наборов микросхем системной логики 850 и 850E, семейство наборов микросхем 845 широко используется в системных платах Intel и многих других производителей. В большинстве компьютеров Pentium 4, выпущенных с конца 2001 до середины 2003 года, наверняка установлены системные платы с тем или иным набором микросхем 845. Модель 845 с кодовым названием Brookdale, предназначенная для Pentium 4, впервые поддерживала дешевую по сравнению с RDRAM память SDRAM. Последующие разновидности семейства 845 получили поддержку памяти DDR SDRAM вплоть до DDR333, стандартов ATA-100 и USB 2.0.

Наборы микросхем системной логики Intel 845 имеют следующий модельный ряд.

- 845
- 845GL
- 845GV
- 845G
- 845GE
- 845E
- 845PE

Все модели семейства 845 основаны на одной hub-архитектуре и оснащены встроенной аудиосистемой, портом CNR для интегрированного модема и сети Ethernet 10/100. В то же время эти модели отличаются друг от друга типами и объемом поддерживаемой оперативной памяти, наличием или отсутствием встроенной видеосистемы, порта AGP и версией микросхемы ICH.

Хотя базовая модель набора микросхем 845 поддерживала только память стандарта PC133 SDRAM, версия 845D (обозначение, упоминавшееся в материалах некоторых аналитических сайтов, однако не используемое самой Intel) поддерживала память DDR SDRAM с тактовой частотой 200/266 МГц. Наборы микросхем Intel 845 с модулем 82845 MCH поддерживают процессоры Celeron/Pentium 4, устанавливаемые в гнездо Socket 478, а также два модуля DDR SDRAM или три стандартных модуля SDRAM (в зависимости от модели системной платы). При этом тактовая частота поддерживаемых модулей памяти DDR SDRAM составляет 200 МГц (PC2100) или 266 МГц (PC2700), а шины процессора (FSB) — 400 МГц. Допустимо использование модулей памяти с кодом коррекции ошибок (ECC) и наличие слота AGP 4x, однако в последнем случае встроенная видеосистема отсутствует.

В наборах микросхем 845 применяется та же микросхема контроллера ввода-вывода ICH2 82801BA, что и в наборах Intel 850/850E (поддерживающих память Rambus) и 815EP (поддерживающих недорогие модули памяти SDRAM). Микросхема ICH2 обеспечивает работу интерфейса ATA-100, аудиосистемы AC'97 и четырех портов USB 1.1.

Все системные платы с набором микросхем 845 серии G включают в себя интегрированную графическую подсистему Intel Extreme Graphics, имеющую более высокую тактовую частоту и быстродействие в приложениях с трехмерными объектами, чем видеосистема в наборах микросхем 810/815. Два набора микросхем — 845G и 845GE — также оснащены слотом AGP 4x для подключения внешних видеоадаптеров.

Модель 845E представляет собой улучшенный вариант базового набора микросхем 845, обладающий поддержкой ECC и шины процессора 533 МГц. Набор микросхем 845PE поддерживает шину процессора с тактовой частотой 533 МГц, память DDR, работающую на частоте 266/333 МГц, однако не обеспечивает поддержки модулей памяти с контролем четности и ECC. Все модели семейства 845 (кроме 845D) оснащены улучшенной микросхемой контроллера ввода-вывода 82801DB, поддерживающей шесть портов USB 2.0 и встроенный порт Ethernet. Все наборы микросхем (кроме 845 и 845GL) имеют 20-разрядную аудиосистему.

На рис. 4.38 представлены блок-схемы наборов микросхем 845 и 845GE.

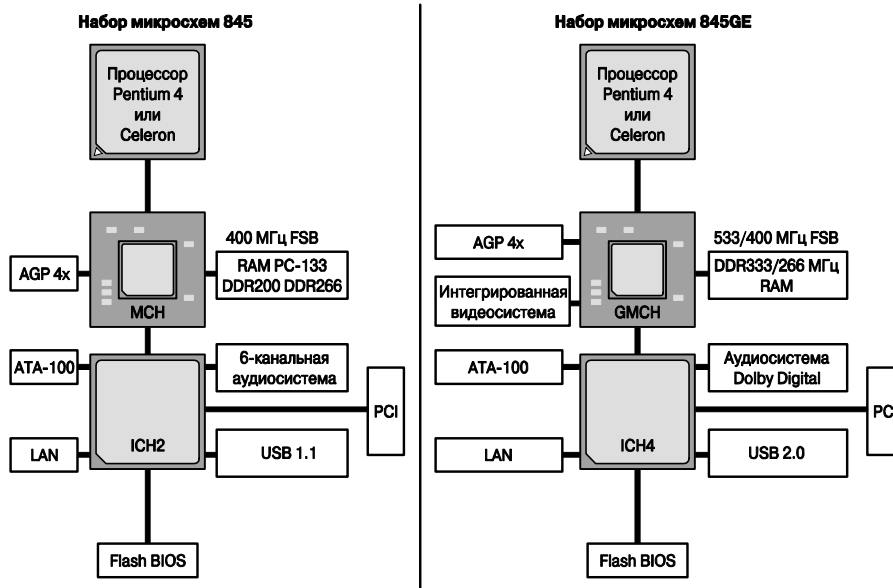


Рис. 4.38. Набор микросхем 845GE (справа) обеспечивает поддержку более высокой частоты шины процессора, интегрированной видеосистемы и оперативной памяти по сравнению с архитектурой набора микросхем 845 (слева), а также реализует интерфейс USB 2.0

Семейство Intel 865

Наборы микросхем семейства 865 (кодовое название — Springdale) были впервые представлены в мае 2003 года. Модели 865 являются улучшенным вариантом наборов микросхем 845 и поддерживают двухканальную оперативную память и новую архитектуру *точной передачи данных* (Communications Streaming Architecture — CSV). Технология CSV обеспечивает выделенное соединение для интегрированного в системную плату сетевого контроллера, повышает производительность компьютера и поддерживает новые интерфейсы (включая Gigabit Ethernet и Serial ATA). Характеристики наборов микросхем 865/875 были представлены в табл. 4.26.

Семейство 865 включает в себя модели 865P, 865PE и 845G. Наборы микросхем 865P и 865PE поддерживают одно- или двухканальную память DDR266, а также двухканальную память стандартов DDR333/400 и частоту шины процессора вплоть до 800 МГц. Двухканальная память обеспечивает расширенную пропускную способность ОЗУ, что повышает быстродействие системы. Микросхема 865P поддерживает память DDR266/333 и частоту шины процессора 533 МГц. Все наборы микросхем семейства 865 оснащены разъемом AGP 8x, а модели серии G — интегрированной графической системой Intel Extreme Graphics 2, представляющей собой модернизированную версию системы Intel Extreme Graphics, встроенной в системные платы с набором микросхем 845 серии G. В заключение к MCH/GMCH может подключаться дополнительный порт Gigabit Ethernet, что требует установки на материнскую плату микросхемы контроллера 82547.

Во всех моделях 865 применяется новый контроллер ввода-вывода ICH5, описанный далее.

Набор микросхем Intel 848P

Набор микросхем Intel 848P (кодовое название — Breeds Hill) был представлен в феврале 2004 года в качестве экономической версии набора микросхем 865 (Springdale). Однако, в отличие от семейства 865, он поддерживает только одноканальную память, максимальный объем которой не превышает 2 Гбайт. Кроме того, набор микросхем 848P не поддерживает сетевой адаптер Gigabit Ethernet.

По сравнению с семейством наборов микросхем 845 набор микросхем 848P обеспечивает поддержку более быстрых видеоадаптеров AGP 8x, быстрой памяти (вплоть до DDR400), а также микросхемы ввода-вывода ICH5 (южный мост) и шины Hub Link 1.5 (HL 1.5 или HI 1.5) MCH/ICH. Однако, если вы собираетесь приобретать новую систему или модернизировать существующую, подумайте о том, чтобы потратить деньги на более современный набор микросхем или системную плату.

Контроллеры ICH5 и ICH5R

Микросхемы ICH5 и ICH5R (RAID) — это представители последнего поколения контроллеров ввода-вывода hub-архитектуры Intel (заменяющих микросхему южного моста), представленной в наборах микросхем системной логики 8xx.

Эти микросхемы поддерживают четыре контроллера USB 2.0 с восемью внешними портами, два порта ATA/100 и два порта Serial ATA/150. Модель ICH5R также добавляет поддержку RAID 0 (том с чередованием) и RAID 1 (зеркальное отображение томов) для интерфейса SATA. Кроме того, обеспечена поддержка шины PCI 2.3 и встроенного контроллера Ethernet 10/100.

Примечание

Для реализации поддержки RAID 1 системными платами, оснащенными южным мостом ICH5R, необходимо установить последнюю версию программы Intel Matrix Storage Manager (ранее известной как Application Accelerator RAID Edition). В некоторых случаях может потребоваться сначала установить последнюю версию Intel RAID Option ROM. Для получения подробных сведений и загрузки драйверов и других обновлений обратитесь по адресу:

<http://support.intel.com/support/chipsets/imsm/>

Программа IMSM также поддерживает материнские платы с контроллерами ввода-вывода ICH6R и ICH7R.

Набор микросхем Intel 875P

Набор микросхем Intel 875P (кодовое название — Canterwood) был представлен в апреле 2003 года. Он поддерживает технологию Intel HT (HyperThreading), процессоры Pentium 4 с тактовой частотой 3,06 ГГц и более, включая процессоры с новым ядром Prescott, созданные по 90-нанометровой технологии.

Для оптимизации доступа к памяти модель 875P поддерживает четыре стандартных (или с поддержкой ECC) модуля памяти DDR333/400 (общим объемом до 4 Гбайт), работающих в двухканальном режиме, а также новый режим Turbo, увеличивающий быстродействие соединения между памятью DDR400 и модулем MCH. Поскольку в системную плату зачастую устанавливаются модули памяти разных типов или объема, набор микросхем 875P реализует новый динамический режим, корректирующий одновременную работу модулей памяти разных типов. Также поддерживаются интерфейсы Serial ATA и RAID, использующие ту же микросхему контроллера ввода-вывода ICH5, что и в наборах микросхем семейства 865.

Семейство Intel 915

Семейство наборов микросхем Intel 915, известное под кодовым названием Grantsdale, было представлено в 2004 году. К этому семейству относятся шесть наборов микросхем (910GL, 915PL, 915P, 915G, 915GV и 915GL), каждый из которых поддерживает новейшие процессоры Pentium 4 Prescott, выполненные по 0,09-микронной технологии. Данные наборы микросхем также поддерживают новое гнездо для установки процессоров LGA 775 (Socket T), описанное в главе 3. Эти наборы микросхем пришли на смену семейству наборов микросхем Intel 865 (Springdale).

Наборы микросхем 915P, 915G, 915GV, 915GL и 915PL поддерживают технологию HyperThreading, встроенную во все новые модели процессоров Pentium 4, а также частоту шины 800 МГц. Все три набора микросхем поддерживают двухканальную память DDR с частотой до 400 МГц, а также разъемы плат расширения PCI-Express x1 и PCI 2.3. Наборы микросхем 915P, 915G и 915GV дополнительно поддерживают новый стандарт памяти DDR2 со скоростью до 533 МГц.

Наборы микросхем 915P и 915PL поддерживают разъем PCI-Express x16 для установки высокоуровневых видеоадаптеров, а 915G, помимо этого, еще и оснащен интегрированным видео-

адаптером Intel Graphics Media Accelerator 900 (ранее известным как Extreme Graphics 3). Наборы микросхем 915GV, 915GL и 910GL оснащены интегрированным видеоадаптером Intel Graphics Media Accelerator 900, но не поддерживают разъем PCI-Express x16. Этот видеоадаптер поддерживает часть функций DirectX 9, но не поддерживает вершинные шейдеры, в отличие от полностью DirectX-совместимых графических процессоров производства ATI и NVIDIA.

Набор микросхем 910GL — наиболее дешевый член семейства, который не поддерживает память DDR2, частоту шины 800 МГц, технологию HyperThreading, а также видеоадаптеры PCI-Express x16. Он предназначен для использования в дешевых компьютерных системах на базе процессоров Intel Celeron и нового процессора Celeron D.

Все микросхемы MCH/GMCH из наборов семейства 915 используются с новыми микросхемами южного моста — ICH6 (см. табл. 4.31). Следует отметить, что версии южного моста ICH6 с поддержкой беспроводных соединений (ICH6W и ICH6WR), которые были анонсированы, так и не были выпущены. На рынок поступили только две версии данного южного моста — стандартная (ICH6) и с поддержкой RAID (ICH6R).

Семейство Intel 925X

Набор микросхем Intel 925X, до официального представления известный под кодовым названием Alderwood, выпущен в 2004 году. Он пришел на смену набору микросхем 875P (Canterwood). В отличие от наборов микросхем семейства 915, которые все еще поддерживают память DDR, набор 925X поддерживает только память DDR2. Набор микросхем 925X также поддерживает память ECC, в результате чего появляется возможность создания быстрой платформы для запуска критических приложений. Для дальнейшего повышения быстродействия также используется контроллер памяти улучшенной архитектуры.

Набор микросхем 925X поддерживает разъемы расширения PCI-Express x1 и PCI-Express x16 (видео), а также PCI 2.3. В качестве контроллера ввода-вывода используется семейство ICH6, заменившее собой южный мост (см. табл. 4.30).

В улучшенную версию этого набора микросхем — 925XE — добавлена поддержка процессорной шины 1066 МГц, однако она не поддерживает процессор Pentium 4 Extreme Edition и память с коррекцией ошибок ECC.

Семейство Intel 945 Express

Семейство наборов микросхем Intel 945 Express (кодовое название — Lakeport) выпущено в 2005 году и включает в себя наборы микросхем 945G, 945P и 945PL. Подобно 955X и 975X, это первые наборы микросхем от компании Intel, которые поддерживают новые двухъядерные процессоры Pentium D; при этом они также поддерживают процессоры Pentium 4 с реализацией технологии HT для гнезда Socket 775.

Наборы микросхем 945G и 945P нацелены на сегмент рынка высокопроизводительных ПК. Они поддерживают частоту шины до 1066 МГц и до 4 Гбайт двухканальной памяти DDR2 с частотой до 667 МГц (две пары модулей). Оба набора поддерживают видеоадаптеры PCI Express x16, однако набор микросхем 945G также содержит интегрированное графическое ядро Intel Graphics Media Accelerator 950.

Набор микросхем 945PL нацелен на так называемый сегмент массовых ПК; он поддерживает только два модуля памяти (одну пару в двухканальном режиме) с частотой до 533 МГц и объемом до 2 Гбайт. Также он поддерживает видеоадаптеры PCI-Express x16.

Все члены семейства 945 содержат микросхему контроллера ввода-вывода ICH7 (см. табл. 4.30). Ниже перечислены отличия южных мостов ICH7 от южных мостов ICH6:

- поддержка жестких дисков Serial ATA 300 Мбайт/с;
- поддержка SATA RAID 5 и Matrix RAID (только микросхемой ICH7R);
- поддержка двух дополнительных портов PCI-Express x1 (только микросхемой ICH7R).

Функции наборов микросхем 945G и 915G сравниваются на рис. 4.39.

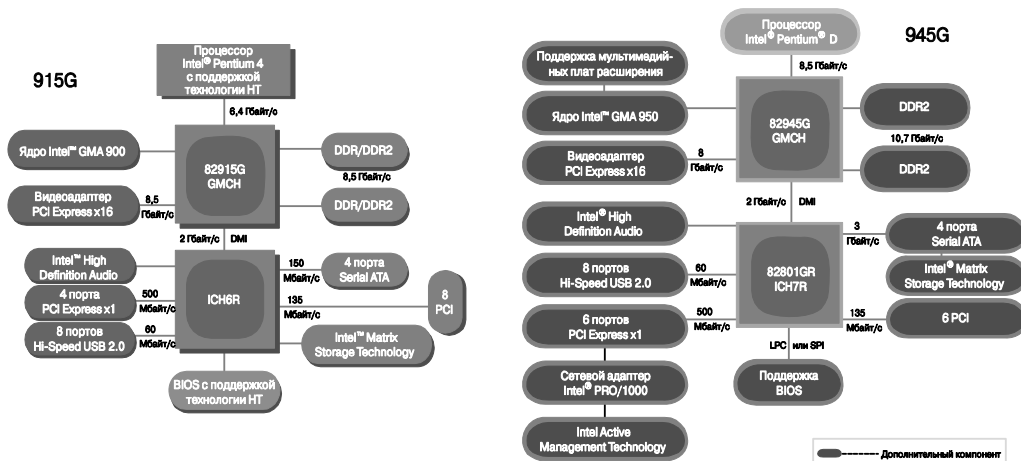


Рис. 4.39. Набор микросхем 915G (слева) — это первый набор микросхем Intel с поддержкой PCI-Express x16 и интегрированной графики. Набор микросхем 945G (справа) обладает схожими характеристиками, но поддерживает более быстрое интегрированное ядро, более быстрые жесткие диски SATA, а также большее количество портов PCI-Express x1

Наборы микросхем Intel 955X и 975X

Семейство наборов микросхем Intel Glenwood было представлено в 2005 году и включало в себя наборы микросхем 955X и 975X. Вместе с семейством 945 это первые наборы микросхем Intel с поддержкой двухъядерных процессоров Pentium D, однако они также поддерживают очень производительный одноядерный процессор Pentium Extreme Edition и существующие процессоры Pentium 4 с технологией HT для гнезда Socket 775. Компания Intel относит данные наборы микросхем к сегменту производительных ПК и рабочих станций начального уровня.

Хотя числовые обозначения данных наборов микросхем отличаются, их функции практически идентичны. Оба набора поддерживают частоты шины 800 и 1066 МГц, а также до четырех модулей памяти DDR2 667/533 (по две пары модулей в двухканальном режиме) с максимальным объемом 8 Гбайт. Оба набора микросхем поддерживают память ECC (это обязательное требование для рабочих станций), а также используют микросхему ICH7 в качестве контроллера ввода-вывода (см. табл. 4.30).

Наборы 955X и 975X отличаются один от другого только поддержкой видео. Набор микросхем 955X поддерживает один адаптер PCI-Express x16, в то время как набор 975X — установку двух видеоадаптеров в режиме CrossFire.

Наборы микросхем Intel 96x

Семейство наборов микросхем Intel 96x было представлено в июне 2006 года и предназначено для поддержки процессоров Core 2 (включая двухъядерные и четырехъядерные версии). В этом семействе было выпущено несколько моделей, и каждая из них несколько отличается своими функциональными возможностями. Модели Q963 и Q965 являются базовыми; в них интегрирована видеосистема GMA 3000 (при этом модель Q965 поддерживает и разъем PCI-Express x16, допускающий модернизацию графической системы) и поддержка быстродействующей памяти DDR2 с частотой 800 МГц. В модели P965 удалено интегрированное видео; она предназначена для тех, кто хочет использовать исключительно карты расширения PCI-Express x16. И наконец, в модель G965 включены все функции всех остальных наборов микросхем семейства, при этом интегрирована улучшенная видеосистема GMA X3000 и внедрена поддержка разъема PCI-Express x16. В табл. 4.31 перечислены основные характеристики наборов микросхем этого семейства.

Таблица 4.31. Наборы микросхем Intel 96x для процессоров Core 2

Характеристика	Q963	Q965	P965	G965
Дата появления	Июнь 2006 г.	Июнь 2006 г.	Июнь 2006 г.	Июнь 2006 г.
Поддержка процессоров	Core 2, Pentium 4, Pentium D	Core 2, Pentium 4, Pentium D	Core 2, Pentium 4, Pentium D	Core 2, Pentium 4, Pentium D
Гнездо	LGA775	LGA775	LGA775	LGA775
Тактовая частота процессора, МГц	1066/800/533	1066/800/533	1066/800/533	1066/800/533
Максимальный объем памяти, Гбайт	8	8	8	8
Тип памяти	Двухканальная DDR2	Двухканальная DDR2	Двухканальная DDR2	Двухканальная DDR2
Тактовая частота памяти, МГц	667/533	800/667/533	800/667/533	800/667/533
Интегрированная графика	GMA 3000	GMA 3000	Нет	GMA X3000
Графический интерфейс	Нет	PCI Express x16	PCI Express x16	PCI Express x16
Поддержка SATA	SATA (3 Гбит/с)/6, External SATA	SATA (3 Гбит/с)/6, External SATA	SATA (3 Гбит/с)/6, External SATA	SATA (3 Гбит/с)/6, External SATA
Поддержка RAID	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10
Контроллер ввода-вывода	ICH8	ICH8	ICH8	ICH8
Порты USB 2.0	10 портов	10 портов	10 портов	10 портов
Интегрированный звук	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97

Наборы микросхем 3x

Впервые представленное в июне 2007 года семейство наборов микросхем системной логики 3x (кодовое название — Bearlake) предназначено для поддержки двух- и четырехъядерных процессоров Core 2 с 0,065-микронным ядром Conroe и 0,045-микронным Penryn. Все наборы микросхем семейства 3x поддерживают память DDR2 до 800 МГц, а некоторые и DDR3 до 1333 МГц. Некоторые наборы поддерживают память Intel Turbo Memory (флэш-память, используемую в качестве кэша), что ускоряет загрузку приложений в системах с Windows Vista.

Некоторые наборы микросхем этого семейства содержат интегрированную графику GMA 3100, а некоторые поддерживают технологию Clear Video, улучшающую воспроизведение видео и поддерживающую интерфейс HDMI (High Definition Media Interface). Технология Clear Video поддерживает воспроизведение дисков HD DVD и Blu-ray, используя встроенные функции, что в противном случае потребовало бы установки дополнительной карты графического адаптера. Графическая система GMA 3100 готова к установке системы Vista Premium и поддерживает интерфейс Vista Aero.

Существует множество версий наборов микросхем семейства 3x, среди которых P31 и G31 являются основными. Единственное различие между этими двумя наборами заключается в том, что G31 содержит интегрированную графику GMA 3100. Набор P35 не поддерживает графику, но зато имеет массу других функций, таких как поддержка четырехъядерных процессоров с большей скоростью шины, большего количества портов SATA и USB, а также памяти DDR3. Модель G33 наследует все эти функции, но добавляет к ним графику GMA 3100 с поддержкой технологии Clear Video. В табл. 4.32 приведены характеристики наборов микросхем семейства 3x.

Наборы микросхем системной логики сторонних производителей для процессоров Intel

Компании SiS, Uli (ныне NVIDIA), ATI и VIA производят наборы микросхем системной логики для процессоров Intel Pentium 4/D и Core 2.

Хотя наборы микросхем системной логики компании Intel занимают лидирующее положение на рынке, многие из наборов сторонних производителей поддерживают уникальные функции, заслуживающие особого внимания.

Таблица 4.32. Наборы микросхем Intel 3x для процессоров Core 2

Характеристика	P31	G31	P35	G33
Дата появления	Июнь 2007 г.	Июнь 2007 г.	Июнь 2007 г.	Июнь 2007 г.
Поддержка процессоров	Core 2 Duo	Core 2 Duo	Core 2 Duo, Core 2 Quad	Core 2 Duo, Core 2 Quad
Гнездо	LGA775	LGA775	LGA775	LGA775
Тактовая частота процессора, МГц	1066/800	1066/800	1333/1066/800	1333/1066/800
Максимальный объем памяти, Гбайт	8	8	8	8
Тип памяти	Двухканальная DDR2	Двухканальная DDR2	Двухканальная DDR2/DDR3	Двухканальная DDR2/DDR3
Тактовая частота памяти, МГц	800	800 (DDR2), 1066 (DDR3)	800 (DDR2), 1066 (DDR3)	1066 (DDR3)
Интегрированная графика	Нет	GMA 3100	Нет	GMA X3100 с Clear Video
Графический интерфейс	PCI Express x16	PCI Express x16	PCI Express x16	PCI Express x16
Поддержка SATA	4 SATA (3 Гбит/с)	4 SATA (3 Гбит/с)	6 SATA (3 Гбит/с), External SATA	6 SATA (3 Гбит/с), External SATA
Поддержка RAID	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10	RAID 0, 1, 5, 10
Контроллер ввода-вывода	ICH7	ICH7	ICH9	ICH9
Количество портов USB 2.0	6	6	12	12
Интегрированный звук	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97	High Definition Audio, 20-разрядный AC'97

Наборы микросхем системной логики SiS

Компания SiS разработала несколько наборов микросхем для Pentium 4, включая интегрированные наборы, наборы для поддержки внешних видеоадаптеров или памяти стандарта RDRAM. В табл. 4.33–4.36 (Pentium 4) и в табл. 4.35 и 4.37 (Pentium D) приводятся подробные характеристики наборов микросхем SiS. В отличие от наборов микросхем, созданных для процессоров Pentium II/III/Celeron, в моделях для Pentium 4/D применяются высокоскоростные аналоги микросхемы южного моста (микросхемы Media I/O в моделях SiS96x) вместо реализации функций северного и южного мостов в одной микросхеме. Микросхемы северного и южного мостов для Pentium 4 соединены с помощью 16-разрядной шины Multi-Threaded I/O Link (Multi-Threaded I/O Link), а не медленной шины PCI, как в более старых наборах микросхем.

В табл. 4.34 перечислены микросхемы северного моста для процессоров Pentium 4, работающих на шине от 800 МГц.

Таблица 4.33. Микросхемы северного моста SiS для процессоров Pentium 4 (Socket 478) с частотой процессорной шины до 533 МГц

Набор микросхем	SiS650	SiS651	SiS645	SiS645DX
Частота шины, МГц	400	400/533	400	400/533
Поддержка HyperThreading	Нет	Да ¹	Нет	Да ¹
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC133, DDR266	PC100/133, DDR200/266/333	PC133, DDR200/266	PC133, DDR266/333
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	3	3	3	3
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	4x	4x	4x	4x
Интегрированная видеосистема	Да	Да	Нет	Нет
Южный мост	SiS961	SiS962	SiS961	SiS961
Быстродействие Multi-Threaded I/O Link, Мбайт/с	533	533	533	533

1. Только модель В.

Таблица 4.34. Микросхемы северного моста SiS для процессоров Pentium 4 (Socket 478) с частотой шины 800 МГц и больше

Набор микросхем	SiS648FX	SiS655FX	SiS655TX	SiS656	SiSR659	SiS661FX
Частота шины, МГц	800/400/533	800/400/533	800/400/533	800/400/533	800/400/533	800/400/533
Поддержка HyperThreading	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Тип ОЗУ	DDR400/333	Двухканальная DDR400/333	Двухканальная DDR400/333	Двухканальная DDR400/333, DDR-II	Четырехканальная RDRAM PC1200	DDR400/222/266
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	ECC	ECC	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	3	3	4	4	4	3
Тип PCI	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Разъем видео	AGP 8x	AGP 8x	AGP 8x	PCI-Express 16x	AGP 8x	AGP 8x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Sis Mirage Graphics 32/64 Мбайт
Южный мост	SiS963L	SiS964/964L	SiS964/964L	SiS965/965L	SiS964/964L	SiS964/964L
Быстродействие MuTIOL, Гбайт/с	1	1	1	1	1	1

В табл. 4.35 перечислены наборы микросхем северного моста SiS, поддерживающие двухъядерный Pentium D, а также процессоры Pentium 4 для гнезда Socket 775.

В табл. 4.36 приведены характеристики южных мостов SiS Media I/O, которые упоминаются в табл. 4.33–4.35.

Наборы микросхем SiS650/651

Наборы микросхем SiS650/651 позволяют выпускать дешевые компьютеры с интегрированной видеосистемой на базе процессора Pentium 4, в которых можно устанавливать видеоадаптеры AGP 4x. Встроенная видеосистема поддерживает высококачественное воспроизведение DVD, а также дополнительную микросхему SiS301B, необходимую для работы TV-выхода и разъема DVI для жидкокристаллических панелей.

SiS648	SiS655	SiS R658	SiS 661GX
400/533	400/533	400/533	400/533
Да ¹	Да ¹	Да ¹	Да
Нет	Нет	Нет	Нет
DDR200/266/333	DDR266/333, двухканальная память	1066/800 RDRAM	DDR400/333/266
Нет	Нет	Нет	Нет
3	4	4	3
2.2/2.3 ²	2.2/2.3 ²	2.2/2.3 ²	2.2/2.3 ²
33/32	33/32	33/32	33/32
8x	8x	8x	8x
Нет	Нет	Нет	Mirage (DirectX 7.0; 64 Мбайт)
SiS963	SiS963	SiS963	SiS963, SiS964
1000	1000	1000	1000

2. PCI 2.2 — при использовании SiS963, PCI 2.3 — при использовании SiS964.

Таблица 4.35. Микросхемы северного моста компании SiS для процессоров Pentium D и Pentium 4 (Socket 775)

Набор микросхем	SiS649	SiS649FX	SiS656	SiS656FX	SiS661FX
Частота шины, МГц	800/533/ 400	1066	800/533/ 400	1066/800/533/400	800/400/533
Поддержка HyperThreading	Да	Да	Да	Да	Да
SMP (двухпроцессорная конфигурация)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Тип памяти	Одноканальная DDR2 533/400, DDR400/222/266	Одноканальная DDR2 667, DDR 400	Двухканальная DDR2 667/533/400	Двухканальная DDR2 667/533/400	Одноканальная DDR 400/222/266
Поддержка четности/ECC	Нет	Нет	ECC	ECC	Нет
Максимальный объем памяти, Гбайт	2	2	4	4	3
Поддержка PCI	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Частота шины PCI, МГц /разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип видеоадаптера	PCI Express x16	PCI Express x16	PCI-Express x16	PCI-Express x16	AGP 8x
Интегрированный видеоадаптер	Нет	Нет	Нет	Нет	SiS Mirage Graphics 64MB
Южный мост (South Bridge)	SiS965, 966 series	SiS965, 966 series	SiS965, 966 series	SiS965, 966 series	SiS964/964L
Быстродействие MuTIOL, Гбайт/с	1	1	1	1	1

Таблица 4.36. Микросхемы SiS Media I/O (южный мост) для процессоров Intel и AMD

Микросхема южного моста	USB	Порты USB	ATA	Количество портов SATA	Поддерживаемые уровни RAID	Аудиосистема
SiS961	1.1	6	33/66/100	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS961B	1.1	6	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS962	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS962L	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS963	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS963L	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS964	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	2	0, 1, 0+1, JBOD	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS964L	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	—	—	AC'97, многоканальная, стандарт 5.1
SiS965	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	4	0, 1, 0+1, JBOD	AC'97, многоканальная, стандарт 7.1
SiS965L	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	2	0, 1, JBOD	AC'97, многоканальная, стандарт 7.1
SiS966	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	4 ¹	0, 0+1, 1, JBOD	AC'97, многоканальная, стандарт 7.1 HDA
SiS966L	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	2	0, 1, JBOD	AC'97, многоканальная, стандарт 7.1 HDA

1. Два порта поддерживают режим AHCI.
HDA. High-Definition Audio (звук высокой четкости).
JBOD. Just a Bunch Of Disks (группа жестких дисков).

В обоих наборах микросхем для обеспечения взаимодействия микросхем северного и южного мостов применяется высокоскоростной трехуровневый канал передачи данных MuTIOIOL (266 МГц/533 Мбайт/с).

Модели SiS650/651 поддерживают оперативную память стандартов SDRAM и DDR SDRAM. Кроме того, набор микросхем SiS651 поддерживает память DDR333, частоту системной шины 533 МГц процессоров Pentium 4 и технологию HyperThreading в модели 961B.

Южный мост SiS961 обеспечивает поддержку интерфейсов USB 1.1, ATA-100 (и ATA-133 в модели 961B), шестиканальную аудиосистему AC'97, а также интегрированные интерфейсы Ethernet/HomePNA. В модели 651 применяется новая микросхема южного моста SiS962, поддерживающая стандарты ATA-133 и USB 2.0.

Наборы микросхем SiS645/645DX

Наборы микросхем семейства 645, в отличие от 65х, не содержат интегрированной видеосистемы, но в остальном обладают аналогичными характеристиками: поддерживают память SDRAM и DDR SDRAM, интерфейс AGP 4x и высокоскоростное соединение MuTIOIOL между микросхемами северного и южного мостов. Модель 645DX поддерживает память DDR333, шину с тактовой частотой 533 МГц и технологию HT, используемую в новых процессорах Pentium 4.

В наборах микросхем 645/645DX применяется микросхема южного моста SiS961.

10/100 Ethernet	Gigabit Ethernet	HomePNA 1.0/2.0	IEEE-1394	PCI-Express x1	Тактовая частота шины MuTIOIOL, МГц
Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
Да	Нет	Да	Да	Нет	266
Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
Да	Нет	Да	Да	Нет	533
Да	Нет	Да	Нет	Нет	533
Да	Нет	Да	Нет	Нет	1000
Да	Нет	Да	Нет	Нет	1000
Да	Да	Да	Нет	Да	1000
Да	Нет	Да	Нет	Да	1000
Да	Да	Да	Нет	Да	1000
Да	Нет	Да	Нет	Да	1000

Наборы микросхем SiS648/648FX/655/655FX/655TX

Набор микросхем SiS648 представляет собой усовершенствованную версию модели SiS645DX и имеет следующие отличия:

- поддержка только памяти DDR (до DDR333);
- разъем AGP 8x;
- южный мост SiS963 (поддержка USB 2.0, IEEE-1394a).

Набор микросхем SiS648FX — это улучшенная версия набора SiS648, поддерживающая процессоры Pentium 4 с частотой 800 МГц.

Набор микросхем SiS655 является разновидностью SiS648 с поддержкой двухканальной памяти DDR266/333 объемом до 4 Гбайт.

Набор микросхем SiS655FX — это улучшенная версия набора SiS655, к которой добавлены следующие функции:

- поддержка двухканальной памяти DDR400;
- поддержка процессоров Pentium 4 с частотой 800 МГц;
- поддержка технологии HyperStreaming Technology (под этим маркетинговым наименованием компания SiS подразумевает метод сокращения задержек благодаря конвейерной обработке и разделению потоков данных);
- южный мост SiS964 (восемь портов USB 2.0, восьмиканальный звук, SATA, RAID).

Набор SiS655TX — это улучшенная версия набора SiS655FX, которая поддерживает технологию Advanced HyperStreaming Technology второго поколения.

Наборы микросхем SiS R658/R659

Набор микросхем R658 впервые поддерживает память стандарта Rambus. Эта модель имеет следующие характеристики:

- поддержка процессоров Pentium 4 с тактовой частотой шины 533 МГц и технологий HT (только для моделей В);
- поддержка двухканальной памяти 1066/800 RDRAM (требуется установка двух идентичных модулей);
- адресация оперативной памяти с максимальным объемом до 4 Гбайт;
- интерфейс AGP 8x;
- соединение MuTIO 1G (с тактовой частотой 533 МГц и скоростью передачи данных — более 1 Гбайт/с) с микросхемой южного моста SiS963.

В целом R658 представляет собой набор микросхем 655 с поддержкой RDRAM и микросхемой южного моста SiS963.

Набор микросхем R659 — это улучшенная версия набора микросхем R658, в которой реализованы следующие дополнительные функции:

- поддержка процессоров Pentium 4 с частотой до 800 МГц;
- поддержка технологии SiS HyperStreaming;
- поддержка четырехканальной памяти PC1200 RDRAM;
- южный мост SiS964.

Наборы микросхем SiS661GX/SiS661FX

SiS661GX — это интегрированный набор микросхем со следующими характеристиками:

- поддержка процессоров Pentium 4 с частотой шины до 533 МГц и технологией HT;
- поддержка до 2 Гбайт памяти DDR400 (два модуля DIMM) или 3 Гбайт памяти DDR333/266 (три модуля DIMMs);

- видеоадаптер AGP 8x;
- интегрированное графическое ядро SiS Mirage Graphics (программно-совместимое с DirectX 9) с поддержкой выходов CRT, TV и LCD; аппаратное воспроизведение DVD; разделяемая память 32 или 64 Мбайт;
- южный мост SiS964/964L.

SiS661FX — это интегрированный набор микросхем, аналогичный SiS661GX, однако поддерживающий двухъядерные процессоры Pentium D и процессоры Pentium 4 с поддержкой технологии HT с частотой шины до 800 МГц.

Наборы микросхем SiS656/SiS656 FX

SiS656 — это первый набор микросхем SiS с поддержкой видео PCI-Express и памяти DDR2. Поэтому его можно считать аналогом набора Intel 915 для процессоров Pentium 4 (он рассматривается выше). К другим характеристикам относятся следующие:

- поддержка процессоров Pentium 4 с частотой шины до 800 МГц, в том числе процессоров на ядре Prescott и двухъядерных процессоров Pentium D;
- двухканальная память DDR400/333 или DDR2 533/400;
- максимальный объем памяти — 4 Гбайт;
- поддержка памяти ECC;
- поддержка PCI-Express x16;
- южный мост SiS965/965L или SiS966/966L.

Набор SiS656FX базируется на SiS656, однако поддерживает частоту шины до 1066 МГц.

Наборы микросхем SiS649/SiS649FX

Набор микросхем SiS649 — это версия SiS656 с поддержкой только одноканальной памяти и следующими характеристиками:

- поддержка процессоров Pentium 4 с частотой шины до 800 МГц, в том числе процессоров на ядре Prescott и двухъядерных Pentium D;
- одноканальная память DDR400/333 или DDR2 533/400;
- максимальный объем памяти — 2 Гбайт;
- поддержка PCI-Express x16;
- южный мост SiS965/965L или SiS966/966L.

Набор микросхем SiS649FX базируется на SiS649, однако также поддерживает частоту шины до 1066 МГц и память DDR2 667 или DDR 400.

Наборы микросхем системной логики ULi для Pentium 4

Компания ULi (ранее известная как ALi Corporation и Acer Laboratories, а позднее купленная компанией NVIDIA) разработала несколько наборов микросхем для процессоров Pentium 4/Celeron 4. В табл. 4.37 и 4.38 приводятся подробные характеристики этих моделей наборов микросхем.

В табл. 4.38 приведены сведения о микросхемах южного моста, которые используются в наборах микросхем компании ULi Electronics для процессоров Pentium 4; эти же южные мосты используются и в наборах микросхем ULi для процессоров Athlon XP и Athlon 64.

Набор микросхем Aladdin P4 (M1671)

Это первый набор микросхем компании ULi, разработанный для процессора Pentium 4. Поскольку в нем используются те же микросхемы южного моста M1535, что и в наборах для процессоров Pentium II/III, модель P4 основана на традиционной архитектуре “северный/южный мост”. Таким образом, данные между микросхемами северного и южного мостов передаются по медленной шине PCI (133 Мбайт/с).

Таблица 4.37. Наборы микросхем ALi для Pentium 4

Набор микросхем	ALADDiN-P4	M1681	M1683	M1685
Микросхема северного моста	M1671	M1681	M1683	M1683
Частота шины, МГц	400	400/533 ¹	800/533/400	800/533/400
Поддержка технологии HyperThreading	Нет	Да	Да	Да
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC100/133, DDR200/266/333	PC100/133, DDR200/266/333/400	PC133, DDR266/333/400	DDR266/333/400, DDR2 400/53/667
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	3	3	4	3,5
Тип PCI	2.2	2.3	2.3	2.3
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Разъем видео	AGP 4x	AGP 8x	AGP 8x	PCI-Express 16x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	Нет
Южный мост	M1535	M1563	M1563	M1563
Шина HyperTransport	Нет	400 Мбайт/с	400 Мбайт/с	800 Мбайт/с

1. Также поддерживаются процессоры с технологией HyperThreading.

Таблица 4.38. Микросхемы южного моста ALi для процессоров Pentium 4, Athlon XP и Athlon 64

Микросхема южного моста	USB	Порты USB	ATA	SATA
M1535D	1.1	4	33/66	---
M1535D+	1.1	6	33/66/100/133	---
M1563 ¹	2.0	6	66/100/133	---
M1567 ²	2.0	8	66/100/133	150
M1573 ²	2.0	8	66/100/133	150
M1575 ²	2.0	8	66/100/133	300

1. Интегрированные интерфейсы Memory Stick и SD (Secure Digital), поддержка AMD Athlon 64/Opteron/Mobile Athlon 64.

Основные характеристики P4 таковы:

- системная шина с тактовой частотой 400 МГц;
- поддержка памяти PC100/133 и DDR200/266/333;
- интерфейс ATA-133 (при использовании микросхемы южного моста M1535D+);
- интерфейс AGP 4x;
- порты USB 1.1;
- управление питанием ACPI.

Существует и набор микросхем P4 для портативных компьютеров Aladdin-P4M, в котором применяется микросхема южного моста D1535+.

Наборы микросхем M1681/M1683

Наборы микросхем M1681/M1683 для Pentium 4 не уступают по своим характеристикам продукции других производителей. В данном случае вместо медленной шины PCI для обеспечения взаимодействия микросхем северного и южного мостов применяется прямое высокоскоростное соединение HyperTransport.

Эти наборы микросхем обладают следующими характеристиками:

- поддержка технологии HT и системной шины с частотой 533 МГц;
- поддержка памяти DDR (DDR400) и PC100/133 SDRAM;
- ATA-133;

- USB 2.0;
- интерфейс AGP-8x;
- интерфейсы флэш-памяти Memory Stick и SD (Secure Digital) ;
- управление питанием ACPI;
- высокоскоростное соединение HyperTransport между микросхемами северного и южного мостов, показатель быстродействия составляет свыше 400 Мбайт/с в каждом направлении (общая пропускная способность — 800 Мбайт/с);
- южный мост M1563.

Набор микросхем M1683 — это улучшенная версия M1681, которая поддерживает системную шину с частотой 800 МГц.

Набор микросхем M1685

Хотя по обозначению M1685 близок к предыдущим наборам микросхем ULi для процессоров Pentium 4, на самом деле он значительно отличается от чипсетов поколения M1681/M1683. Это первый набор микросхем ALi для процессоров Pentium 4, поддерживающий шину PCI-Express и память DDR-II. Основные характеристики данного набора микросхем таковы:

- поддержка системной шины 800 МГц;
- поддержка процессоров с технологией HyperThreading;

SATA RAID	Аудиосистема	Программный модем	10/100 Ethernet	Super I/O	PCI-Express
---	Сtereo AC'97	Да	Нет	Да	Нет
---	Шестиканальная AC'97	Да	Нет	Да	Нет
---	Шестиканальная AC'97, SPDIF	Да	Да	Да	Нет
---	7.1-канальная HDA	Да	Да	Да	Да
---	7.1-канальная HDA	Да	Да	Да	Да
0, 1, 0+1, 5, JBOD	7.1-канальная HDA	Да	Да	Да	Да

2. Поддержка процессоров Pentium 4 и AMD Athlon 64, а также северных мостов от сторонних компаний, например ATI Radeon Xpress 200.

- поддержка памяти DDR266/333/400 или DDR-II;
- разъем PCI-Express x16 для установки видеоадаптера;
- максимальный объем памяти — 3,5 Гбайт;
- южный мост M1563.

Хотя северный мост M1685 поддерживает ту же память DDR-II и шину PCI-Express x16, что и последние наборы микросхем от компаний Intel и SiS, южный мост M1563 не поддерживает целый ряд функций, таких как Serial ATA и ATA RAID. Таким образом, системная плата с набором микросхем M1685/M1563 не будет поддерживать современные жесткие диски, если только на ней не будет использован дополнительный контроллер SATA. Большинство материнских плат с набором микросхем M1685 применяют в качестве южного моста микросхему M1567 (SATA RAID) или M1575 (SATA RAID 300 Мбайт/с), каждый из которых предпочтительнее, чем M1563.

Наборы микросхем системной логики ATI

Наборы микросхем компании ATI для процессоров Pentium 4 (основанные на архитектуре “северный/южный мост”) поддерживают интегрированную графическую систему Radeon VE, аппаратное воспроизведение DVD и одновременную работу двух мониторов. Микросхемы северного и южного мостов взаимодействуют друг с другом посредством эффективного соединения A-Link.

Микросхемы северного моста Radeon IGP для Pentium 4 включают в себя следующие модули.

- Radeon IGP 330
- Radeon IGP 340

Radeon 9x00 IGP — это уже второе семейство наборов микросхем ATI для процессоров Pentium 4. Северный мост 9x00 IGP предлагает графическое ядро уровня Radeon 9200 с аппаратной поддержкой DirectX 8.1 и нескольких мониторов. Южный мост IXP 300 поддерживает Serial ATA и USB 2.0, а также шестиканальный звук. К семейству Radeon 9x00 IGP относятся следующие микросхемы.

- Radeon 9100 IGP
- Radeon 9100 Pro IGP
- Radeon 9000 Pro IGP

Микросхемы южного моста ATI включают в себя такие компоненты.

- IXP 150
- IXP 200
- IXP 250
- IXP 300
- IXP 400
- IXP 450

В табл. 4.39 представлены характеристики микросхем северного моста, а в табл. 4.40 — микросхем южного моста, используемых в наборах микросхем ATI для процессоров Pentium 4. Микросхемы Radeon IGP 330 и Radeon IGP 340 не нашли широкого применения в настольных компьютерах и сейчас их производство прекращено.

Таблица 4.39. Микросхемы Radeon IGP (северный мост) для Pentium 4

Набор микросхем	Radeon IGP 330	Radeon IGP 340	Radeon 9100/Pro ¹ IGP	Radeon 9000 Pro IGP	Radeon Xpress 200 (RS 400)	Radeon XPress 200 (RC 410)
Частота шины, МГц	400	400/533	400/533/800	400/533/800	400/533/800	400/533/800
Поддержка технологии HyperThreading	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
Типы ОЗУ	DDR200/266	DDR200/266/333	DDR333/400, двухканальная память	DDR333/400	DDR333/400, DDR2 400/533/667	DDR333/400, DDR2 400/533/667
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1	1	4	4	4	4
Тип PCI	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	4x	4x	8x	8x	Нет	Нет
PCI-Express x16	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Интегрированная видеосистема	Radeon VE ²	Radeon VE ²	Radeon 9200 ^{3,4}	Radeon 9200 ^{3,4}	Radeon X300	Radeon X300
Скорость соединения NB/SB, Мбайт/с	266	266	266	266	800	800
Тип соединения NB/SB	A-Link	A-Link	A-Link	A-Link	HyperTransport	HyperTransport

1. Версия PRO обеспечивает более высокое быстродействие в режиме AGP 8x, повышенное быстродействие памяти, а также улучшенную совместимость с памятью DDR400.

2. Фактически это ядро ATI Radeon 7000 с поддержкой двух мониторов.

3. Только два графических конвейера; дискретный графический процессор Radeon 9200 содержит четыре конвейера.

4. Поддержка технологии ATI SurroundView, позволяющей подключить третий монитор при установке адаптера ATI в разъем AGP. Некоторые системные платы данную технологию не поддерживают.

Таблица 4.40. Микросхемы южного моста AT1 для Pentium 4

Микросхема южного моста	USB	Количество портов USB	ATA	Аудиосистема	10/100 Ethernet	Соединение NB/SB
IXP 150	2.0	6	ATA100	AC'97, 2.3; 6-канальная	3Com	A-Link
IXP 200/250 ¹	2.0	6	ATA100	AC'97, 2.3; 6-канальная	3Com	A-Link
IXP 300	2.0	8	ATA133, 2 SATA	AC'97, 2.3; 6-канальная	3Com	A-Link
IXP 400 (SB400)	2.0	8	ATA133, 4 SATA	AC'97, 2.3; 6-канальная	3Com	A-Link
IXP 450	2.0	8	ATA133, 2 SATA	AC'97, 2.3; 8-канальная	Realtek 8101L	HyperTransport 800 МГц

1. Микросхема IXP 250 идентична IXP 200, плюс поддержка технологий WOL (Wake On LAN), DMI (Desktop Management Interface), MBA (Manage Boot Agent) и ASF (Alert Standards Forum).

Наборы микросхем системной логики VIA

Хотя компания VIA производит разнообразные модели наборов микросхем для процессоров Pentium 4, она не обладает лицензией Intel на интерфейс Socket 478. Это замедлило применение наборов микросхем VIA производителями системных плат до момента заключения договоренности между Intel и VIA. До получения лицензии на гнездо Socket 478 для выпуска Pentium 4-совместимых материнских плат с наборами микросхем VIA производство сосредоточивается в компании VPSD (VIA Platform Solutions Division), и эти материнские платы продаются под различными торговыми марками. После достижения договоренности между VIA и Intel наборы микросхем от VIA используются многими производителями материнских плат.

В табл. 4.41 и 4.42 представлены характеристики наборов микросхем VIA для Pentium 4, включая наборы микросхем с интегрированной видеосистемой ProSavage.

Таблица 4.41. Наборы микросхем VIA для Pentium 4 с частотой шины до 533 МГц

Набор микросхем	P4X266	P4X266A	P4X266E	P4M266	P4X400 (P4X333)	P4X400A	P4X533
Северный мост	VT8753	VT8753A	VT8753E	VT8751	VT8754	VT8754CE	P4X533
Частота шины, МГц	400	400	400/533	400	400/533	400/533	400/533
Поддержка технологии HyperThreading	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC100/133, DDR200/266	PC100/133, DDR200/266	DDR200/266	PC100/133, DDR200/266	DDR200/266/ 333	DDR266/ 333/400	DDR200/266/ 333
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет	ECC	ECC	ECC
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	4	4	4	4	16	16	16
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹
Тип AGP	4x	4x	4x	4x	8x	8x	8x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	S3 Graphics ProSavage8 3D	Нет	Нет	Нет
Южный мост	VT8233, VT8233C, VT8233A	VT8233, VT8233C, VT8233A	VT8233, VT8233C, VT8233A, VT8235	VT8233, VT8233C, VT8233A	VT8235	VT8235	VT8237
Быстродействие V-link, Мбайт/с	266	266	266	266	533	533	533

1. Поддержка 64-разрядной шины PCI, работающей с частотой 66 МГц при использовании дополнительной микросхемы VPRX-64 (VT8101).

Таблица 4.42. Наборы микросхем VIA для Pentium 4 с частотой шины 800 МГц

Набор микросхем	PT800	PM800	PM800 Pro	PT880	PT880 Ultra	PT894	PT894 Pro
Северный мост	PT800	PM800	PM800 Pro	PT880	PT880 Ultra	PT894	PT894 Pro
Частота шины, МГц	400/533/800	400/533/800	400/533/800	400/533/800	533/800/1066	400/533/800/1066	400/533/800/1066
Поддержка технологии HyperThreading	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	DDR266/333/400	DDR266/333/400	DDR266/333/400; DDR2 533/400	DDR266/333/400, двухканальная память	DDR266/333/400, DDR2 400/533, двухканальная память	DDR266/333/400, DDR2 400/533, двухканальная память	DDR266/333/400, DDR2 400/533, двухканальная память
Контроль четности/ECC	ECC	ECC	ECC	ECC	ECC	ECC	ECC
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	16	16	16	16	16	16	16
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹	33/32 ¹
Тип AGP	8x	8x	8x	8x	8x	Нет	Нет
PCI-Express	Нет	Нет	Нет	Нет	x4	x16	x16, x4
Интегрированная видеосистема	Нет	S3 UniChrome Pro ²	S3 UniChrome Pro ²	Нет	Нет	Нет	Нет
Южный мост	VT8237	VT8237	VT8237	VT8237	VT8237R	VT8237R	VT8237R
Быстродействие V-link, Мбайт/с	533	533	1066	1066	1066	1066	1066

1. Поддержка шины PCI 66 МГц/64 бит при использовании дополнительной микросхемы VPX-64 (VT8101).

2. Ядро The UniChrome Pro поддерживает подключение двух мониторов, RAMDAC 350 МГц, улучшенные средства воспроизведения DVD, поддержка объемной графики DirectX 7/8/9.

В табл. 4.43 представлены характеристики микросхем южного моста, применяемых в наборах микросхем системной логики VIA для процессоров Pentium 4. Стоит отметить, что аналогичные микросхемы используются в наборах микросхем VIA для процессоров Athlon. Во всех наборах микросхем VIA внедрен высокоскоростной интерфейс V-link между микросхемами северного и южного мостов, которые подключены к микросхеме VT1211 LPC или ее аналогу — микросхеме Super I/O. При этом обеспечивается поддержка последовательных, инфракрасных и параллельных портов, а также дисковод для гибких дисков.

Архитектура V-MAP для Pentium 4

Микросхемы северного и южного мостов VIA для Pentium 4 поддерживают архитектуру V-MAP (VIA Modular Architectural Platform), позволяющую за короткий срок расширить функциональные возможности наборов микросхем за счет установки их улучшенных версий, имеющих аналогичные контактные выводы. Микросхемы северного моста, используемые в наборах микросхем системной логики P4X266, 266A, 266E, P4M266 и P4X400, имеют совместимые друг с другом контактные выводы наравне с микросхемами южного моста моделей 8233/8235/8237. Таким образом, разработчики могут создавать системные платы с различными структурными компонентами. Все наборы микросхем поддерживают высокоскоростное соединение V-link между микросхемами северного и южного мостов.

Семейство VIA Apollo P4X266

Набор микросхем VIA Apollo P4X266 разработан для процессоров Pentium 4/Celeron 4, поддерживает интерфейс AGP 4x, системную шину с тактовой частотой 400 МГц, используемую в ранних процессорах Pentium 4/Celeron 4, максимальный объем адресуемой оперативной памяти составляет 4 Гбайт. Модель P4X266 увеличивает быстродействие интерфейса памяти и расширяет очередь инструкций в интерфейсе шины процессора до 12, тем самым

уменьшая время ожидания и оптимизируя эффективность работы системы. Набор микросхем P4X266E поддерживает шину с тактовой частотой 533 МГц, используемую в процессорах Pentium 4 (с рабочей частотой 2,53 ГГц и выше). Кроме того, поддерживаются микросхемы южного моста VT8233 и новые версии VT8235.

Таблица 4.43. Микросхемы южного моста VIA для Pentium 4

Микросхе- ма южного моста	USB	Коли- чество портов USB	ATA	Поддержка SATA	Поддержка RAID SATA	PCI- Express	Аудиосистема	10/100 Ether- net	Home- PNA	Быстродей- ствие V-link, Мбайт/с
VT8233	1.1	6	33/66/100	Нет	—	Нет	АС'97, 6-ка- нальная ¹	Да	Да	266
VT8233A	1.1	6	33/66/ 100/133	Нет	—	Нет	АС'97, 6-ка- нальная ¹	Да	Нет	266
VT8233C	1.1	6	33/66/ 100/133	Нет	—	Нет	АС'97, 6-ка- нальная ¹	Да ²	Нет	266
VT8235	2.0	6	33/66/100	Нет	—	Нет	АС'97, много- канальная, стандарт 5.1 ¹	Да	Нет	533
VT8237R ^{5,6}	2.0	8	33/66/100	SATA-150	0,1 ⁷		АС'97, много- канальная, стандарт 5.1 ^{1,4}	Да	Нет	1066
VT8251	2.0	8	33/66/100	SATA-300 ⁷	0,1, 0+1, 5	x2 или 2 X1	АС'97, много- канальная, стандарт 7.1	Да	Нет	1066

1. Аудиосистема представлена интегрированной в системную плату отдельной микросхемой аудиодекодера; также поддерживается программный модем MC'97.

2. Порт 3Com 10/100 Ethernet.

3. 4 порта SATA с дополнительным интерфейсом SATA Lite.

4. Поддержка 8-канального (7.1) звука при использовании дополнительного контроллера VIA Envy 24PT с интерфейсом PCI.

5. Возможно использование с микросхемами северного моста, поддерживающими скорость передачи данных 533 Мбайт/с. При использовании интерфейса SATA Lite возможна поддержка RAID 0+1.

6. Изначально данная микросхема называлась VT8237.

7. Поддержка RAID 0+1 при наличии SATA Lite.

8. Поддержка технологии NCQ (Native Command Queuing).

Набор микросхем ProSavage P4M266

Набор микросхем VIA ProSavage P4M266 включает в себя интегрированную графическую систему S3 Graphics ProSavage8 2D/3D и ряд функций P4X266. В отличие от некоторых других наборов микросхем системной логики с графической системой, в P4M266 также поддерживается слот AGP 4x, в который можно установить производительный внешний видеоадаптер.

Для кадрового буфера ProSavage8 из системной памяти выделяется 32 Мбайт ОЗУ, и обеспечивается поддержка пропускной способности интерфейса AGP 8x с внутренними 128-разрядными каналами данных, а для улучшения качества воспроизведения DVD применяется технология DVD DXVA Motion Compensation. Также поддерживаются все модели микросхем южного моста семейства 8233.

Наборы микросхем Apollo P4X400, P4X400A и P4X533

Набор микросхем Apollo P4X400 представляет собой модернизированную версию недолго просуществовавшей модели P4X333. Предназначенный для серверов и рабочих станций/домашних компьютеров, набор микросхем P4X400 поддерживает до 32 Гбайт ОЗУ и память ECC, системную шину с частотой 400/533 МГц и память DDR с тактовой частотой до 333 МГц. Благодаря микросхеме южного моста VT8235 также обеспечено взаимодействие с новейшими стандартами ввода-вывода данных (USB 2.0 и ATA-133).

Набор микросхем Apollo P4X400A характеризуется улучшенной синхронизацией данных, поддержкой памяти DDR400 и применением микросхемы южного моста VT8235.

Набор микросхем P4X533 аналогичен P4X400A, но предполагает использование южного моста VT8237, обеспечивающего поддержку SATA и RAID, а также восьми портов USB 2.0 и звука 7.1.

Во всех трех наборах микросхем используется соединение 8x V-link (533 Мбайт/с) между микросхемами северного и южного мостов.

Наборы микросхем PT800/PM800/PT880/PM880

Семейство PT8xx — это первые наборы микросхем от компании VIA Technologies, поддерживающие процессоры Pentium 4 с частотой шины 800 МГц. Все они предполагают использование южного моста VT8237, обеспечивающего поддержку SATA и RAID, а также восьми портов USB 2.0 и 7-канального звука.

Основные различия между данными наборами микросхем перечислены ниже.

- Набор микросхем PT800 поддерживает одноканальную память DDR 400 и видео AGP 8x; между микросхемами северного и южного мостов используется соединение 8x V-link (533 Мбайт/с).
- Набор микросхем PM800 поддерживает все функции PT800, а также содержит интегрированное графическое ядро S3 UniChrome Pro.
- Набор микросхем PT880 — это версия PT800 с поддержкой двухканальной памяти. Кроме того, между микросхемами северного и южного мостов используется соединение Ultra V-link (1066 Мбайт/с).
- Набор микросхем PM880 поддерживает все функции PT880, а также содержит интегрированное графическое ядро S3 UniChrome Pro.

PT880 Ultra/PT894/PT894 Pro

Наборы микросхем PT880 Ultra, PT894 и PT894 Pro компании VIA основаны на наборе PT880, однако имеют ряд отличий.

- Поддержка памяти DDR2 с частотой до 533 МГц; поддержка памяти DDR сохраняется.
- Набор PT880 Ultra поддерживает графические адаптеры AGP 8x и PCI-Express x4.
- Наборы PT894 и PT894 Pro поддерживают графические адаптеры PCI-Express x16 вместо AGP 8x; PT894 Pro также поддерживает графические адаптеры PCI-Express x4.
- Наборы PT894 и PT894 Pro поддерживают частоту процессорной шины 1066 МГц.

Данные наборы микросхем предполагают использование южного моста VT8237R (восемь портов USB 2.0, SATA, RAID, звук 7.1 (необязательно)) или нового моста VT8251 (SATA 300 с NCQ, RAID 5, интегрированный звук 7.1).

Блок-схема набора микросхем PT894 Pro представлена на рис. 4.40.

Наборы микросхем системной логики для процессоров Athlon/Duron/Athlon XP

Первый процессор AMD Athlon устанавливался в разъем Slot A; последующие версии процессоров от компании AMD (такие, как Athlon XP, Duron и частично Sempron) предназначены для гнезда Socket A. Несмотря на общее сходство с Pentium III и Celeron, процессорам AMD необходимы собственные наборы микросхем. Вначале единственным поставщиком микросхем для процессоров Athlon была сама компания AMD, но в последнее время VIA Technology, ULI Electronics, SiS и NVIDIA представили большое количество наборов микросхем, обладающих разнообразными возможностями. Об этих наборах и пойдет речь в следующих разделах.

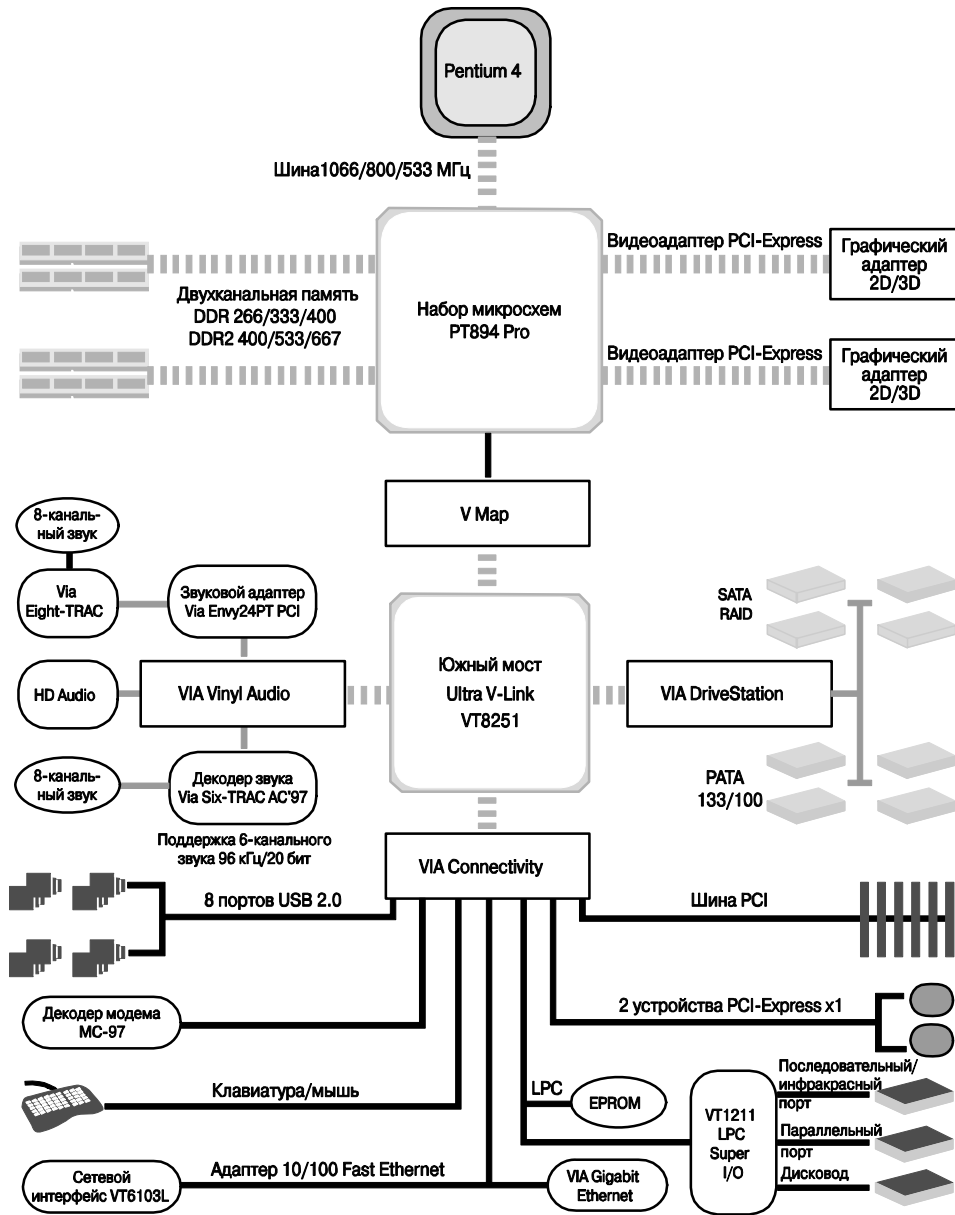


Рис. 4.40. Набор микросхем PT894 Pro от компании VIA для процессоров Pentium 4 поддерживает двухканальную память DDR/DDR2, два видеoadaptera PCI-Express, а также новый южный мост VT8251

Наборы микросхем системной логики AMD

Компания AMD разработала два набора микросхем системной логики для процессоров Athlon и Duron: AMD-750 и AMD-760/MP/MPX. Их основные свойства приведены в табл. 4.44, а более подробно эти наборы описаны в следующих разделах.

Таблица 4.44. Наборы микросхем для процессоров AMD Athlon/Duron на основе архитектуры северного/южного моста

Набор микросхем	AMD-750	AMD-760
Кодовое название	Irongate	Нет
Дата появления	Август 1999 г.	Октябрь 2000 г.
Номер микросхемы	AMD-751	AMD-761
Тактовая частота шины, МГц	200	200/266
Оптимальный процессор	Athlon/Duron	Athlon/Duron
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Да
Тип памяти	SDRAM	DDR SDRAM
Тактовая частота памяти	PC100	PC1600/PC2100
Контроль четности/ECC	Оба	Оба
Максимальный объем памяти	768 Мбайт	2 Гбайт буферизированной и 4 Гбайт регистровой
Поддержка PCI	2.2	2.2
Поддержка AGP	AGP 2x	AGP 4x
Южный мост	AMD-756	AMD-766
Поддержка ATA/IDE	ATA-66	ATA-100
Поддержка USB	1C/4P	1C/4P
CMOS/часы	Да	Да
Поддержка ISA	Да	Нет
Поддержка LPC	Нет	Нет
Управление питанием	SMM/ACPI	SMM/ACPI

AGP. Accelerated Graphics Port (ускоренный графический порт).

LPC. Low Pin Contact (шина с уменьшенным количеством контактов).

ATA. Advanced Technology Attachment (IDE) (интерфейс передовой технологии).

PCI. Peripheral Component Interconnect (шина взаимодействия периферийных компонентов).

DDR-SDRAM. Double Data Rate SDRAM (SDRAM с удвоенной скоростью).

SDRAM. Synchronous Dynamic RAM (синхронная динамическая память).

ECC. Error Corection Code (код коррекции ошибок).

SMP. Symmetric Multiprocessing (симметрическая многопроцессорная система).

ISA. Industry Standard Architecture (архитектура промышленного стандарта).

USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

Набор микросхем AMD-750

Для своих новых моделей процессоров Athlon/Duron компания AMD разработала системные платы Slot A и Socket A на базе набора микросхем AMD-750. Этот набор использует традиционную архитектуру “северный/южный мост”, соответствующую особенностям процессоров Athlon и Duron. Набор AMD-750 состоит из компонентов AMD-751 (северный мост) и AMD-756 (южный мост).

Компонент AMD-751 соединяет процессор с шиной, а также содержит контроллер памяти, контроллер шин AGP и PCI. Компонент AMD-756 включает мост PCI-to-ISA, контроллер интерфейса USB и контроллер ATA33/66.

Набор микросхем AMD-750 обладает следующими возможностями:

- поддерживает шину AMD Athlon 200 МГц;
- совместим со спецификацией PCI 2.2;
- поддерживает AGP 2x;
- поддерживает память типа PC100 SDRAM с кодами коррекции ошибок;
- позволяет установить до 768 Мбайт памяти;
- включает систему управления питанием ACPI;
- поддерживает интерфейс ATA-33/66;
- содержит контроллер USB;
- включает интегрированную 256-байтовую микросхему CMOS RAM с часами реального времени;
- имеет интегрированный контроллер клавиатуры и мыши.

Набор микросхем AMD-760

Набор AMD-760, представленный в октябре 2000 года, известен как первый набор микросхем системной логики, поддерживающий память DDR SDRAM. Он содержит две микросхемы, выполненные в корпусе PBGA (Pin Plastic Ball-Grid Array): 569-контактный системный контроллер AMD-761 (северный мост) и 272-контактный контроллер периферийной шины AMD-766 (южный мост). Подробная блок-схема набора микросхем AMD-760 приведена на рис. 4.41.

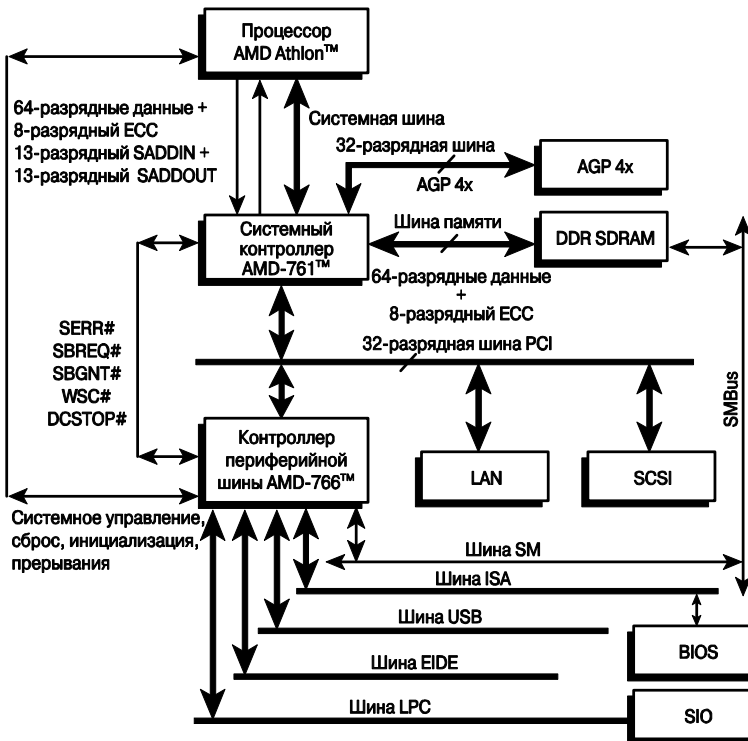


Рис. 4.41. Блок-схема набора микросхем AMD-760

Северный мост AMD-761 содержит системную шину AMD Athlon, контроллер памяти DDR SDRAM с поддержкой модулей PC1600 и PC2100, контроллер AGP 4x, а также контроллер шины PCI. Мост AMD-761 поддерживает функционирование шины процессора с частотой 200 или 266 МГц.

Южный мост AMD-766 включает в себя контроллер USB, интерфейсы двояных UDMA/100 ATA/IDE, шину LPC, предназначенную для соединения с микросхемой Super I/O, а также компоненты ROM BIOS.

Основные характеристики набора микросхем AMD-760 таковы:

- шина процессора AMD Athlon 200/266 МГц;
- поддержка двояных процессоров;
- шина PCI 2.2, содержащая до шести устройств управления;
- интерфейс AGP 2.0, поддерживающий режим 4x;
- память PC1600 или PC2100 DDR SDRAM с поддержкой ECC;
- поддержка до 2 Гбайт буферизированной или 4 Гбайт зарегистрированной памяти DDR SDRAM;

- система управления питанием ACPI;
- поддержка ATA-100;
- контроллер USB;
- шина LPC, поддерживающая Super I/O.

Набор AMD-760MP, в котором применяется микросхема северного моста AMD-762, представляет собой усовершенствованную версию базовой архитектуры AMD-760, спроектированной для поддержки двухпроцессорных систем на базе Athlon MP. Модель AMD-760MP отличается от стандартного набора микросхем AMD-760 следующими возможностями:

- поддержка двух процессоров AMD Athlon MP с частотой шины 200/266 МГц;
- поддержка до 4 Гбайт PC2100 DDR (модули с регистрацией);
- поддержка 32- и 64-разрядных разъемов PCI с частотой 33 МГц.

В наборе микросхем AMD-760MPX также применяется микросхема северного моста AMD-762 для обеспечения работы нескольких процессоров Athlon MP, однако AMD-760MPX характеризуется наличием контроллера периферийной шины AMD-768 (южный мост). Основные отличия модели AMD-760MPX от 760MP таковы:

- для поддержки двух 32/64-разрядных слотов PCI с частотой 66 МГц требуется микросхема северного моста AMD-762;
- для поддержки 32-разрядных слотов PCI с частотой 33 МГц необходима микросхема южного моста AMD-768.

Благодаря поддержке 64-разрядного интерфейса PCI с тактовой частотой 66 МГц набор микросхем 760MPX предназначен непосредственно для серверных систем, в то время как 760MP — для рабочих станций.

Ни один из описанных выше наборов микросхем не поддерживает стандарты USB 2.0, ATA-133 и DDR333 (или более быстродействующую память). В большинстве настольных компьютеров с процессорами Athlon, Duron и Athlon XP установлены системные платы с наборами микросхем сторонних производителей. Тем не менее модели 760MP и 760MPX представляют определенный интерес для производителей рабочих станций и серверов. В следующих разделах будут подробно описаны наборы микросхем системной логики от сторонних производителей для процессоров Athlon, Duron и Athlon XP.

Наборы микросхем системной логики VIA для AMD

Компания VIA Technologies, Inc. является крупнейшим поставщиком процессоров и наборов микросхем после Intel и AMD. Она была основана в 1987 году на Тайване в городе Тайпэй и сегодня является ведущей конструкторской компанией на острове, которая занимается разработкой интегральных схем. VIA Technologies не имеет собственных производственных мощностей, т.е. производство микросхем передано компаниям, имеющим технологические участки изготовления интегральных микросхем. В 1999 году компания VIA приобрела у National Semiconductor отдел по разработке процессоров Cyrix, а у компании IDT — отдел процессоров Centaur, став таким образом поставщиком не только микросхем, но и процессоров. В целях интегрирования графических функций в различные наборы микросхем VIA Technologies создала совместное предприятие с SonicBLUE (бывшей S3). Эта компания получила название S3 Graphics, Ltd.

Компания VIA Technologies создает наборы микросхем системной логики для процессоров Intel, AMD и Cyrix (VIA). В табл. 4.45 приведены основные параметры наборов микросхем для процессоров Athlon/Duron, использующих традиционную архитектуру “северный/южный мост”.

Таблица 4.45. Наборы микросхем процессоров VIA Athlon/Duron (архитектура “северный/южный мост”)

Набор микросхем	Apollo KX133	Apollo KT133	Apollo KT133A	Apollo KLE133	ProSavage KM133
Дата появления	Август 1999 г.	Июнь 2000 г.	Декабрь 2000 г.	Март 2001 г.	Сентябрь 2000 г.
Северный мост	VT8371	VT8363	VT8363A	VT8361	VT8365
Поддерживаемый процессор	Athlon	Athlon/Duron	Athlon/Duron	Athlon/Duron	Athlon/Duron
Интерфейс процессора	Slot A	Socket A (462)	Socket A (462)	Socket A (462)	Socket A (462)
Тактовая частота процессора, МГц	200	200	200/266	200/266	200/266
AGP	4x	4x	4x	Нет	4x
Интегрированное видео	Нет	Нет	Нет	Да	S3 Savage 4
Спецификация PCI	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Тип памяти	SDRAM	SDRAM	SDRAM	SDRAM	SDRAM
Частота памяти, МГц	PC 133	PC 133	PC 100/133	PC 100/133	PC 100/133
Максимальный объем памяти, Гбайт	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Южный мост	VT82C686A	VT82C686A	VT82C686B	VT82C686B	VT8231
ATA/IDE	ATA-66	ATA-66	ATA-100	ATA-100	ATA-100
Порт USB	1C4P	1C4P	1C4P	1C4P	1C4P
Управление питанием	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI
Super I/O	Да	Да	Да	Да	Да
CMOS/часы	Да	Да	Да	Да	Да
Количество контактов	552	552	552	552	552

Не так давно компания VIA разработала новую архитектуру V-Link, представляющую собой быстродействующее выделенное соединение между микросхемами северного и южного мостов. Архитектура V-Link подобна hub-архитектуре Intel, а также технологиям HyperTransport (используемой в наборах микросхем Ali, NVIDIA и ATI) и A-Link (ATI). Технология V-Link также применяется в наборах микросхем VIA, предназначенных для Pentium 4. В табл. 4.46–4.48 представлены характеристики наборов микросхем, поддерживающих архитектуру V-link и технологию V-MAP (VIA Modular Architecture Platform). Наравне с наборами микросхем VIA для Pentium 4 компоненты V-MAP имеют контактные выводы, совместимые с микросхемами северного и южного мостов с шиной V-link. Это позволяет поставщикам системных плат, основываясь на единой архитектуре, расширять функциональные возможности выпускаемых моделей плат.

Набор микросхем VIA Apollo KX133

Набор микросхем VIA Apollo KX133 привнес в платформу процессоров AMD Athlon технологии AGP 4x, PC133 и ATA-66, а также процессорную шину с частотой 200 МГц, увеличив быстродействие по сравнению с AMD-750. Это первый набор микросхем, поддерживающий порт AGP 4x.

VIA Apollo KX133 имеет следующие характеристики:

- частота шины процессора – 200 МГц;
- графический порт AGP 4x;
- память типа PC133 SDRAM;
- максимальный объем устанавливаемой памяти – 2 Гбайт;
- интерфейс ATA-66;
- четыре порта USB;
- звуковой и модемный интерфейс AC97;
- аппаратный мониторинг;
- система управления питанием.

Набор VIA Apollo KX133 состоит из двух микросхем: VT8371 (северный мост) и VT82C686A (южный мост).

Таблица 4.46. Наборы микросхем VIA с шиной V-link для процессоров Duron/Athlon XP

Набор микросхем	Apollo KT266	Apollo KT266A	Apollo KT333	ProSavage KM266
Северный мост	VT8366	VT8633A	VT8753E	VT8375
Частота шины, МГц	200/266	200/266	200/266/333	200/266
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC100/133, DDR200/266	PC100/133, DDR200/266	DDR200/266/333	PC100/133, DDR200/266
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	4	4	4	4
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	4x	4x	4x	4x
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	S3 Graphics ProSavage8 3D
Южный мост	VT8233, VT8233C, VT8233A	VT8233, VT8233C, VT8233A	VT8233, VT8233C, VT8233A, VT8235	VT8233, VT8233C, VT8233A
Быстродействие V-link, Мбайт/с	266	266	266	266
Количество контактов	552	552	552	552

Таблица 4.47. Микросхемы южного моста VIA для процессоров Athlon/Duron/Athlon XP

Микросхема южного моста	USB	Количество портов USB	ATA	Аудиосистема	10/100 Ethernet	HomePNA	Быстродействие V-link, Мбайт/с (поддержка SATA RAID, количество контактов)
VT8233	1.1	6	33/66/100	АС'97, 6-канальная ¹	Да	Да	266 (376)
VT8233A	1.1	6	33/66/100/133	АС'97, 6-канальная ¹	Да	Нет	266 (376)
VT8233C	1.1	6	33/66/100/133	АС'97, 6-канальная ¹	Да ²	Нет	266 (376)
VT8235CE	2.0	6	33/66/100	АС'97, 6-канальная ¹	Да	Нет	533 (539)
VT8237 ⁴	2.0	6	33/66/100/133; Serial ATA; SATA RAID	АС'97, 6-канальная ^{1,3}	Да	Нет	533 (0, 1, JBOD ⁵ , 539)

1. Аудиосистема представлена интегрированной в системную плату отдельной микросхемой аудиодекодера; также поддерживается программный модем MC'97.

2. Порт 3Com 10/100 Ethernet.

3. Поддержка четырех портов SATA при использовании дополнительного интерфейса SATA Lite. Допускается использование с микросхемами северного моста, поддерживающими соединение Ultra V-Link (1066 Мбайт/с).

4. Поддержка 8-канального (7.1) звука при использовании дополнительного контроллера VIA Envy 24PT с интерфейсом PCI.5. Поддержка RAID 0+1 при использовании интерфейса SATA Lite.

5. Может также использоваться с северным мостом, поддерживающим шину Ultra V-Link со скоростью 1066 Мбайт/с (VT8237).

Наборы микросхем Apollo KT133 и KT133A

Наборы микросхем VIA Apollo KT133 и KT133A предназначены для поддержки процессоров AMD Athlon и Duron в исполнении Socket A (462). Эти наборы создавались на основе предшествующего набора KX133 (Slot A) и отличаются главным образом поддержкой гнезда Socket A (462).

Наборы VIA Apollo KT133 и KT133A состоят из двух микросхем: VT8363 (северный мост) и VT82C686A (южный мост) (KT133) или VT8363A (северный мост) и VT82C686B (южный мост) (KT133A).

Ниже приведены характеристики наборов микросхем KT133 и KT133A:

- поддержка процессоров Athlon/Duron в исполнении Socket A (462);
- шина процессора с частотой 200 МГц;
- AGP 4x;
- до 2 Гбайт памяти RAM;
- PC100/PC133 МГц SDRAM;
- спецификация PCI 2.2;

Apollo KT400	UniChrome KM400	Apollo KT400A	VIA KT600	KT880
VT8377	KM400	VT8377A	KT600	KT600
200/266/333	200/266/333	200/266/333	266/333/400	266/333/400
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
DDR200/266/333	DDR200/266/333	DDR200/266/333/400	DDR200/266/333/400	DDR200/266/333/400, двухканальная память
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
4	4	4	4	8
2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
8x	8x	8x	8x	8x
Нет	S3 Graphics UniChrome	Нет	Нет	Нет
VT8235	VT8235CE, VT8237	VT8235CE, VT8237	VT8237	VT8237
533	533	533	533	533
664	552	664	664	806

- интерфейс ATA-66;
- поддержка USB;
- звуковая система AC97;
- интегрированная микросхема Super I/O;
- интегрированный аппаратный мониторинг;
- спецификация управления питанием ACPI.

Набор микросхем KT133A (северный мост VT8363A и южный мост VT82C686B) отличается следующими характеристиками:

- частота шины процессора – 266 МГц;
- интерфейс ATA-100.

Набор микросхем ProSavage KM133

В наборе VIA ProSavage KM133 интегрированы системы двух- и трехмерной графики S3 Savage 4 и S3 Savage 2000 от компании S3 Graphics с набором микросхем Apollo Pro 133. К основным свойствам набора Apollo Pro 133 были добавлены некоторые дополнительные возможности:

- архитектура совместно используемой памяти объемом от 2 до 32 Мбайт, интегрированная с графической системой Savage 4 3D Savage 2000 2D;
- Z-буферизация, 32-битовое цветовое воспроизведение, однопроходное наложение текстур, устранение контурных неровностей и др.;
- поддержка воспроизведения DVD, жидкокристаллических дисплеев с интерфейсом DVI, TV-выхода;
- поддержка спецификации PCI 2.2.

Необязательный интерфейс AGP 4x позволяет модифицировать интегрированный видеоадаптер AGP 4x с помощью платы расширения. В набор ProSavage KM133 вошли две микросхемы – северный мост VT8365 и южный мост VT8231.

Южный мост VT8231 объединяет Super I/O и поддержку интерфейса LPC.

Набор микросхем Apollo KT266 и KT266A

Набор микросхем KT266, предназначенный для процессоров Athlon, поддерживает высокоскоростную системную архитектуру V-Link. Канал V-Link соединяет 552-контактную микросхему северного моста VT8366 с 376-контактной микросхемой южного моста семейства

VT8233 и обеспечивает скорость передачи данных 266 Мбайт/с, т.е. вдвое большую, чем традиционное PCI-соединение.

К основным характеристикам KT266 относятся частота системной шины (200/266 МГц), поддержка интерфейсов AGP 2x/4x и до 4 Гбайт ОЗУ типа DDR200/266 или PC100/133. Ряд функций зависит от конкретной версии микросхемы южного моста (VT8233, VT8233A или VT8233C).

Микросхема северного моста KT266A совместима по контактам с базовой микросхемой северного моста модели KT266. Микросхема VT8366A (в KT266A) основана на архитектуре VIA Performance Driving (это не технический, а маркетинговый термин), которая обеспечивает улучшенную синхронизацию памяти и углубленную очередь команд, что повышает производительность набора микросхем. Остальные функции KT266A аналогичны KT266.

Набор микросхем ProSavage KM266

Набор микросхем ProSavage KM266 объединяет в себе функциональные возможности KT266 и интегрированную графическую систему ProSavage 8 2D/3D от компании S3 Graphics. В отличие от некоторых других наборов микросхем системной логики с графической системой, в KM266 также поддерживается слот AGP 4x, в который можно установить производительный внешний видеоадаптер.

Для кадрового буфера ProSavage 8 из системной памяти выделяется 32 Мбайт ОЗУ, обеспечивается поддержка пропускной способности интерфейса AGP 8x с внутренними 128-разрядными каналами данных, а для улучшения качества воспроизведения DVD применяется технология DVD DXVA Motion Compensation. Также поддерживаются все модели микросхем южного моста семейства VT8233, а микросхемы северного и южного мостов взаимодействуют друг с другом посредством соединения 4x V-link со скоростью передачи данных 266 Мбайт/с.

Набор микросхем Apollo KT333

Набор микросхем Apollo KT333 совместим по контактам с компонентами KT266A и добавляет к функциям последнего поддержку системной шины процессора и памяти с частотой 333 МГц (DDR333). В отличие от KT266A модель KT333 не поддерживает память стандартов PC100/133, однако также использует микросхемы южного моста семейства VT8233.

Набор микросхем Apollo KT400/KM400

Набор микросхем Apollo KT400 предназначен для процессоров Athlon XP и поддерживает интерфейс AGP 8x, а также второе поколение интерфейса V-Link с новой микросхемой южного моста (VT8235), реализующего быстродействие 533 Мбайт/с. Микросхема VT8235 обеспечивает работу портов USB 2.0 и интерфейса ATA-133.

Производительный графический интерфейс, оперативная память, соединение V-link и частота системной шины делают KT400 одним из наиболее предпочтительных наборов микросхем для Athlon XP.

Набор микросхем KM400 поддерживает те же базовые функции, что и KT400, но также содержит интегрированное графическое ядро UniChrome, реализующее функции обработки двух- и трехмерной графики, разработанное компанией S3 Graphics. Вместе с северным мостом KM400 может использоваться южный мост VT8235CE или VT8237, впервые представленный в составе набора микросхем KT400A (подробности — в следующем разделе).

Наборы микросхем Apollo KT400A/KT600

В предыдущих наборах микросхем серии A северный мост был заменен модернизированной версией, а микросхема южного моста оставалась неизменной. Однако в наборе микросхем KT400A используются новые компоненты северного (VT8377A) и южного (VT8237) мостов. Основные характеристики KT400A приведены ниже:

- поддержка частоты системной шины до 333 МГц;
- поддержка памяти DDR SDRAM до DDR400;
- адресация до 4 Гбайт ОЗУ;
- использование расширенного массива буферов предварительной выборки для сокращения времени ожидания памяти и оптимизации ее быстродействия (технология FastStream64);
- интерфейс AGP 8x.

Некоторые производители системных плат используют устаревший южный мост VT8235CE (см. табл. 4.44) вместе с северным мостом VT8377A. При использовании южного моста VT8237 набор микросхем KT400A поддерживает следующие новые функции:

- интегрированная шестиканальная звуковая подсистема Surround Sound AC'97;
- возможна поддержка восьмиканального звука;
- восемь портов USB 2.0;
- интегрированный модем MC'97;
- интегрированный сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- Serial ATA;
- ATA RAID 0, 1 (а также 0+1 при использовании интерфейса VIA SATA Lite, добавляющего два дополнительных порта SATA);
- ATA 33/66/100/133;
- управление энергопотреблением ACPI/OnNow;
- дополнительный сетевой контроллер VIA Velocity Gigabit Ethernet (контроллер PCI).

Технология FastStream64 позволяет достичь быстродействия операций чтения/записи оперативной памяти до 3,2 Гбайт/с без использования более дорогостоящей двухканальной памяти.

На рис. 4.42 представлена архитектура набора микросхем системной логики KT400A (с южным мостом VT8237).

Набор микросхем VIA KT600 является улучшенной версией комбинации KT400A/VT3237 и поддерживает процессоры Athlon XP с частотой системной шины 400 МГц. Хотя было выпущено несколько системных плат, оснащенных северным мостом KT600 и устаревшим южным мостом VT8235CE, большинством производителей все же используется комбинация KT600/VT8237, что позволяет обеспечить поддержку Serial ATA, SATA RAID и других функций.

Набор микросхем KT880

Это первый двухканальный набор микросхем VIA для процессоров Athlon XP. Благодаря поддержке двухканальной памяти стало возможным обеспечение высокой скорости обмена данными. Этот набор микросхем обладает следующими характеристиками:

- поддержка системной шины с частотой до 400 МГц;
- поддержка двухканальной памяти DDR вплоть до DDR400;
- максимальный объем памяти — 8 Гбайт;
- технология DualStream 64, под которой понимается комбинация улучшенных режимов работы с памятью, использование расширенной таблицы ветвлений, а также модернизированного протокола предварительного кэширования данных и предсказаний ветвления;
- интерфейс AGP 8x;

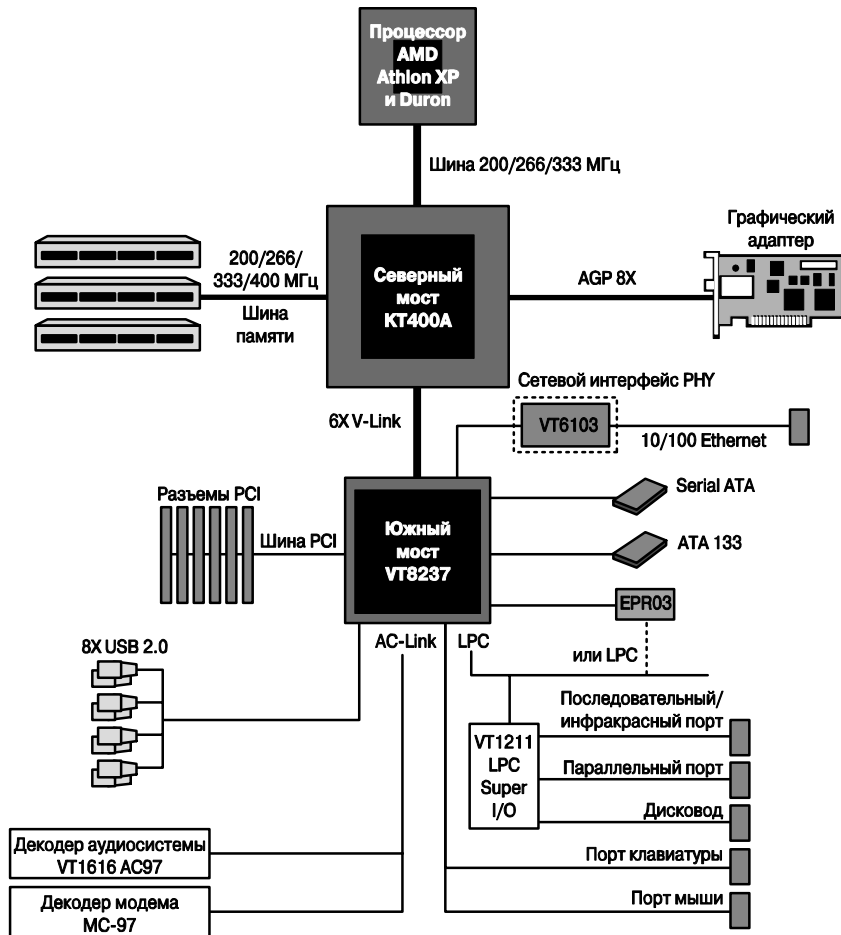


Рис. 4.42. Блок-схема набора микросхем VIA VT400A

- интегрированная шестиканальная звуковая подсистема Surround Sound AC'97 с дополнительной поддержкой восьмиканального звука;
- восемь портов USB 2.0;
- интегрированный модем MC'97;
- интегрированный сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- Serial ATA;
- ATA RAID 0, 1 (а также 0+1 при использовании интерфейса VIA SATAlite, добавляющего два дополнительных порта SATA);
- ATA 33/66/100/133;
- управление энергопотреблением ACPI/OnNow.

Наборы микросхем системной логики SiS для процессоров AMD

Компанией SiS создан целый ряд наборов микросхем для процессоров Athlon, Duron и Athlon XP (табл. 4.48 и 4.49).

Высокоскоростное соединение SiS MuTIOL между микросхемами северного и южного мостов

В микросхемах южного моста семейства SiS96x используется высокоскоростная шина MuTIOL, обеспечивающая взаимодействие с микросхемами северного моста. Базовая версия MuTIOL (в микросхемах SiS961/962) представляет собой 16-разрядное соединение с тактовой частотой 266 МГц и скоростью передачи данных 533 Мбайт/с, что в два раза превышает аналогичный показатель hub-архитектуры Intel, используемой в наборах микросхем семейства Intel 800.

Микросхемы южного моста семейства SiS963 и совместимые с ними модели северных мостов соединены с помощью второго поколения шины MuTIOL, получившей название MuTIOL 1G. Это 16-разрядное соединение с тактовой частотой 533 МГц и скоростью передачи данных более чем 1 Гбайт/с.

При подключении к микросхемам северного моста SiS746FX, SiS741GX, SiS748 и SiS741, а также более новым моделям, микросхемы SiS963/964 используют следующее поколение шины MuTIOL — HyperStreaming, в которой для повышения производительности используются описанные ниже технологии.

- **Технология единого потока с низким временем ожидания.** В зависимости от нагрузки на шину достигается повышение производительности в диапазоне 5–43%.
- **Технология множественных потоков с конвейеризацией пакетов данных и их параллельного выполнения.** Использование параллельных конвейеров данных и одновременной обработки разрозненных пакетов данных. Например, при копировании файлов существует прямая зависимость между повышением производительности и размером копируемых файлов.
- **Технология выделенного потока данных с приоритетными каналами.** Улучшение качества воспроизведения Интернет-музыки, видео и приложений для IP-телефонии и видеоконференций.
- **Технология интеллектуального контроля потоков.** Анализ характеристик различных интерфейсов и общая оптимизация работы системы.

Набор микросхем SiS730S

Это высокопроизводительный недорогой набор микросхем с интегрированным графическим ядром 2D/3D, поддерживающий процессоры AMD Athlon и Duron (Socket A).

Интегрированное графическое ядро, созданное на основе 128-разрядного графического интерфейса AGP 4x, поддерживает как стандартный аналоговый интерфейс электронно-лучевых мониторов, так и современные плоскочелюстные цифровые мониторы. Вспомогательная микросхема SiS301 Video Bridge поддерживает TV-выход NTSC/PAL. В микросхеме SiS730S, в свою очередь, осуществлена поддержка разъема AGP 4x, что позволяет расширить функциональные возможности с помощью отдельной платы AGP.

Набор SiS730S включает в себя интегрированный сетевой адаптер Fast Ethernet, интерфейс AC97, содержащий цифровую аудиосистему с аппаратным акселератором, встроенный частотный конвертер, блок профессиональной обработки звука, а также контроллер модема DMA. Микросхема SiS730S содержит, кроме того, интерфейс шины LPC, используемый для подключения современных микросхем Super I/O, и хост-контроллер двоякой шины USB с шестью портами USB. При использовании вспомогательной мостовой микросхемы LPC/ISA набор микросхем SiS730S может устанавливаться в разъемы ISA.

Таблица 4.48. Наборы микросхем SiS для процессоров Athlon/Duron/Athlon XP

Набор микросхем	SiS730S	SiS740	SiS733	SiS735
Частота шины, МГц	200/266	266	200/266/333	200/266
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC133 SDRAM	PC133, DDR266	PC133	PC133, DDR266
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1,5	1,5	1,5	1,5
Технология HyperStreaming	Нет	Нет	Нет	Нет
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	4x	Нет	4x	4x
Интегрированная видеосистема	Да ¹	Да ²	Нет	Нет
Южный мост	Нет ³	SiS96x	Нет ³	Нет ³
Быстродействие MuTIOL, Мбайт/с	Нет	533	Нет	Нет
Поддержка ATA	ATA-100	В зависимости от набора микросхем ⁴	ATA-100	ATA-100
Тип USB/количество портов	1.1/4	В зависимости от набора микросхем ⁴	1.1/6	1.1/6
Аудиосистема	Аудио с волновой таблицей	В зависимости от набора микросхем ⁴	AC'97 с выходом S/PDIF	AC'97 с выходом S/PDIF
Порт 10/100 Ethernet	Да	В зависимости от набора микросхем ⁴	Нет	Да
Порт IEEE-1394a	Нет	В зависимости от набора микросхем ⁴	Нет	Нет

1. Видеоакселератор 2D/3D с аппаратным воспроизведением DVD и дополнительной микросхемой SiS301 Video Bridge для поддержки TV-выхода и второго монитора.

2. Поддержка трехмерных функций, совместимых с DirectX 7.0, включая два конвейера пиксельной визуализации и четыре модуля текстурирования.

Таблица 4.49. Микросхемы южного моста MuTIOL для процессоров Athlon XP

Микросхема южного моста	USB	Кол-во портов USB	ATA	Кол-во портов SATA	Поддерживаемые уровни RAID
SiS961	1.1	6	33/66/100	---	—
SiS961B	1.1	6	33/66/100/133	---	—
SiS962	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	---	—
SiS962L	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	---	—
SiS963	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	---	—
SiS963L	1.1, 2.0	6	33/66/100/133	---	---
SiS964	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	2	0, 1, JBOD
SiS964L	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	---	---
SiS965	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	4	0, 1, 0+1, JBOD
SiS965	1.1, 2.0	8	33/66/100/133	4	0, 1, JBOD

Основные характеристики микросхемы SiS730S приведены ниже:

- поддержка процессоров AMD Athlon/Duron и системной шины 200/266 МГц;
- поддержка PC133 SDRAM;
- соответствие требованиям PC99;
- PCI 2.2;

SiS745	SiS746	SiS746FX	SiS741GX	SiS748	SiS741
266	266	266/333	4266/333	266/333/400	266/333/400
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
DDR266/ 333	DDR266/333	DDR266/333/400	DDR266/333	DDR266/333/400	DDR266/333/400
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
3	3	3	3	3	3
Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3
33/32	33/32	33/32	33/32	33/32	33/32
4x	8x	8x	8x	8x	8x
Нет	Нет	Нет	SiS Mirage Graphics	Нет	SiS Mirage Graphics
Нет ³	SiS963	SiS963	SiS964	SiS963	SiS964
Нет	1000	1000 ⁵	1000 ⁵	1000 ⁵	1000 ⁵
ATA-100	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴
1.1/6	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴
AC'97	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴
Нет	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴
Да	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴	В зависимости от набора микросхем ⁴

3. Одна микросхема (объединяющая в себе функции микросхем северного и южного мостов).

4. Зависит от модели микросхемы южного моста MuTIOL.

5. В наборе микросхем применяется технология HyperStreaming и улучшенная версия интерфейса MuTIOL.

Аудиосистема	10/100 Ethernet	Gigabit Ethernet	HomePNA 1.0/2.0	IEEE-1394	PCI-Express x16	Тактовая частота шины MuTIOL, МГц
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Да	Нет	266
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	266
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Да	Нет	533
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	533
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	1000
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Да	Нет	Нет	1000
AC'97, стандарт 7.1	Да	Да	Да	Нет	Да	1000
AC'97, стандарт 7.1	Да	Нет	Да	Нет	Да	1000

JBOD. Just a Bunch of Disks (группа жестких дисков). При использовании данного режима группа из нескольких дисков воспринимается, как один большой логический диск.

- четыре устройства управления шиной PCI;
- поддержка Ultra DMA 100;
- интегрированный AGP 2x 2D/3D графический адаптер;

- поддержка цифровых плоских экранов;
- аппаратное декодирование DVD;
- встроенный вторичный контроллер CRT независимого вторичного CRT, LCD или TV-выхода цифровых данных;
- интерфейс LPC;
- расширенная аудиосистема типа PCI H/W (поддержка стандартов Sound Blaster 16 и DirectSound 3D), а также модем;
- соответствие требованиям спецификаций ACPI 1.0 и APM 1.2;
- спецификация управления питанием шины PCI 1.0;
- интегрированный контроллер клавиатуры и мыши;
- контроллер сдвоенной шины USB с шестью портами USB;
- интегрированный сетевой адаптер Fast Ethernet.

Наборы микросхем SiS733 и SiS735

Это высокопроизводительные наборы микросхем, поддерживающие процессоры AMD Athlon и Duron в исполнении Socket A. Как и в других подобных наборах SiS, возможности традиционных северного моста, южного моста и Super I/O объединены в одну микросхему.

Микросхема SiS733, выполненная в 682-контактном корпусе BGA, поддерживает память PC133 SDRAM. Микросхема SiS735 поддерживает PC133 или DDR266 SDRAM, а также интегрирует сетевой адаптер Fast Ethernet и интерфейс HomePNA. В микросхеме SiS735 используется 682-контактный корпус BGA.

Основные характеристики SiS733 и SiS735 приведены ниже:

- поддержка AGP 4x;
- до шести устройств управления шиной PCI;
- сдвоенные адаптеры UDMA/100 IDE;
- до 1,5 Гбайт RAM;
- аудиосистема AC97 и поддержка разъема AMR;
- интегрированные часы реального времени;
- интерфейс LPC, позволяющий поддерживать MIDI, джойстик и традиционные устройства BIOS;
- поддержка спецификации PC2001.

Набор микросхем SiS740

Набор микросхем SiS740 включает в себя два основных компонента и предоставляет эффективную видеосистему для компьютеров с процессорами Athlon. Северный и южный мосты соединены с помощью шины MuTIOI. Характеристики SiS740 таковы:

- интегрированная графическая система Real256 2D/3D с полной поддержкой DirectX 7;
- графическая система использует до 128 Мбайт общей системной памяти;
- аппаратное воспроизведение DVD;
- поддержка памяти стандарта DDR266.

В этом наборе микросхем применяются микросхемы южного моста семейства SiS961 или SiS962.

Набор микросхем SiS745

Набор микросхем SiS745 реализован на базе одной основной микросхемы с внедрением технологии IEEE-1394a (FireWire 400) в качестве элемента системы ввода-вывода и предна-

значен, в первую очередь, для высокопроизводительных компьютеров. Вот его основные характеристики:

- поддержка памяти DDR266/333 объемом до 3 Гбайт;
- поддержка процессоров Athlon XP и более старых версий;
- шесть портов USB 1.1;
- три порта IEEE-1394a;
- интерфейсы клавиатуры, мыши, дисковод для гибких дисков, MIDI и джойстика;
- поддержка ATA-100;
- интегрированная аудиосистема AC'97 и разъем AMR (Audio Modem Riser) для установки микросхемы программного модема V.90.

Наборы микросхем SiS746 и 746FX

Модель SiS746 для процессоров Athlon/Duron/Athlon XP стала первым набором микросхем, поддерживающим интерфейс AGP 8x. Включая в себя два основных модуля, этот набор микросхем взаимодействует с микросхемой южного моста семейства SiS963. Его основные характеристики приведены ниже:

- системная шина с тактовой частотой 266 МГц;
- поддержка памяти стандартов DDR266/333 (версия FX поддерживает и память DDR400);
- интерфейс AGP 8x;
- шина MuTIOЛ второго поколения с пропускной способностью 1 Гбайт/с, соединяющая микросхемы северного и южного мостов;
- южный мост SiS963L.

Микросхема южного моста SiS963L добавляет следующие возможности: поддержку ATA-133 и шести портов USB 2.0, шестиканальную аудиосистему AC'97 и интерфейс МП для порта HomePNA или 10/100 Ethernet.

Микросхема южного моста SiS963 поддерживает интерфейс IEEE-1394a (FireWire 400).

Модель SiS746FX — это модернизированная версия SiS746, поддерживающая системную шину с тактовой частотой 333 МГц и память DDR400. В этом наборе микросхем также используется южный мост SiS963.

Набор микросхем SiS748

Как и в SiS746, в наборе микросхем SiS748 применяется микросхема южного моста SiS963, однако для увеличения пропускной способности канала данных и уровня контроля используется новая технология HyperStreaming. Основные возможности набора таковы:

- системная шина с частотой до 400 МГц;
- поддержка памяти DDR266/333/400;
- реализация интерфейса AGP 8x.

На рис. 4.43 показана системная архитектура набора микросхем SiS748, взаимодействующего с микросхемой южного моста SiS963L. Используя микросхему SiS963 вместо SiS963L, можно добавить поддержку трех портов IEEE-1394a.

Наборы микросхем SiS741/741GX

Набор микросхем SiS741 содержит интегрированное ядро SiS Mirage Graphics. Все остальные функции практически идентичны функциям набора SiS748. Основные характеристики набора микросхем SiS741 таковы:

- частота системной шины — 400 МГц;
- поддержка памяти DDR400;
- максимальный объем памяти — 3 Гбайт;
- интерфейс AGP 8x;
- интегрированное графическое ядро SiS Mirage Graphics с поддержкой DirectX 8.1, использующее разделяемую память объемом 32 или 64 Мбайт;
- южный мост SiS963 или SiS964.

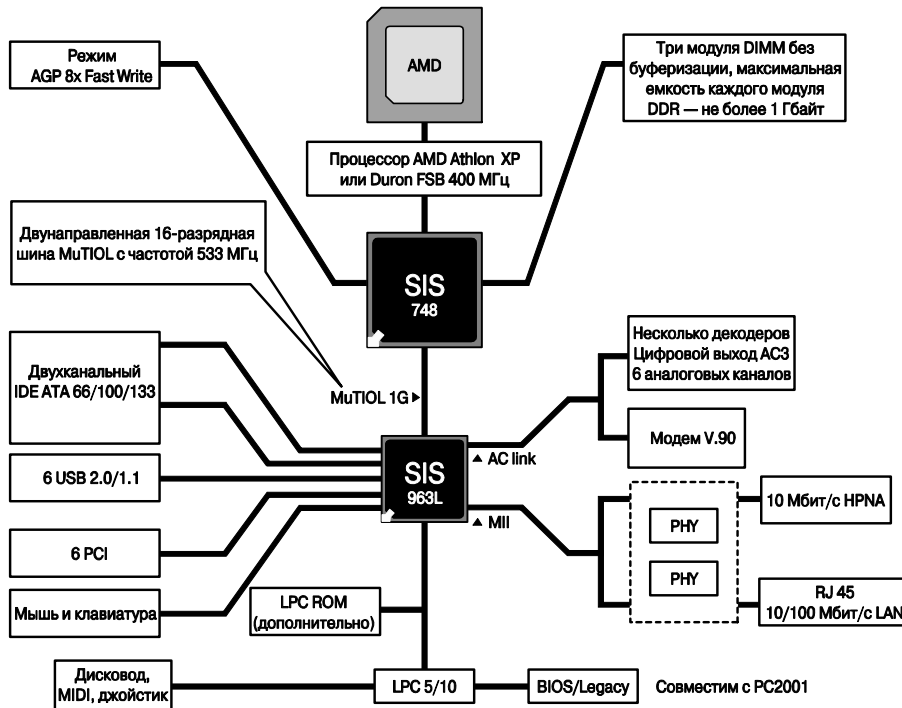


Рис. 4.43. Набор микросхем SiS748 с южным мостом SiS963L

Набор микросхем SiS741GX также содержит интегрированное ядро SiS Mirage Graphics. Его функции практически идентичны функциям SiS746FX, однако в него включена микросхема южного моста SiS964.

При использовании южного моста SiS964 набор микросхем SiS741GX также поддерживает следующие функции:

- Serial ATA (два порта);
- Serial ATA RAID;
- PCI 2.3;
- до восьми портов USB 2.0.

Набор микросхем системной логики (ALiMagik 1) для AMD

Набор ALiMagik 1 от компании ULi Electronocs (ранее — ALi Corporation) включает в себя две микросхемы: северный мост M1647 в 528-контактном корпусе BGA и южный мост M1535D+ (используется также в наборах микросхем процессоров Pentium III/Celeron).

Микросхема северного моста M1647 поддерживает память SDRAM и частоты шины процессора 66/100/133 МГц, а также память DDR SDRAM на частотах 200 или 266 МГц объемом до 3 Гбайт без кода коррекции ошибок (ECC). Схема синхронизации памяти SDRAM в пакетном режиме определяется выражением x-1-1-1-1-1-1. Микросхема M1647 поддерживает как стандартные типы памяти, так и DDR SDRAM, что позволяет производителям использовать для обоих типов памяти одинаковые наборы микросхем.

Микросхема M1647 поддерживает порт AGP 4x, спецификацию PCI 2.2, до шести внешних устройств управления передачей данных по шине PCI, мост PCI, спецификацию ACPI, а также традиционную систему управления электропитанием. Кроме того, поддерживаются технологии PCI Mobile CLKRUN# и AGP Mobile BUSY#/STOP#.

Набор MobileMagik 1, в который включена микросхема южного моста M1535+, используется в портативных системах, созданных на основе процессоров Athlon и Duron.

Поскольку в этом наборе микросхем, в отличие от других моделей, поддерживающих память DDR, для соединения микросхем северного и южного мостов используется традиционная шина PCI с тактовой частотой 133 МГц, AliMagik1 проигрывает в быстродействии всем другим наборам микросхем для процессоров Athlon.

Наборы микросхем системной логики NVIDIA nForce для процессоров AMD

Компания NVIDIA, известный производитель популярных графических наборов микросхем GeForce, также разработала модели наборов микросхем системной логики для процессоров AMD Athlon/Duron/Athlon XP, получившие название nForce и nForce2.

Ниже представлены основные характеристики nForce:

- соединение HyperTransport между компонентами набора микросхем, обеспечивающее скорость передачи данных 400 Мбайт/с;
- двухканальный контроллер памяти, предоставляющий высокоскоростной доступ к идентичным модулям памяти, установленным попарно; независимые контроллеры памяти являются 64-разрядными;
- аппаратная система NView (набор микросхем 420 с интегрированной видеосистемой) поддерживает одновременную работу с двумя мониторами;
- интерфейс AGP 4x;
- процессор предварительной обработки DASP (Dynamic Adaptive Speculative Preprocessor), применяемый для сокращения времени задержки при доступе к памяти и улучшения выборки данных;
- архитектура StreamThru, обеспечивающая изохронную (синхронизированную) передачу данных по сети или широкополосное посредством интерфейса Fast Ethernet, интегрированного в набор микросхем;
- встроенная графическая система GeForce2 MX (набор микросхем 420) с поддержкой жидкокристаллических панелей с интерфейсом DVI;
- аппаратная обработка аудиоданных в реальном времени с поддержкой технологии Dolby Digital (AC-3) — многоканальная аудиосистема стандарта 5.1 (набор микросхем SoundStorm).

В набор микросхем nForce2 добавлен еще ряд возможностей:

- улучшенный двухканальный контроллер памяти DualDDR с поддержкой DDR400 и двухканального взаимодействия с двумя или тремя модулями памяти DIMM;
- дополнительная поддержка IEEE-1394a;
- дополнительная интегрированная видеосистема GeForce4 MX;
- интерфейс AGP 8x.

Таблица 4.50. Микросхемы IGP/SPP (северный мост) в наборах микросхем nForce/nForce2

Набор микросхем	nForce 420	nForce 415	nForce2 IGP	nForce2 SPP
Частота шины, МГц	200/266	266	200/266/333	200/266/333
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет	Нет
Типы ОЗУ	PC100/133, DDR200/266	PC100/133, DDR200/266	DDR200/266/333/400 ¹	DDR200/266/333/400 ¹
Контроль четности/ECC	Нет	Нет	Нет	Нет
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	4	4	3	3
Двухканальная память	Да ²	Да ²	Да	Да
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32	33/32	33/32	33/32
Тип AGP	4x	4x	8x	8x
Интегрированная видеосистема	GeForce2 MX	Нет	GeForce4 MX	Нет
Быстродействие HyperTransport, Мбайт/с	400	400	800	800
Микросхемы южного моста	nForce MCP, MCP-D	nForce MCP, MCP-D	nForce2 MCP, MCP-T, Gigabit MCP	nForce2 MCP, MCP-T, Gigabit MCP

1. Для поддержки DDR400 требуется отдельная плата AGP.

Таблица 4.51. Микросхемы nForce/nForce2 MCP (южный мост)

Микросхема южного моста	USB	Количество портов USB	ATA	Поддержка SATA	Поддержка ATA/SATA RAID
nForce MCP	1.1	6	33/66/100	Нет	Нет
nForce MCP-D ¹	1.1	6	33/66/100	Нет	Нет
nForce2 MCP	1.1/2.0	6	33/66/100/133	Нет	Нет
nForce2 MCP-T ¹	1.1/2.0	6	33/66/100/133	Нет	Нет
nForce2 Gigabit MCP	1.1/2.0	8	33/66/100/133	Да	Да
nForce2 RAID MCP	1.1/2.0	8	33/66/100/133	Да	Да

1. Также известна как NVIDIA SoundStorm.

В табл. 4.50 представлен обзор микросхем северного моста для моделей nForce и nForce2, а в табл. 4.51 перечислены характеристики микросхем южного моста. Семейство nForce является потомком специальной модели набора микросхем для игровой системы Xbox компании Microsoft.

Микросхемы северного моста с интегрированной графической системой получили название IGP (Integrated Graphics Processor), в то время как микросхемы, поддерживающие слот AGP, именуются SPP (System Platform Processor). Всем микросхемам южного моста присвоено имя MCP (Media and Communications Processor). Микросхемы IGP/SPP и MCP взаимодействуют между собой посредством шины HyperTransport с пропускной способностью 800 Мбайт/с.

Сочетание производительных контроллеров памяти, удачной архитектуры, высокоскоростного соединения HyperTransport и аппаратной обработки аудиоданных с помощью микросхем MCP-D и MCP-T выводит второе поколение nForce2 на первое место среди всех наборов микросхем для процессоров Athlon XP.

На рис. 4.44 показана архитектура микросхем nForce2 IGP и MCP, обеспечивающая широкие возможности модернизации. Если вместо IGP применяется микросхема северного моста SPP, интегрированная видеосистема отсутствует. В свою очередь, наличие микросхемы MCP-T вместо южного моста MCP означает поддержку интерфейса IEEE-1394a, Dolby Digital 5.1 и двух сетевых портов.

nForce2 400	nForce2 Ultra 400	NForce2 Ultra 400R	NForce2 Ultra 400 Gb
200/266/333/400	200/266/333/400	200/266/333/400	200/266/333/400
Нет	Нет	Нет	Нет
DDR200/266/ 333/400 ¹	DDR200/266/ 333/400 ¹	DDR200/266/ 333/400 ¹	DDR200/266/ 333/400 ¹
Нет	Нет	Нет	Нет
3	3	3	3
Да	Да	Да	Да
2.2	2.2	2.2	2.2
33/32	33/32	33/32	33/32
8x	8x	8x	8x
Нет	Нет	Нет	Нет
800	800	800	800
nForce2 MCP, MCP-T, Gigabit MCP	nForce2 MCP, MCP-T, Gigabit MCP	nForce2 RAID MCP	nForce2 Gigabit MCP

2. Для активизации данного режима необходимо использовать два идентичных модуля памяти.

Аудиосистема	10/100 Ethernet	Gigabit Ethernet	IEEE-1394	Аппаратный брандмауэр	Северный мост
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Нет	Нет	nForce IGP, SPP
AC'97, стандарт 5.1	Да	Нет	Нет	Нет	nForce IGP, SPP, 400, Ultra 400
AC'97, 6-канальная, интерфейс SPDIF	Да	Нет	Нет	Нет	nForce IGP, SPP, 400, Ultra 400
Микросхема NVIDIA Audio Processing Unit, поддержка Dolby Digital 5.1, DirectX 8	Да (NVIDIA и 3Com)	Нет	Да	Нет	nForce IGP, SPP, 400, Ultra 400
AC'97, 6-канальная, интерфейс S/PDIF	Да	Да	Нет	Да	nForce2 Ultra 400Gb
AC'97, 6-канальная, интерфейс S/PDIF	Да	Нет	Нет	Нет	nForce2 Ultra 400R

2. Также поддерживается интерфейс HomePNA.

Наборы микросхем системной логики ATI Radeon IGP

Наборы микросхем ATI для процессоров Athlon включают в себя интегрированную графическую систему Radeon VE, поддержку аппаратного воспроизведения DVD и одновременной работы с двумя мониторами, что реализовано на базе оптимизированных микросхем северного и южного мостов. Эти микросхемы взаимодействуют между собой посредством высокоскоростного соединения A-Link; кроме того, поддерживаются соединения с микросхемами сторонних разработчиков по шине PCI. Во многих системах на основе набора микросхем Radeon IGP изначально применялись микросхемы южного моста таких производителей, как ALi (ныне — ULi) и VIA. Микросхема северного моста для процессоров Athlon получила название Radeon IGP 320. Для реализации системной платы на основе компонентов компании ATI вместе с Radeon IGP 320 используются микросхемы южного моста IXP 200 или IXP 250, поддерживающие шесть портов USB 2.0 и интерфейс ATA-33/66/100. Хотя мобильная версия данного набора микросхем — Radeon 320M IGP — все еще выпускается, производство Radeon 320 IGP прекращено. В табл. 4.52 представлены основные характеристики Radeon IGP 320, а в табл. 4.53 — функции микросхем IXP 200 и IXP 250.

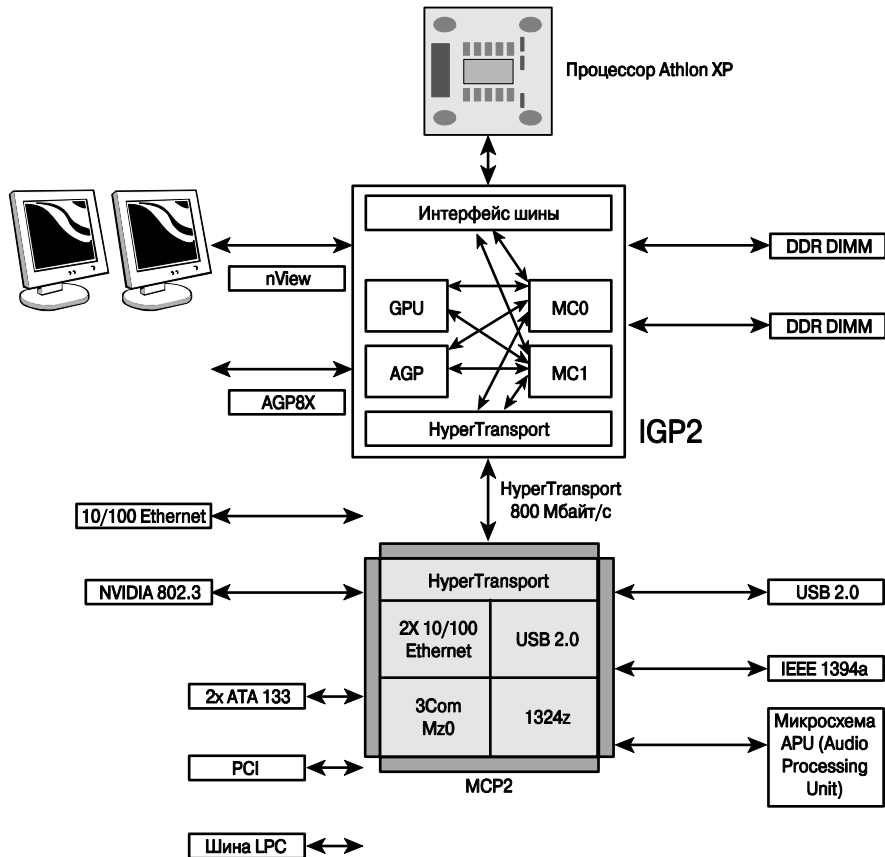


Рис. 4.44. Архитектура набора микросхем NVIDIA nForce2 IGP/MCP2

Таблица 4.52. Микросхема Radeon IGP (северный мост) для процессоров Athlon

Микросхема северного моста	Radeon IGP 320	Микросхема северного моста	Radeon IGP 320
Частота шины, МГц	200/266	Тип PCI	2.2
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32
Типы ОЗУ	DDR200/266	Тип AGP	4x
Контроль четности/ECC	Нет	Интегрированная видеосистема	Radeon VE ¹
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	1	Быстродействие A-Link, Мбайт/с	266

1. Ядро ATI Radeon 700 с поддержкой двухмониторных конфигураций.

Таблица 4.53. Микросхемы южного моста ATI для процессоров Athlon

Микросхема южного моста	IXP 200/250 ¹
Поддержка USB	6 портов USB 2.0
Поддержка ATA	ATA-100
Аудиосистема	AC'97, S/PDIF
Порт Ethernet	3Com 10/100
Микросхема Super I/O	Да
Высокоскоростная шина	A-Link

1. Функции IXP 250 отличаются от IXP 200 поддержкой технологий WOL (Wake On LAN), DMI (Desktop Management Interface), MBA (Manage Boot Agent) и ASF (Alert Standards Forum).

Наборы микросхем системной логики Intel для рабочих станций

Компания Intel разработала несколько наборов микросхем для рабочих станций на базе процессоров Pentium 4 и Xeon. В этом разделе рассматриваются их функциональные возможности (табл. 4.54).

Таблица 4.54. Наборы микросхем Intel для рабочих станций

Набор микросхем	860	E7205	E7505	E7525
Кодовое название	Colusa	Granite Bay	Placer	Tumwater
Дата появления	Май 2001 г.	Декабрь 2002 г.	Декабрь 2002 г.	2004 г.
Номер микросхемы	82860	E7205	E7505	E7525
Частота шины, МГц	400	400/533	400/533	800
Поддерживаемые процессоры	Xeon	Pentium 4 ⁵	Xeon с частотой шины 533 МГц и кэш-памятью второго уровня 512 Кбайт ¹	Xeon с частотой шины 800 МГц
Поддержка SMP (два процессора)	Да	Нет	Да	Да
Типы ОЗУ	4 RDRAM PC800 ¹	DDR200/266 SDRAM (без буферизации)	DDR200/266 (двухканальная память)	DDR333 или DDR2 400 (двухканальная память)
Контроль четности/ECC	Да	Да	Да	Да
Максимальный объем ОЗУ, Гбайт	4 (с двумя микросхемами MRHR)	4	16	16
Количество банков памяти	До четырех ³	До четырех	До шести (регистровая память) или четырех (небуферизированная память)	До восьми
Тип PCI	2.2	2.2	2.2	2.2
Частота шины PCI, МГц/разрядность	33/32 ²	33/32	33/32 ⁴	33/32 ⁶
Тип AGP	2x/4x	1x/2x/4x/5x	1x/2x/4x/8x	PCI-Express x16
Интегрированная видеосистема	Нет	Нет	Нет	Нет
Южный мост	ICH2	ICH4	ICH4	ICH5R или 6300ESB ⁷

1. До восьми модулей для платы с микросхемой MRHR.

2. На материнской плате с микросхемой P64H 64-разрядная шина с тактовой частотой 33/66 МГц.

3. Два банка памяти для системной платы без микросхемы MRHR.

4. 64-разрядная шина с тактовой частотой 33/66 МГц в системных платах с микросхемой P64H.

5. С поддержкой технологии HyperThreading.

6. 64-разрядная шина с тактовой частотой 33/66 МГц или шина PCI-X в системных платах с микросхемой P64H2.

7. 6300ESB поддерживает два адаптера SATA RAID 0,1, четыре порта USB 2.0, а также одну шину PCI-X (64-бит/66 МГц) с поддержкой до четырех интерфейсов PCI-X 64/66.

Набор микросхем Intel 860

Это высокопроизводительный набор микросхем системной логики, разработанный для процессора Socket 6032 Xeon, предназначенного для рабочих станций DP. В набор микросхем 860 включены микросхемы контроллера ввода-вывода 82801BA ICH 2 (та же, что и в наборе Intel 850) и контроллера памяти 82860 MCH. Набор поддерживает один или два процессора Socket 602 Xeon (кодирование названия — Foster). Микросхема 82860 MCH поддерживает двояканный канал памяти RDRAM с частотой 400 МГц и пропускной способностью 3,2 Гбайт/с, а также системную шину с рабочей частотой 100 МГц. В этой микросхеме реализована поддержка видеоплаты 1.5V AGP 4x с полосой пропускания свыше 1 Гбайт/с.

Модульная конструкция набора микросхем Intel 860 позволяет ввести дополнительные микросхемы 82860AA (P64H) PCI Controller Hub (6 МГц) и 82803AA MRHR. Микросхема 82860AA поддерживает 64-разрядную шину PCI при частоте 33 или 66 МГц, а микросхема 82803AA удваивает каждый канал памяти RDRAM, что позволяет удвоить пропускную способность всей оперативной памяти.

Набор микросхем Intel E7205

Набор микросхем Intel E7205, известный на этапе разработки как Granite Bay, предназначен для использования в системных платах для рабочих станций и высокопроизводительных настольных компьютеров. Он поддерживает процессоры Pentium 4 с технологией HT и тактовой частотой 3,06 МГц и выше, память стандарта DDR200/266 SDRAM, частоту системной шины до 533 МГц и содержит микросхему ICH4 I/O Controller Hub (как и в некоторых версиях наборов микросхем семейства 845). В то же время Intel E7205 поддерживает модули памяти с контролем четности/ЕСС, обеспечивающие надежную работу системы, а также платы видеоадаптеров со стандартным напряжением, интерфейсом AGP 1x–8x и разъемом AGP Pro (видеоадаптеры AGP с нестандартным напряжением 3,5 В, продаваемые некоторыми поставщиками под маркой 3dfx, не поддерживаются).

Набор микросхем Intel E7505

Набор микросхем Intel E7505, изначально имевший кодовое название Placer, представляет собой несколько усовершенствованную версию Intel 860, поддерживающую дополнительные функциональные возможности и типы процессоров.

Модель Intel E7505 поддерживает системную шину с частотой до 533 МГц, соответствующую частоте шины процессоров Хеоп и процессоров с кэш-памятью второго уровня объемом 512 Кбайт с технологией HT. Кроме того, обеспечивается работа парных модулей памяти стандарта DDR200/266, максимальный объем которых составляет 16 Гбайт (в четыре раза больший показатель, чем у наборов микросхем 860 и E7205). Допускается установка до шести зарегистрированных или до четырех модулей ЕСС без буферизации. Технология SDDC (Single-Device Data Correction) компании Intel позволяет корректировать до четырех ошибочных операций для каждого модуля памяти, обеспечивая тем самым повышенную стабильность работы системы.

Разъем AGP Pro поддерживает видеоадаптеры с любым интерфейсом из диапазона AGP 1x–8x (кроме адаптеров AGP с нестандартным напряжением 3,5 В) и использует микросхему ICH4 I/O Controller Hub. Для обеспечения поддержки 64-разрядной шины PCI с тактовой частотой 66 МГц и шины PCI-X с частотой 133 МГц необходимо устанавливать до трех дополнительных микросхем P64H2 (82807P2) — модернизированных версий микросхемы P64H, поддерживаемой набором микросхем Intel 860.

Набор микросхем Intel E7525

Набор микросхем Intel E7525, на этапе разработки известный под кодовым названием Timwate, комбинирует функциональные возможности наборов микросхем Intel 9xx для настольных ПК с поддержкой новейших версий процессоров Хеоп с частотой шины 800 МГц, а также 64-разрядных процессоров Хеоп с кэш-памятью L2 объемом 2 Мбайт. Набор микросхем E7525 поддерживает до 16 Гбайт двухканальной памяти DDR2-400 (четыре модуля DIMM на канал) или DDR333 (три модуля DIMM на канал), а также защиту содержимого памяти благодаря ЕСС, технологии SDDC (Single-Device Data Correction) компании Intel, резервированию и очистке DIMM, а также зеркалированию памяти. Резервирование DIMM позволяет использовать один банк в качестве запасного на тот случай, если один из основных банков будет демонстрировать много однобитных ошибок. При зеркалировании один банк используется для хранения содержимого другого банка.

Набор микросхем E7525 — это первый набор от компании Intel с поддержкой видеоадаптеров PCI-Express x16. Он поддерживает микросхему южного моста ICH5R или контроллер ввода-вывода ESB6300. Для обеспечения поддержки шины PCI 66 МГц/64 бит или шины PCI-X 133 МГц вместе с набором E7525 можно применять до двух дополнительных микросхем 6700 PXH (64-разрядная шина PCI).

Наборы микросхем системной логики для процессора Athlon 64

Для процессора Athlon 64 было разработано новое поколение наборов микросхем, обеспечивающее поддержку 64-разрядной архитектуры и интеграцию контроллера памяти непосредственно в процессор (традиционно он размещался в микросхеме северного моста или ее эквиваленте). Как следствие некоторые производители не используют термин “северный мост”, когда речь идет о компоненте, обеспечивающем взаимодействие процессора с видеоадаптером AGP.

Наборы микросхем для процессоров Athlon 64 разрабатывают такие компании, как AMD, VIA Technologies, NVIDIA, ATI, SiS и ULi Electronics (бывшая ALi Corporation).

Набор микросхем AMD 8000 (8151)

Это первый набор микросхем AMD, разработанный для процессоров Athlon 64 и Opteron. Его архитектура несколько отличается от классической архитектуры “северный/южный мост” и hub-архитектуры, характерных для процессоров Pentium II/III/4/Celeron и AMD Athlon/Athlon XP/Duron.

Набор микросхем AMD-8000 часто называют AMD-8151, поскольку микросхема AMD-8151 обеспечивает взаимосвязь между процессором Athlon 64 или Opteron и разъемом AGP. В других наборах микросхем данную функцию выполняет северный мост или концентратор МСН. Название микросхемы северного моста или МСН часто используется как общее название набора микросхем. Однако AMD называет микросхему AMD-8151 *графическим туннелем AGP* (AGP Graphics Tunnel), поскольку ее единственная задача — обеспечение высокоскоростного соединения с разъемом AGP материнской платы. К другим компонентам набора микросхем AMD-8000 относятся микросхемы AMD-8111 HyperTransport I/O hub (контроллер ввода-вывода) и AMD-8131 PCI-X Tunnel (туннель интерфейса PCI-X).

В связи с задержками в разработке микросхемы AMD-8151 AGP Graphics Tunnel многие производители в конце 2003 года использовали микросхему AMD-8111 HyperTransport I/O hub или ее комбинацию с микросхемой AMD-8131 PCI-X Tunnel для получения комбинации разъемов PCI и PCI-X на серверных системных платах. Современные системы уже оснащаются микросхемой AMD-8151, позволяющей использовать видеоадаптер AGP, однако в любом случае набор микросхем AMD-8000 нашел основное применение в серверах и рабочих станциях, но не в настольных ПК.

Микросхема графического туннеля AGP AMD-8151 реализует следующие основные функции:

- поддержка видеоадаптеров AGP 2.0/3.0 (AGP 1x–8x);
- соединение HyperTransport с процессором с шириной шины 16 бит в обоих направлениях;
- соединение HyperTransport с другими компонентами с шириной шины 8 бит в обоих направлениях.

Микросхема AMD-8111 HyperTransport I/O hub реализует следующие основные функции:

- PCI 2.2-совместимая шина PCI (32-разрядная; 33 МГц), допускающая подключение до восьми устройств;
- шестиканальный звук AC'97 2.2;
- шесть портов USB 1.1/2.0 (три контроллера);
- два контроллера ATA/IDE, поддерживающие режимы работы до ATA-133;
- часы реального времени RTC;
- шина LPC;
- интегрированный сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- соединение HyperTransport с другими компонентами с шириной шины 8 бит в обоих направлениях.

Микросхема туннеля AMD-8131 HyperTransport PCI-X реализует следующие основные функции:

- два моста PCI-X (А и В), поддерживающие по пять устройств PCI в режиме управления шиной;
- шина PCI-X с рабочей частотой 133 МГц;
- PCI 2.2-совместимая шина PCI с рабочими частотами 33 и 66 МГц;
- независимые режимы работы и передача данных для каждого моста;
- соединение HyperTransport с другими компонентами с шириной шины 8 бит в обоих направлениях.

На рис. 4.45 представлена архитектура набора микросхем AMD-8151 для процессора Athlon 64.

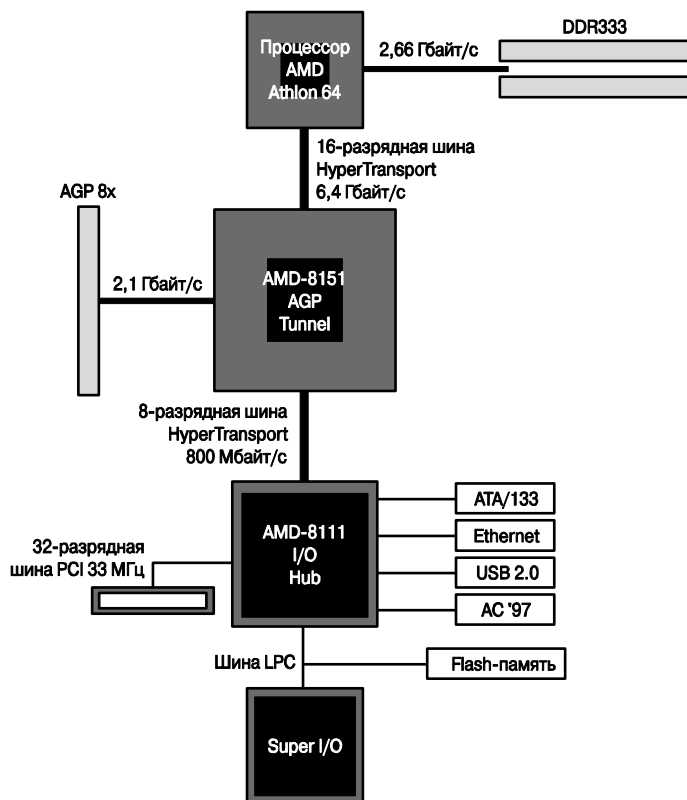


Рис. 4.45. Блок-схема набора микросхем AMD 8151 для процессора Athlon 64

Наборы микросхем ATI для процессора Athlon 64

Компания ATI предлагает три двухкомпонентных набора микросхем для процессоров Athlon 64: RS480 (содержит графическое ядро Radeon X300), RX480 и RD580. Первые два набора используют южный мост SB400 (также известный как IXP400) или SB450. За исключением поддержки набором RS480 интегрированной графики, все чипсеты поддерживают следующие функции:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и северным мостом;
- поддержка видеоадаптеров PCI-Express x16;

- соединение A-Link II между северным и южным мостами;
- четыре разъема PCI-Express x1.

Набор микросхем RS480 обладает следующими характеристиками:

- интегрированное ядро Radeon X300 с поддержкой DirectX 9.0 и пиксельных/вершинных шейдеров 2.0;
- выделенная или разделяемая память (до 128 Мбайт ОЗУ);
- поддержка до трех мониторов при использовании отдельного видеоадаптера ATI;
- поддержка вывода DVI.

Версия CrossFire набора микросхем Radeon Express 200 — RD482 — поддерживает два разъема PCI-Express x8 для установки двух адаптеров; набор микросхем RD580 поддерживает два разъема PCI-Express x16.

Основные характеристики южного моста SB400 таковы:

- два адаптера ATA-133;
- четыре адаптера Serial ATA host с поддержкой SATA RAID 0, 1;
- восемь портов USB 2.0;
- шестиканальный звук AC'97 2.3.

Южный мост SB450, используемый в составе набора RD482, обеспечивает поддержку звука HDA и дискового массива RAID 0+1 в дополнение ко всем характеристикам SB400. Для использования в составе набора RD580 предназначен южный мост SB600. Некоторые производители системных плат вместо южных мостов ATI используют контроллеры ULi, такие как M1573 и M1575.

Наборы микросхем ULi для процессора Athlon 64

Хотя компания ALi практически не занималась разработкой наборов микросхем для процессора Athlon XP, она предлагает три набора микросхем для процессоров Athlon 64 и Opteron: M1687, M1689 и M1695. Наборы M1687 и M1689 — это традиционное решение из двух микросхем, в то время как M1695 содержит всего одну микросхему. Подобные решения также выпускаются компанией SiS, а в последнее время и компанией NVIDIA.

Набор микросхем ALi M1687

Набор микросхем M1687 предполагает использование южного моста M1563, а основные функции данного набора подобны функциям комбинации AMD-8151/AMD-8111:

- поддержка видеоадаптеров AGP 2.0/3.0 (AGP 1x–8x);
- соединение HyperTransport с процессором с шириной шины 16 бит в обоих направлениях;
- соединение HyperTransport с процессором с шириной шины 8 бит в обоих направлениях между северным (M1687) и южным (M1563) мостами;
- PCI 2.2-совместимая шина PCI (32-разрядная; 33 МГц), допускающая подключение до шести устройств;
- шестиканальный звук AC'97 2.2;
- шесть портов USB 1.1/2.0 (три контроллера);
- два контроллера ATA/IDE, поддерживающие режимы работы до ATA-133;
- часы реального времени RTC;
- шина LPC;
- интегрированный сетевой адаптер 10/100 Ethernet.

По сравнению с AMD-8151/AMD-8111 основным преимуществом набора микросхем ALi M1687 является наличие интерфейсов Secure Digital и Sony Memory Stick, встроенных в южный мост M1563.

Набор микросхем ALi M1689

Это набор микросхем для процессоров Athlon 64 и Opteron, состоящий всего из одной микросхемы; его также можно использовать вместе с процессорами Mobile Athlon 64. Данный набор поддерживает несколько современных технологий, в том числе Serial ATA, восемь портов USB 2.0/1.1, а также шестиканальный звук AC'97 2.3 (20 бит). Основные функции набора микросхем ALi M1689 таковы:

- поддержка видеоадаптеров AGP 2.0/3.0 (AGP 1x–8x);
- PCI 2.3-совместимая плата PCI, поддерживающая до шести устройств в режиме владения шиной;
- два контроллера ATA-133, поддерживающие устройства с 48-разрядной адресацией LBA;
- четыре контроллера USB и восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- звуковая система AC'97 2.3 с 20-разрядной выборкой;
- два контроллера Serial ATA.

Набор микросхем ULi M1695

Это набор микросхем второго поколения для Athlon 64, который обеспечивает полноценную работу видеоадаптеров PCI-Express x16 и AGP 8x (при использовании южного моста M1567). Интерфейс TGI (Triple Graphics Interface – тройной графический интерфейс) также позволяет использовать видеоадаптеры PCI. При одновременной установке видеоадаптеров PCI-Express, AGP и PCI (каждый с поддержкой двух мониторов) возможно подключение шести мониторов. M1695 также поддерживает два разъема PCI-Express x8, что позволяет использовать два видеоадаптера NVIDIA в режиме SLI. Северный мост M1695 можно использовать вместе с южным мостом M1567 компании ULi или же другим южным мостом для Athlon 64. Основные характеристики данного набора микросхем таковы:

- поддержка одного порта PCI-Express x16 или двух таких портов в режиме x8; поддержка AGP 8x при использовании южного моста M1567;
- два разъема PCI-Express x1;
- PCI 2.3 с поддержкой до семи контроллеров шины;
- два адаптера ATA-133 с поддержкой накопителей в 48-битовом режиме LBA;
- четыре адаптера USB и восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- звук AC'97 2.3 с 20-битовой выборкой;
- два адаптера Serial ATA с поддержкой SATA RAID 0, 1 и JBOD.

Блок-схема набора микросхем ULi M1695/M1567 представлена на рис. 4.46. Как видите, набор ULi M1695/M1567 также допускает использование туннелей PCI-X от сторонних компаний, например AMD-8132.

Наборы микросхем VIA для процессора Athlon 64

Компания VIA Technologies на протяжении длительного времени была одним из ведущих разработчиков наборов микросхем для процессоров производства AMD; такая ситуация сохранилась и с наборами микросхем для процессоров Athlon 64 и Opteron. В настоящее время компания VIA предлагает следующие наборы микросхем для данных процессоров.

- K8T800 Pro
- K8T800
- K8M800
- K8T890
- K8M890

Все эти наборы микросхем описаны в следующих разделах.

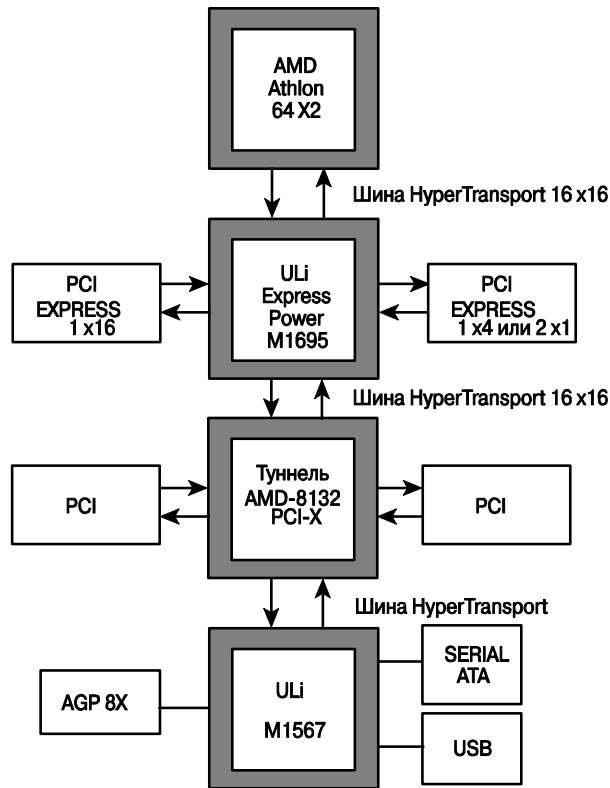


Рис. 4.46. Комбинация микросхем ULi M1695/M1567 обеспечивает поддержку видеоадаптеров PCI-Express x16 и AGP 8x. Туннель PCI-X AMD-8132 является необязательным

Наборы микросхем K8T800, K8T800 Pro и K8M800

Первым набором микросхем VIA для процессоров Athlon 64 и Opteron был K8T800 (изначально известный как K8T400). Он несколько отличается от аналогичных решений компаний AMD и ALi, поскольку предполагает использование разработанной компанией VIA шины 8x V-link (533 Мбайт/с) между северным и южным мостами вместо HyperTransport (она, конечно же, используется для соединения с процессором). Набор микросхем K8T800 предполагает использование южного моста VT8237. Основные функции данного набора микросхем таковы:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и северным мостом;
- поддержка видеоадаптеров AGP 4x/8x;
- PCI 2.3-совместимая плата PCI, поддерживающая до шести устройств в режиме владения шиной;

- два контроллера ATA-133;
- восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- 5.1-канальная звуковая система AC'97 2.3;
- два контроллера Serial ATA/SATA RAID (RAID 0, 1, JBOD).

Набор микросхем K8T800 также предполагает использование следующих дополнительных микросхем:

- интерфейс SATAlite SATA (два дополнительных порта; режим RAID 0+1);
- мост расширения VPX2 (добавляет два разъема шины PCI-X);
- VIA Vinyl Gold (7.1-канальный звук, подключается к шине PCI);
- сетевой адаптер Gigabit Ethernet (подключается к шине PCI).

Набор K8T800 Pro — это улучшенная версия K8T800, поддерживающая следующие дополнительные функции:

- соединение HyperTransport (16 бит/1 ГГц) между процессором и северным мостом;
- асинхронный режим работы шин PCI и AGP;
- соединение Ultra V-Link (1 Гбайт/с) между северным и южным мостами.

Наиболее существенным улучшением является асинхронный режим работы шин PCI и AGP. Это позволяет пользователю заблокировать частоту этих шин при изменении частоты шины процессора или коэффициента умножения, что обеспечивает более высокие результаты при разгоне.

Набор микросхем K8M800 базируется на наборе K8T800 и, кроме того, включает в себя интегрированное графическое ядро S3 UniChrome Pro. Это 128-разрядное графическое ядро 2D/3D, содержащее два пиксельных конвейера и поддерживающее аппаратное ускорение воспроизведения видео MPEG-2 и MPEG-4, а также вывод изображения на жидкокристаллические и ЭЛТ-мониторы, телевизоры и дисплеи HDTV с разрешением до 1080 пикселей.

Наборы микросхем K8T890, K8M890 и K8T900

Это первые наборы микросхем VIA для процессоров Athlon 64/Opteron, поддерживающих новую шину PCI-Express x16 для подключения графических адаптеров. При этом поддерживается соединение HyperTransport (16 бит/1 ГГц) между процессором и северным мостом, а также соединение Ultra V-Link (1 Гбайт/с) между северным и южным мостами. Северные мосты поддерживают 20 линий интерфейса PCI-Express, оставляя четыре линии для плат с интерфейсом PCI-Express x1.

В данных наборах микросхем также задействован новый южный мост VT8251, который при использовании некоторых дополнительных компонентов поддерживает следующие функции:

- четыре контроллера Serial ATA, поддерживающих SATA RAID 0, 1 и 0+1;
- поддержка нового стандарта High-Definition Audio компании Intel (HDA; кодовое название — Azalia); HDA поддерживает Dolby Digital Hfx-совместимый 7.1-канальный объемный звук с дискретизацией 24 бит/192 кГц;
- два разъема PCI-Express x1; общее количество разъемов может достигать шести (четыре соединены с северным мостом, два — с южным).

В связи с задержками в производстве этого южного моста в некоторых системах на базе K8T890 и K8M890 используется южный мост VT8237R, а не VT8251. Чтобы определить, какой именно южный мост установлен на системной плате, изучите соответствующую документацию.

Набор микросхем K8M800 базируется на наборе K8T800, а также содержит интегрированное графическое ядро S3 Graphics DeltaChrome. Это графическое ядро 2D/3D поддерживает функции DirectX 9.

Набор микросхем K8T900 базируется на наборе K8T890, однако поддерживает режим PCI-Express 2 x8, что позволяет установить два видеоадаптера PCI-Express.

Наборы микросхем NVIDIA для процессора Athlon 64

Компания NVIDIA предлагает следующие наборы микросхем для процессоров Athlon 64, каждый из которых состоит всего из одной микросхемы.

- nForce3 150
- nForce3 250
- nForce3 250Gb
- nForce3 250 Ultra
- nForce4
- nForce4 Ultra
- nForce 4 SLI

Также представлены три двухкомпонентных набора микросхем с интегрированной графикой для процессоров Sempron.

- nforce 410 с GeForce 6100
- nforce 430 с GeForce 6100
- nforce 430 с GeForce 6150

Кроме того, NVIDIA предлагает следующие наборы микросхем для процессоров Opteron, которые также состоят всего из одной микросхемы.

- nForce3 Pro 150
- nForce3 Pro 250
- nForce Professional 2050
- nForce Professional 2200

Компания NVIDIA называет свои наборы *мультимедийными и коммуникационными процессорами* MCP (Media and Communications Processor), поскольку одна микросхема выполняет функции и северного, и южного мостов. Подробно наборы микросхем компании NVIDIA описаны в следующих разделах.

Наборы микросхем nForce3 150 и nForce3 Pro 150

Одним из первых представленных наборов микросхем для процессора Athlon 64 является NVIDIA nForce3 150 MCP. Этот набор микросхем не базируется на классической двухкомпонентной архитектуре, характерной для большинства наборов микросхем для Athlon 64, и отличается функциональной ограниченностью. Это указывает не только на то, что данный набор долго находился в разработке, но и на то, что он предназначен для малобюджетного сегмента рынка. Основные функции набора микросхем nForce3 150 таковы:

- соединение HyperTransport между набором микросхем и процессором; однако стандартный режим передачи данных (16 бит/800 МГц) поддерживается в направлении от процессора к набору микросхем (при этом при передаче данных от набора микросхем к процессору используется режим 8 бит/600 МГц);
- поддержка видеоадаптеров AGP 1x–8x;
- два контроллера ATA-133 для жестких дисков ATA/IDE;
- RAID 0, 1 и 0+1;
- шестиканальный звук AC'97 2.1 (20 бит), выход SPDIF;
- шесть портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet.

Набор микросхем nForce3 Pro 150 поддерживает подобные функции, но предназначен для использования совместно с процессорами Opteron и графическими процессорами NVIDIA Quadro для рабочих станций.

Примечание

Хотя некоторые системные платы на основе наборов микросхем nForce3 150 и nForce3 Pro 150 поддерживают SATA и SATA RAID, для этого используются функции не самого набора микросхем, а дополнительного контроллера.

Наборы микросхем nForce3 250, nForce3 250Gb, nForce3 250 Ultra и nForce3 250 Pro

К семейству nForce3 250 MCP относятся четыре набора микросхем, которые поддерживают намного больше функций, чем nForce3 150 и nForce3 150 Pro. Базовая модель nForce3 250 поддерживает следующие функции:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и MCP в обоих направлениях;
- поддержка видеоадаптеров AGP 8x;
- два независимых контроллера ATA-133 ATA/IDE, поддерживающие функции RAID 0, 1 и 0+1;
- SATA, а также SATA RAID 0, 1 и 0+1;
- восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet с интегрированным аппаратным брандмауэром;
- шестиканальный звук AC'97 2.1 (20 бит), выход SPDIF.

Модель 250Gb поддерживает все функции модели 250, а также сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet с интегрированным аппаратным брандмауэром. Модель 250 Pro поддерживает все функции модели 250Gb и процессор Opteron, а также оптимизирована для совместного использования с графическими процессорами NVIDIA Quadro.

Модель 250 Ultra поддерживает все функции модели 250, а также сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet с интегрированным аппаратным брандмауэром и соединением Advanced HyperTransport (16 бит/1 ГГц) между процессором и MCP в обоих направлениях.

Примечание

Интегрированный брандмауэр, который поддерживают наборы микросхем семейства nForce3 250, защищает компьютер от атак сразу после его включения и поддерживает немало параметров. Но программные брандмауэры не могут защитить компьютер до тех пор, пока не будут загружены, в то время как атаки очень часто происходят именно при загрузке.

Семейства nForce4 и nForce Professional

Семейство наборов микросхем nForce4 компании NVIDIA объединяет в себе поддержку PCI-Express и очень удачный однокомпонентный дизайн набора микросхем nForce3. К семейству nForce4 относятся четыре модели: nForce4, nForce Ultra, nForce4 SLI и nForce4 SLI x16.

Базовая модель nForce4 обладает следующими характеристиками:

- шина HyperTransport 16 бит/800 МГц, обеспечивающая двунаправленное взаимодействие между процессором и микросхемой MCP;
- поддержка видеоадаптеров PCI-Express x16;
- два независимых адаптера ATA-133 ATA/IDE с поддержкой RAID уровней 0, 1 и 0+1;
- SATA и SATA RAID 0, 1, а также 0+1;
- 10 портов USB 1.1/2.0;

- сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet с интегрированным аппаратным брандмауэром;
- шестиканальный звук AC'97 2.1 с 20-битовым выводом и поддержкой SPDIF.

Модель nForce4 Ultra также поддерживает накопители SATA 3 Гбит/с (SATA II) и средство защиты сетевых соединений ActiveArmor.

Модель nForce4 SLI поддерживает конфигурирование режимов PCI-Express — допускается установка одного адаптера в режиме x16 или двух адаптеров NVIDIA в режиме x8. Возможности nForce4 Ultra дополняются возможностью загрузки с дисковых массивов RAID 5.

Модель nForce4 SLI x16 поддерживает установку одного или двух видеоадаптеров NVIDIA в режиме PCI-Express x16, так как поддерживает до 38 линий PCI-Express. По другим характеристикам данный набор микросхем полностью аналогичен nForce4 SLI.

Наборы микросхем nForce4 Professional для процессоров Opteron базируются на nForce4, однако имеют некоторые отличия.

- nForce Professional 2050 поддерживает одну линию PCI-Express x16 и четыре линии PCI-Express x1, сетевой адаптер Gigabit Ethernet, а также четыре порта SATA с пропускной способностью 3 Гбит/с и поддержкой RAID 0,1 и 0+1. Однако он не поддерживает накопители PATA, 32-разрядную шину PCI, звук и шину LPC для установки nasledующих устройств.
- nForce Professional 2200 поддерживает 20 линий PCI-Express с гибким конфигурированием, сетевой адаптер Gigabit Ethernet, а также четыре порта SATA с пропускной способностью 3 Гбит/с и поддержкой RAID 0,1 и 0+1. Однако он поддерживает 32-разрядную шину PCI, 10 портов USB 2.0, шину LPC, звук AC'97 2.3 и четыре накопителя PATA. Набор микросхем 2200 предназначен для применения в рабочих станциях; оба набора микросхем поддерживают несколько процессоров Opteron.

Наборы микросхем nForce 410 nForce 430

Это первые наборы микросхем NVIDIA с интегрированным видео для процессоров AMD Sempron — малобюджетного решения на базе ядра Athlon 64. Наборы микросхем nForce 410 и nForce 430 в качестве графического ядра используют GeForce 6100; кроме того, nForce 430 поддерживает графическое ядро GeForce 6150.

В табл. 4.55 перечислены основные характеристики наборов микросхем nForce 4xx с интегрированным графическим ядром.

Наборы микросхем SiS для процессора Athlon 64

Компания SiS предлагает восемь наборов микросхем для 64-разрядных процессоров AMD. Следующие наборы микросхем предполагают использование дискретных графических решений.

- 755
- 755FX
- 756

Кроме того, предлагаются следующие наборы микросхем с интегрированным видео для 64-разрядных процессоров AMD.

- 760
- 760GX
- 761
- 761GX
- 761GL

Эти наборы микросхем подробно рассматриваются далее.

Таблица 4.55. Наборы микросхем nForce 4xx с интегрированным графическим ядром для процессоров AMD Sempron

Модель MCP	Модель графического ядра	Поддержка видео	Разъемы PCI-Express 1	Поддержка xATA/Serial ATA	RAID	Поддержка USB (количество портов)	Звук
410	GeForce 6100	PCI-Express x16	1	ATA-133 (4), SATA 3Gbps (2)	0,1	1.1/2.0 (8)	HDA, AC'97
430	GeForce 6100	PCI-Express x16	1	ATA-133 (4), SATA 3 Гбит/с (4)	0,1, 0+1, 5	1.1/2.0 (8)	HDA, AC'97
430	GeForce 6100	PCI-Express x16	1	ATA-133 (4), SATA 3 Гбит/с (4)	0,1, 0+1, 5	1.1/2.0 (8)	HDA, AC'97

1. Также поддерживает средство безопасности сетевых подключений ActiveArmor.

Наборы микросхем SiS755 и SiS755FX

Первым набором микросхем SiS для процессоров Athlon 64, Opteron и Athlon 64 FX является SiS755. Он состоит из двух микросхем и предполагает использование южного моста SiS964. Основные функции набора микросхем SiS755 таковы:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и северным мостом с использованием технологии HyperStreaming;
- поддержка видеоадаптеров AGP 8x;
- соединение MuTIO 1G между процессором и северным и южными мостами с использованием технологии HyperStreaming;
- два контроллера ATA-133;
- два порта Serial ATA с поддержкой функций SATA RAID 0 и 1;
- восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- восьмиканальный звук AC'97 2.3.

Северный мост SiS755FX по контактам совместим с северным мостом SiS755; однако в данном случае предпочтительнее использовать южный мост SiS965, который представляет собой микросхему с 588 контактами, в отличие от южного моста SiS964, содержащего всего 505 контактов. По сравнению с набором 755/964 набор 755FX/965 характеризуется следующими улучшениями.

- соединение HyperTransport (16 бит/1 ГГц) между процессором и северным мостом с использованием технологии HyperStreaming;
- поддержка двух разъемов PCI-Express x1;
- четыре порта Serial ATA с поддержкой SATA RAID 0, 1, 0+1 и JBOD (объединение дисков);
- сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet.

Набор микросхем SiS756

Набор микросхем SiS756 разрабатывался специально для использования совместно с высокопроизводительным процессором Athlon 64 FX. Это первый набор микросхем SiS, который поддерживает графический интерфейс PCI-Express x16. В составе набора SiS756 чаще всего используется южный мост SiS965. Ниже приведены основные функции набора микросхем SiS756:

- соединение HyperTransport (16 бит/1 ГГц) между процессором и северным мостом с использованием технологии HyperStreaming;
- поддержка графических адаптеров PCI-Express x16;

LAN	Поддержка DirectX 9.0 Shader Model 3	TV-кодер	Вывод TDM S/DVI	Частота графического ядра, МГц	Масштабирование видео	Воспроизведение 1080i/p MPEG-2, WMA
10/100 Ethernet	Да	Нет	Нет	425	2x2 (стандартное качество)	Нет
10/100/1000 Ethernet ¹	Да	Нет	Нет	425	2x2 (стандартное качество)	Нет
10/100/1000 Ethernet ¹	Да	Да	Да	475	5x4 (высокое качество)	Да

HDA. High-Definition Audio (кодовое название — Azalia); звуковой стандарт с поддержкой звука с CD-качеством (192 кГц, 32 бит в многоканальном режиме), стандарта Dolby Pro Logic IIx (объемный звук 7.1) и нескольких кодеков одновременно.

- поддержка двух разъемов PCI-Express x1;
- четыре порта Serial ATA с поддержкой функций SATA RAID 0 и 1 и JBOD;
- восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet;
- восьмиканальный звук AC'97 2.3.

Примечание

Если вместо южного моста SiS965 используется микросхема SiS965L, то поддерживаются только два порта SATA и функции SATA RAID 0 и 1. Все остальное остается без изменений.

Шина PCI-Express x16 пришла на смену шине AGP 8x, которую поддерживали предыдущие наборы микросхем SiS.

Блок-схема набора микросхем SiS756 с южным мостом SiS965 представлена на рис. 4.47.

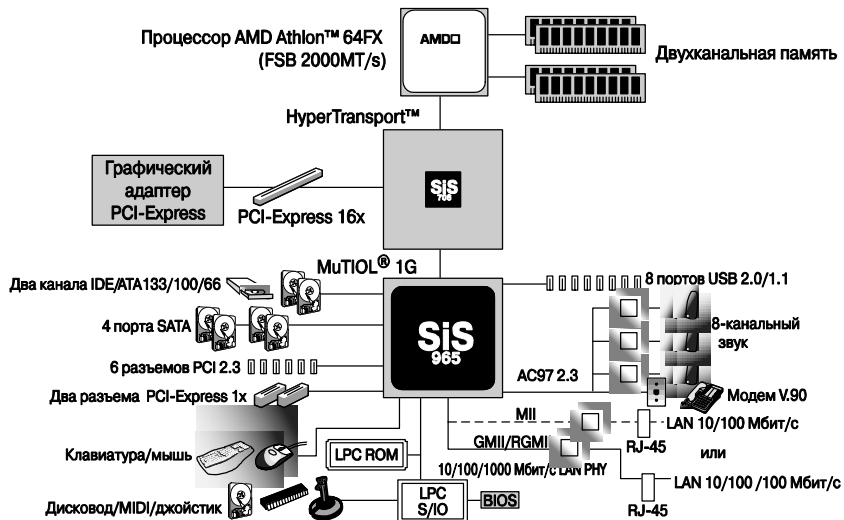


Рис. 4.47. Как и в большинстве наборов микросхем для процессоров Athlon 64, северный мост SiS756 используется только для взаимодействия с дискретными графическими решениями (в данном случае — с интерфейсом PCI-Express), в то время как за выполнение других функций отвечает южный мост

Наборы микросхем SiS760 и SiS760GX

Первым набором микросхем SiS с интегрированной графикой для процессоров Athlon 64 и Opteron является SiS760. Все остальные функции полностью идентичны набору микросхем

SiS755. Кроме того, оба набора микросхем предполагают использование южного моста SiS964. Основные функции набора микросхем SiS760 таковы:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и северным мостом с использованием технологии HyperStreaming;
- поддержка видеоадаптеров AGP 8x;
- соединение MuTIOL 1G между процессором и северным и южным мостами с использованием технологии HyperStreaming;
- два контроллера ATA-133;
- два порта Serial ATA с поддержкой функций SATA RAID 0 и 1;
- восемь портов USB 1.1/2.0;
- сетевой адаптер 10/100 Ethernet;
- восьмиканальный звук AC'97 2.3.

Интегрированное графическое ядро SiS Mirage 2 (Ultra256) набора микросхем поддерживает следующие функции:

- DirectX 8.1-совместимое ядро 3D;
- двухканальный 256-разрядный интерфейс ядра 3D;
- 128-разрядное графическое ядро 2D;
- необязательная поддержка TV-выхода и второго жидкокристаллического или ЭЛТ-монитора;
- разделяемая память объемом до 128 Мбайт.

Набор микросхем SiS760GX предполагает использование 128-разрядного графического ядра Mirage 1.

Вместе с набором микросхем SiS760GX используется южный мост SiS966, который поддерживает следующие функции:

- четыре разъема PCI-Express x1;
- SATA, SATA RAID 0, 1 и 0+1;
- десять портов USB 1.1/2.0;
- звуковая система AC'97 2.3 с поддержкой спецификации 7.1-канального звука High Definition Audio, разработанной Intel;
- сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet.

Наборы микросхем SiS761GL и SiS761GX

Интегрированные наборы микросхем SiS761GL и SiS761GX основаны на наборе SiS760 и поддерживают все процессоры Athlon 64, Opteron и Sempron (в том числе и 32-разрядные версии). Оба набора предполагают использование в качестве южного моста микросхемы SiS966.

Примечание

Микросхемы SiS966, SiS965 и SiS965L совместимы по контактам. Поэтому некоторые производители используют южные мосты SiS965 и SiS965L вместо SiS966.

Северный мост SiS761GX поддерживает следующие функции:

- соединение HyperTransport (16 бит/800 МГц) между процессором и северным мостом с использованием технологии HyperStreaming;
- поддержка видеоадаптеров PCI-Express x16;
- соединение MuTIOL 1G между процессором и северным и южным мостами с использованием технологии HyperStreaming;

- интегрированное графическое ядро Mirage (поддержка DirectX 7.0) с объемом выделенной памяти до 128 Мбайт.

Отличия набора микросхем SiS761GL таковы:

- шина HyperTransport 16 бит/800 МГц;
- не поддерживается разъем PCI-Express x16;
- интегрированное графическое ядро Mirage 1 (поддержка DirectX 7.0) с объемом выделенной памяти до 128 Мбайт.

При использовании южного моста SiS966 оба набора микросхем также поддерживают следующие функции:

- четыре разъема PCI-Express x1;
- SATA, SATA RAID 0, 1 и 0+1;
- десять портов USB 1.1/2.0;
- шестиканальная звуковая система AC'97 2.3 с поддержкой спецификации High Definition Audio;
- сетевой адаптер 10/100/1000 Ethernet.

Примечание

Стандарт HDA (кодовое название — Azalia) обеспечивает поддержку Dolby Pro Logic IIх-совместимого 7.1-канального звука с CE-качеством (192 кГц, 32 бит в многоканальном режиме).

Микросхема Super I/O

Третья основная микросхема в большинстве системных плат называется Super I/O. Обычно она реализует функции устройств, которые прежде размещались на отдельных платах расширения.

Большинство микросхем Super I/O содержат как минимум следующие компоненты:

- контроллер гибких дисков;
- двойные контроллеры последовательного порта;
- контроллер параллельного порта.

Контроллеры гибких дисков в большинстве микросхем Super I/O обслуживают два дисководов, но некоторые из них могут обслуживать только один. В более старых системах часто требовались отдельные платы для контроллера гибких дисков.

Двойной последовательный порт — другое устройство, которое прежде располагалось на одной или нескольких платах. В большинстве лучших микросхем Super I/O предусмотрена буферизация потока данных через последовательный порт. Схема, реализующая буферизацию, называется UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter — универсальный асинхронный приемник-передатчик). Для каждого порта предусматривается своя схема UART. В большинстве случаев она подобна быстродействующей автономной схеме UART NS16550A, разработанной компанией National Semiconductor. Поскольку Super I/O выполняет функции двух этих микросхем, можно сказать, что, по существу, эти порты встроены в системную плату.

Практически все микросхемы Super I/O также содержат быстродействующий многорежимный параллельный порт. Лучшие параллельные порты могут работать в трех режимах: стандартном (двунаправленном), EPP (Enhanced Parallel Port — расширенный параллельный порт) и ECP (Enhanced Capabilities Port — порт с расширенными возможностями). Режим ECP — самый быстрый и наиболее производительный, но если его выбрать, то порт будет использовать 8-разрядный канал прямого доступа к памяти шины ISA (обычно — канал 3 прямого доступа к памяти). Если на этом канале не установлено какое-нибудь другое устройство (например, звуковая плата), то параллельный порт в режиме ECP должен работать идеально.

Некоторые более новые принтеры и сканеры, подключаемые к компьютеру через параллельный порт, используют режим ECP, разработанный компанией Hewlett-Packard.

Микросхема Super I/O может содержать также другие компоненты. Например, в настоящее время в системной плате Intel VC820 (формфактора ATX) в качестве Super I/O используется микросхема LPC47V102 компании Standard Microsystems Corp. В этой микросхеме установлено следующее:

- интерфейс дисководов гибких дисков;
- два быстродействующих последовательных порта;
- один многорежимный (ECP/EPP) параллельный порт;
- контроллер клавиатуры типа 8042 и мыши.

Эта микросхема является образцом современного контроллера Super I/O, в который интегрирована поддержка клавиатуры и мыши; более старые микросхемы Super I/O их не поддерживали.

В последние годы роль Super I/O заметно снизилась. Это произошло прежде всего потому, что Intel реализовала функции Super I/O типа IDE непосредственно в таких компонентах набора микросхем системной логики, как южный мост и контроллер ввода-вывода, что позволило подсоединять соответствующие устройства к шине PCI или высокоскоростному интерфейсу INA, а не к ISA. Один из недостатков Super I/O — подсоединение к системе с помощью интерфейса шины ISA, что ограничивает ее быстродействие и эффективность возможностями этой шины, работающей на частоте 8 МГц. Подключив устройства IDE к шине PCI, можно повысить быстродействие дисководов IDE, поскольку, работая на тактовой частоте шины PCI (33 МГц), они способны передавать данные с более высокой скоростью.

Более современные микросхемы Super I/O подключаются к системе с помощью шины LPC, разработанной компанией Intel в качестве низкоскоростного (примерно до 6,67 Мбайт/с) соединения, использующего не более 13 сигналов. Несмотря на то что по сравнению с ISA скорость шины LPC гораздо ниже, она более эффективна.

Поскольку высокоскоростные устройства, такие как IDE/ATA, теперь взаимодействуют с южным мостом, шиной PCI или hub-архитектурой, все, что подключено к микросхеме Super I/O, не нуждается в большей пропускной способности.

Разработчики наборов микросхем стремятся объединить максимальное количество функциональных возможностей в одной микросхеме. Поэтому, поскольку интерфейсы USB и IEEE-1394 пришли на смену стандартным параллельному и последовательному портам, а также контроллеру для дисководов на гибких дисках, микросхема Super I/O будет все реже встречаться в системных платах. В целях экономии свободного пространства на системной плате и уменьшения числа используемых в ней компонентов, функции микросхем южного моста и Super I/O реализуются на базе лишь одного компонента (часто именуемого микросхемой Super South Bridge). Более того, в некоторых наборах от SiS и NVIDIA в одну микросхему объединены все три компонента: северный мост, южный мост и Super I/O.

Распределение CMOS-памяти

В оригинальных системах AT микросхема Motorola 146818 использовалась в качестве микросхемы RTC и RAM типа Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS). Она содержала простой цифровой датчик времени и 64 байт памяти. Часы использовали 14 байт RAM, остальные 50 байт неиспользуемой памяти разработчикам IBM AT предлагалось использовать для хранения конфигурационных данных системы.

В современных компьютерных системах микросхема компании Motorola не используется, а выполняемые ею функции переложены на набор микросхем системной платы (южный мост) или на микросхему Super I/O. Кроме того, могут быть использованы специальная батарея и модуль NVRAM, созданные компаниями Dallas и Benchmark.

Разъемы системной платы

В современных системных платах существует множество различных разъемов. На рис. 4.48 показано расположение разъемов типичной материнской платы. Некоторые из них, в частности разъем питания, параллельные и последовательные порты, разъемы клавиатуры и мыши, описываются в других главах книги.

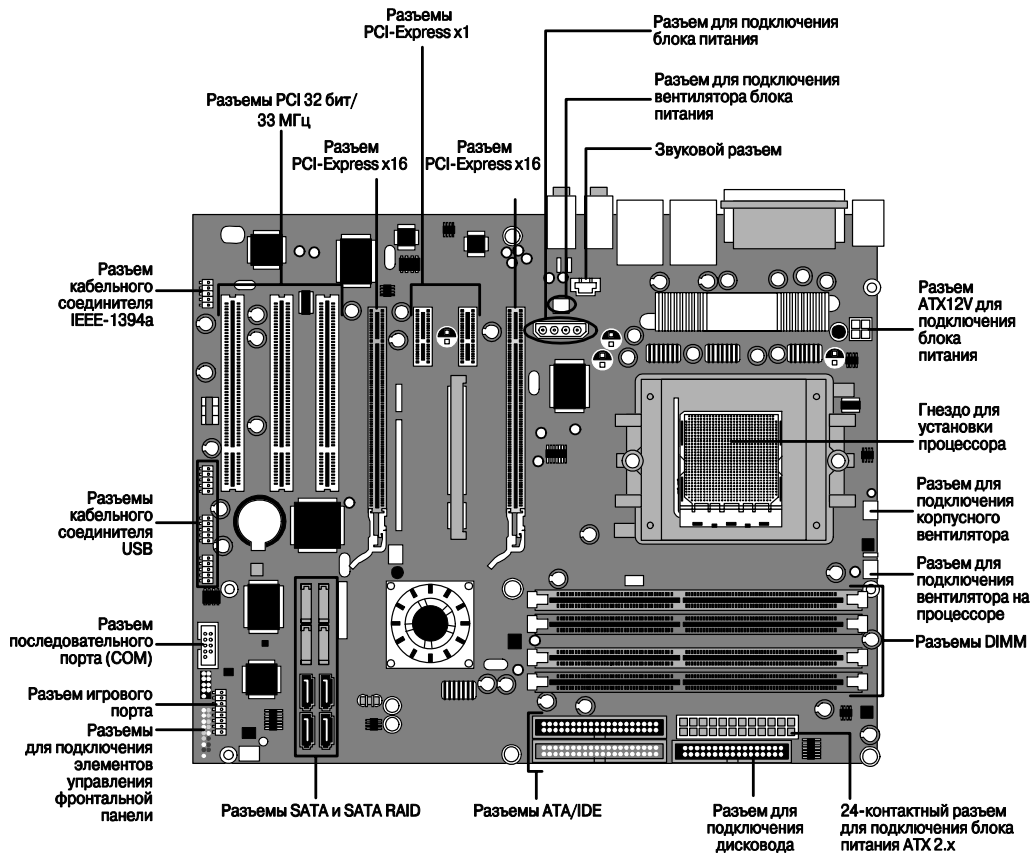


Рис. 4.48. Расположение разъемов на типичной системной плате

Одна из серьезнейших проблем, с которыми приходится сталкиваться при сборке или модернизации компьютерной системы, — это подключение элементов передней панели. Очень часто разъемы на системной плате не соответствуют разъемам корпуса. К сожалению, на протяжении многих лет не существовало никаких стандартов, касающихся данных вопросов. И только в октябре 2000 года компания Intel опубликовала руководство “Front Panel I/O Connectivity Design Guide”. Самую свежую версию этого руководства, а также спецификации различных формфакторов можно найти на сайте www.formfactors.org.

До публикации этого стандарта не существовало никаких общепринятых правил (а значит, бал правила анархии). Несмотря на то что большинство корпусов оснащались множеством небольших разъемов, каждый из которых соответствовал отдельной функции, некоторые крупные поставщики систем (такие, как Dell, Gateway, MicronPC (сейчас называется MPC) и т.д.) использовали разъемы, расположенные в два ряда, что позволяло собирать компьютеры намного быстрее. После разработки компанией Intel соответствующего стандарта ситуация

значительно упростилась, так как многие производители компьютеров использовали системные платы от Intel.

Согласно стандарту, для подключения переключателей и индикаторов передней панели предполагается использование следующих штырьковых разъемов: 10-контактного передней панели, 10-контактного USB, 10-контактного IEEE 1394 (FireWire/i.LINK), 10-контактного для подключения звуковых устройств, а также 6-контактного для подключения инфракрасного порта. На рис. 4.49 приведена схема расположения контактов разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели.

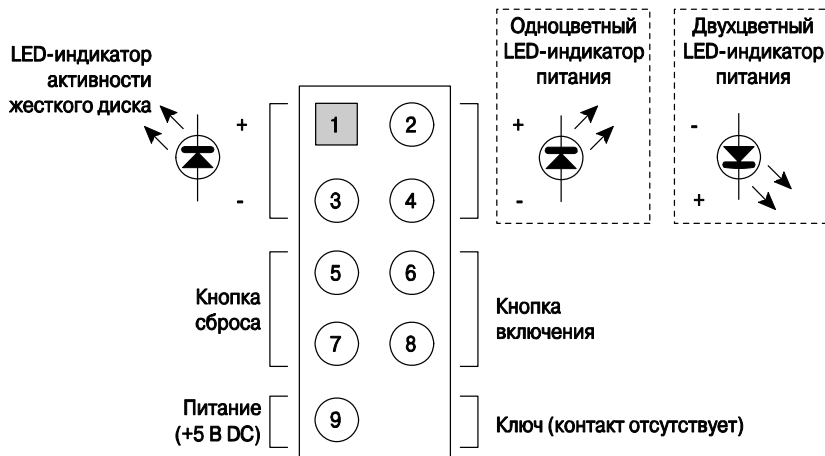


Рис. 4.49. Схема расположения контактов разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели

Расположение контактов разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели приведено в табл. 4.56.

Таблица 4.56. Схема расположения контактов разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели

Сигнал	Описание	Контакт	Контакт	Сигнал	Описание
Индикатор активности жесткого диска		Индикатор питания/режима ожидания/сообщения			
HD_LED+	Положительный сигнал жесткого диска	1	2	PWR_LED GRN+	Одноцветный LED-индикатор
HD_LED-	Отрицательный сигнал	3	4	PWR_LED_YEL+	Двухцветный LED-индикатор
Кнопка перезагрузки		Кнопка включения питания			
GND	Общий	5	6	FP_PWR	Включение питания
FP_RESET	Кнопка сброса	7	8	GND	Общий
Питание		Не подключено			
+5 В	Питание	9	10	—	Не подключен

Некоторые корпуса предполагают использование одного 10-контактного разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели, однако чаще всего каждой функции соответствует отдельный 2-контактный разъем. В данном случае разъемы подключаются так, как на рис. 4.50.

Подключение переключателей и индикаторов передней панели при использовании двухконтактных разъемов описано в табл. 4.57.

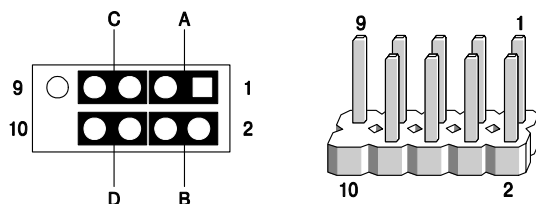


Рис. 4.50. Стандартная схема подключения переключателей и индикаторов передней панели при использовании двухконтактных разъемов

Таблица 4.57. Схема расположения контактов разъема для подключения переключателей и индикаторов передней панели при использовании нескольких разъемов

Разъем	Контакты	Описание
A	1 и 3	Индикатор активности жесткого диска
B	2 и 4	Индикатор питания
C	5 и 7	Кнопка сброса
D	6 и 8	Кнопка включения

Корпуса могут оснащаться одноцветным или двухцветным индикатором LED, соответствующим функции Power LED. Двухцветный индикатор позволяет получить больше сведений о состоянии питания и службы сообщений. Возможные состояния одно- и двухцветных индикаторов описаны в табл. 4.58.

Таблица 4.58. Возможные состояния индикаторов Power LED

Тип LED-индикатора	Состояние LED-индикатора	Описание	Состояние ACPI
Одноцветный	Погашен	Компьютер выключен или переведен в режим ожидания	S1, S3, S5
	Постоянно горит зеленым	Компьютер работает	S0
	Мигает зеленым	Компьютер работает; получено сообщение	S0
Двухцветный	Погашен	Компьютер выключен или переведен в режим ожидания	S5
	Постоянно горит зеленым	Компьютер работает	S0
	Мигает зеленым	Компьютер работает; получено сообщение	S0
	Постоянно горит желтым	Компьютер находится в "спящем" режиме	S1, S3
	Мигает желтым	Компьютер находится в "спящем" режиме; получено сообщение	S1, S3

Производители многих системных плат не следуют рекомендациям по подключению переключателей и индикаторов передней панели и используют собственные схемы размещения контактов. Соответствующий пример приведен на рис. 4.51.

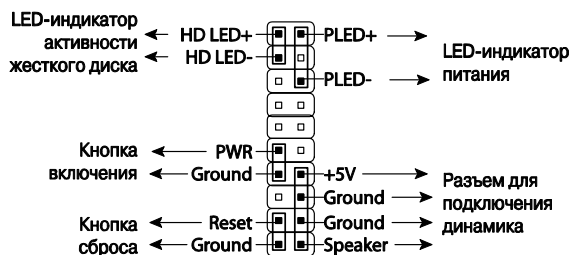


Рис. 4.51. Альтернативная схема расположения контактов для подключения переключателей и индикаторов передней панели

Некоторые старые модели системных плат Intel, а также платы от других производителей часто оснащались разъемом, в котором контакты располагались в один ряд (рис. 4.52).

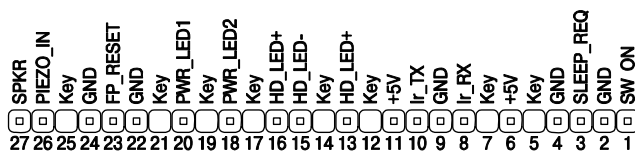


Рис. 4.52. Альтернативная схема расположения контактов для подключения переключателей и индикаторов передней панели

В табл. 4.59 представлены сведения о расположении контактов для подключения переключателей и индикаторов передней панели на некоторых системных платах.

Таблица 4.59. Альтернативная схема расположения контактов для подключения переключателей и индикаторов передней панели в один ряд

Разъем	Контакты	Имя сигнала
Speaker (динамик)	27	SPKR
	26	PIEZO_IN
	25	Key (контакт отсутствует)
	24	GND
Reset (сброс)	23	FP_RESET
	22	GND
None (нет)	21	Key (контакт отсутствует)
Sleep/Power LED (индикатор питания/режима ожидания)	20	PWR_LED1 (зеленый)
	19	Key (контакт отсутствует)
	18	PWR_LED2 (желтый)
None (нет)	17	Key (контакт отсутствует)
Hard Drive LED (индикатор жесткого диска)	16	HD_LED+
	15	HD_LED-
	14	Key (контакт отсутствует)
	13	HD_LED+
None (нет)	12	Key (контакт отсутствует)
IrDA (инфракрасный порт)	11	+5 V
	10	Ir_TX
	9	GND
	8	Ir_RX
	7	Контакт отсутствует
	6	+5 V
	5	Контакт отсутствует
Sleep/Resume (режим ожидания/продолжение работы)	4	GND
	3	SLEEP_REQ
Power On (кнопка питания)	2	GND
	1	SW_ON

Для согласования разъемов корпуса и системной платы, возможно, придется разобрать разъемы и изменить положение контактов в них. Например, у меня есть корпус, в котором используется 3-контактный разъем Power LED, а на системной плате ему соответствует 2-контактный разъем. Поэтому мне не оставалось ничего иного, как изменить положение контактов в разьеме корпуса. К счастью, это довольно простая задача: контакты очень легко фиксируются в разьеме с помощью защелки.

Многие системные платы оснащены разьемами для подключения портов USB на передней панели корпуса. Согласно стандарту, в данном случае предполагается использование

10-контактного штырькового разъема. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения двух портов USB представлена на рис. 4.53 и описана в табл. 4.60.



Рис. 4.53. Схема размещения контактов стандартного разъема для подключения двух портов USB

Таблица 4.60. Схема расположения контактов стандартного разъема USB

Описание	Имя сигнала	Контакт	Контакт	Имя сигнала	Описание
+ 5 В (порт 0)	USB0_PWR	1	2	USB1_PWR	+ 5 В (порт 1)
Данные “-” (порт 0)	USB_D0-	3	4	USB_D1-	Данные “-” (порт 1)
Данные “+” (порт 0)	USB_D0+	5	6	USB_D1+	Данные “+” (порт 1)
Земля (порт 0)	GND	7	8	GND	Земля (порт 1)
Контакт отсутствует	Key	9	10	NC/Shield	Не подключен/экран

Многие корпуса оснащены несколькими внутренними разъемами для подключения портов USB. Соответствующие разъемы показаны на рис. 4.54.

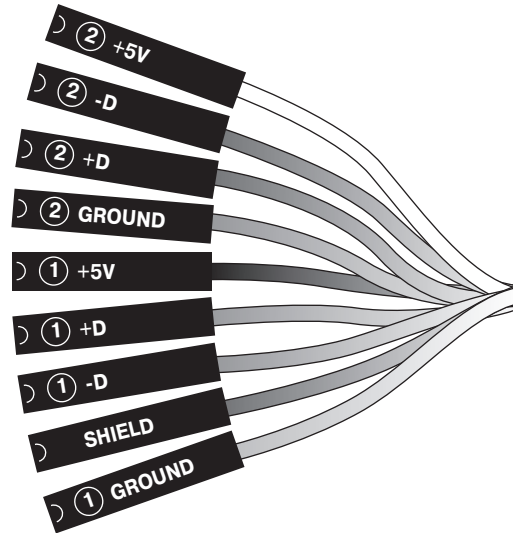


Рис. 4.54. Отдельные разъемы для подключения портов USB на передней панели

Используя подобные отдельные разъемы, следует обязательно подключать их к соответствующим контактам. Иногда кабели USB оснащены 5-контактным разъемом; в данном случае очень важно правильно подключить разъем. Соответствующие сведения наверняка представлены в документации к системной плате и корпусу.

Внимание

Если корпус оснащен только отдельными разъемами, их обязательно необходимо подключать к соответствующим контактам; в противном случае может возникнуть короткое замыкание, что повредит системную плату и/или устройство, подключенное к порту USB. Некоторые высококачественные модели системных плат оснащены специальными предохранителями, которые позволяют предотвратить возникновение подобных ситуаций.

Некоторые модели материнских плат оснащены разъемами IEEE 1394 (FireWire/i.LINK); порты FireWire также можно добавить с помощью плат расширения. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения порта IEEE 1394 представлена на рис. 4.55 и описана в табл. 4.61.

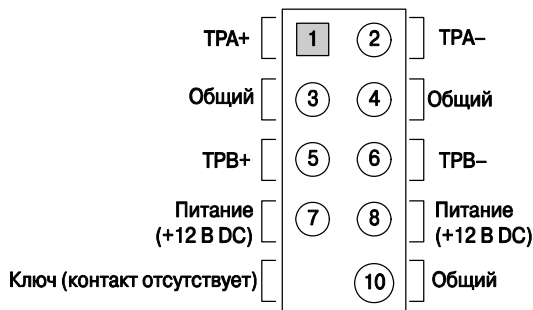


Рис. 4.55. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения порта IEEE 1394 (FireWire/i.LINK)

Таблица 4.61. Схема расположения контактов стандартного разъема IEEE 1394 (FireWire/i.LINK)

Название сигнала	Контакт	Контакт	Название сигнала
ТРА+	1	2	ТРА-
Общий	3	4	Общий
ТРВ+	5	6	ТРВ-
+12 В	7	8	+12 В
Ключ (контакт отсутствует)	9	10	Общий

Обратите внимание, что физические размеры и схема размещения контактов разъема FireWire совпадают с таковыми для разъема USB. Это очень неудобно, так как кабель USB можно случайно подключить к разъему FireWire, и наоборот — любая из этих ситуаций приведет к короткому замыканию.

Внимание

Ни в коем случае не подключайте кабель USB к разъему FireWire, а кабель FireWire — к разъему USB. Это вызовет короткое замыкание и приведет к повреждению системной платы при подключении периферийных устройств. Некоторые качественные модели системных плат оснащены специальными предохранителями, которые позволяют предотвратить возникновение подобных ситуаций.

Системные платы, оснащенные звуковой подсистемой, также содержат разъемы для подключения звуковых входов и выходов на передней панели. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения звуковых входов и выходов на передней панели представлена на рис. 4.56 и описана в табл. 4.62.

Некоторые модели системных плат содержат разъем для подключения инфракрасного порта, обеспечивающего взаимодействие с такими устройствами, как сотовые телефоны, КПК, портативные компьютеры, принтеры и другие устройства с интерфейсом IrDA. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения инфракрасного порта показана на рис. 4.57 и описана в табл. 4.63.

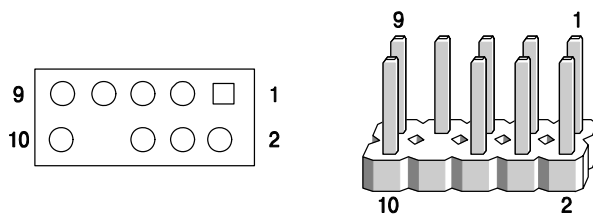


Рис. 4.56. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения звуковых входов и выходов на передней панели

Таблица 4.62. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения звуковых входов и выходов на передней панели

Описание	Название сигнала	Контакт	Контакт	Название сигнала	Описание
Микрофонный вход	AUD_MIC	1	2	AUD_GND	Общий
Питание микрофона	AUD_MIC_BIAS	3	4	AUD_VCC	+5 В (после фильтра)
Правый канал	AUD_FPOUT_R	5	6	AUD_RET_R	Правый канал
Общий или управление усилением сигнала на наушники	GND/HP_ON	7	8	KEY	Контакт отсутствует
Левый канал	AUD_FPOUT_L	9	10	AUD_RET_L	Левый канал

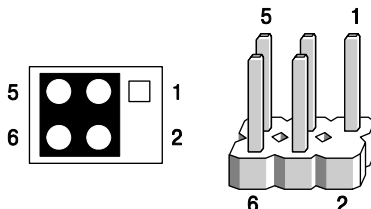


Рис. 4.57. Схема расположения контактов стандартного разъема для подключения инфракрасного порта

Таблица 4.63. Назначение выводов разъема инфракрасного порта

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	+5 ?	4	Нет
2	Отсутствует	5	IrTX
3	IrRx	6	CONIR (Consumer IR)

В табл. 4.64–4.72 приведены назначения выводов всех остальных разъемов материнской платы.

Таблица 4.64. Назначение выводов батарейки

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Общий	3	Ключ
2	Не используется	4	+4–6 В

Таблица 4.65. Назначение выводов разъемов светодиодного индикатора (LED) и блокировки клавиатуры (Keylock)

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Питание LED (+5 В)	4	Клавиатура заблокирована
2	Ключ	5	Общий
3	Общий		

Таблица 4.66. Назначение выводов разъема громкоговорителя

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Общий	3	Громкоговоритель на системной плате
2	Ключ	4	Внешний громкоговоритель

Таблица 4.67. Назначение выводов разъема открытия корпуса

Контакт	Сигнал
1	Общий
2	CHS_SEC

Таблица 4.68. Назначение выводов разъема Wake On LAN

Контакт	Сигнал
1	+5 В
2	Общий
3	WOL

Таблица 4.69. Назначение выводов активизации по входящему звонку

Контакт	Сигнал
1	Общий
2	RINGA

Таблица 4.70. Назначение выводов разъема аудиовхода CD-ROM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	CD-IN (левый канал)	3	Общий
2	Общий	4	CD-IN (правый канал)

Таблица 4.71. Назначение выводов телефонного разъема

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Аудиовыход	3	Общий
2	Общий	4	Аудиовход

Таблица 4.72. Назначение выводов линейного входа

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Вход (левый канал)	3	Общий
2	Общий	4	Вход (правый канал)

Примечание

В некоторых системных платах есть вмонтированный пьезодинамик. Для его включения необходимо замкнуть перемычкой разъемы 3 и 4. В свою очередь, без использования перемычки будет задействован традиционный динамик.

Многие современные системные платы содержат три-четыре разъема для подключения вентилятора охлаждения процессора, заднего и переднего корпусных вентиляторов, а также вентилятора блока питания или модуля стабилизатора напряжения (табл. 4.73). Как правило, это 3-контактный разъем; третий контакт используется для подачи сигнала тахометра, необходимого для контроля частоты вращения вентилятора. Если системная плата поддерживает функцию контроля частоты вращения вентилятора, она воспроизводит звуковой сигнал в том случае, когда вентилятор вращается слишком медленно или вообще остановился.

Внимание

Не устанавливайте перемычку на этот разъем! Если контакт +12 В замкнуть на землю, можно серьезно повредить материнскую плату.

Таблица 4.73. Назначение выводов разъема питания вентилятора процессора

Контакт	Сигнал
1	Общий
2	+12 В
3	Тахометр

Типы, назначение и функционирование шин

Основой системной платы являются различные шины, служащие для передачи сигналов компонентам системы. *Шина (bus)* представляет собой общий канал связи, используемый в компьютере и позволяющий соединить два и более системных компонента.

Существует определенная иерархия шин ПК, которая выражается в том, что каждая более медленная шина соединена с более быстрой. Современные компьютерные системы включают в себя три, четыре или более шин. Каждое системное устройство соединено с какой-либо шиной, причем определенные устройства (чаще всего это наборы микросхем) играют роль моста между шинами.

- **Шина процессора.** Эта высокоскоростная шина является ядром набора микросхем и системной платы. Она используется в основном процессором для передачи данных между кэш-памятью или основной памятью и северным мостом набора микросхем. В системах на базе процессоров Pentium эта шина работает на частоте 66, 100, 133, 200, 266, 400, 533, 800 или 1066 МГц и имеет ширину 64 разряда (8 байт).
- **Шина AGP.** Эта 32-разрядная шина работает на частоте 66 (AGP 1x), 133 (AGP 2x), 266 (AGP 4x) или 533 МГц (AGP 8x), обеспечивает пропускную способность до 2133 Мбайт/с и предназначена для подключения видеоадаптера. Она соединена с северным мостом или контроллером памяти (MCH) набора микросхем системной логики.
- **Шина PCI-Express.** Третье поколение шины PCI. Шина PCI-Express — это шина с дифференциальными сигналами, которые может передавать северный или южный мост. Быстродействие PCI-Express выражается в количестве линий. Каждая двунаправленная линия обеспечивает скорость передачи данных 2,5 или 5 Гбит/с в обоих направлениях (эффективное значение — 250 или 500 Мбайт/с). Разъем с поддержкой одной линии обозначается как PCI-Express x1. Видеоадаптеры PCI-Express обычно устанавливаются в разъем x16, который обеспечивает скорость передачи данных 4 или 8 Гбайт/с в каждом направлении.
- **Шина PCI-X.** Это второе поколение шины PCI, которое обеспечивает более высокую скорость передачи данных, но при этом обратно совместимо с PCI. Данная шина преимущественно применяется в рабочих станциях и серверах. PCI-X поддерживает 64-разрядные разъемы, обратно совместимые с 64- и 32-разрядными адаптерами PCI. Шина PCI-X версии 1 работает с частотой 133 МГц, в то время как PCI-X 2.0 поддерживает частоту до 533 МГц. Обычно полоса пропускания PCI-X 2.0 разделяется между несколькими разъемами PCI-X и PCI. Хотя некоторые южные мосты поддерживают шину PCI-X, чаще всего для обеспечения ее поддержки требуется специальная микросхема.
- **Шина PCI.** Эта 32-разрядная шина работает на частоте 33 МГц; она используется, начиная с систем на базе процессоров 486. В настоящее время существует реализация этой шины с частотой 66 МГц. Она находится под управлением контроллера PCI — компонента северного моста или контроллера MCH набора микросхем системной логики. На системной плате устанавливаются разъемы, обычно четыре или более, в которые можно подключать сетевые, SCSI- и видеоадаптеры, а также другое оборудование, поддерживающее этот интерфейс. Шины PCI-X и PCI-Express представляют собой более производительные реализации шины PCI; материнские платы и системы, поддерживающие эту шину, появились на рынке в середине 2004 года.

- **Шина ISA.** Эта 16-разрядная шина, работающая на частоте 8 МГц, впервые стала использоваться в системах АТ в 1984 году (в первоначальном варианте IBM PC она была 8-разрядной и работала на частоте 5 МГц). Эта шина имела широкое распространение, но из спецификации PC99 была исключена. Реализуется с помощью южного моста. Чаще всего к ней подключается микросхема Super I/O.

Некоторые современные системные платы содержат специальный разъем, получивший название *Audio Modem Riser (AMR)* или *Communications and Networking Riser (CNR)*. Подобные специализированные разъемы предназначены для плат расширения, обеспечивающих выполнение сетевых и коммуникационных функций. Следует заметить, что эти разъемы не являются универсальным интерфейсом шины, поэтому лишь немногие из специализированных плат AMR или CNR присутствуют на открытом рынке. Как правило, такие платы прилагаются к какой-либо определенной системной плате. Их конструкция позволяет легко создавать как стандартные, так и расширенные системные платы, не резервируя на них место для установки дополнительных микросхем. Большинство системных плат, обеспечивающих стандартные сетевые функции и функции работы с модемом, созданы на основе шины PCI, так как разъемы AMR/CNR имеют узкоспециализированное назначение. Разъемы AMR и CNR показаны на рис. 4.58, а соответствующие платы — на рис. 4.59.

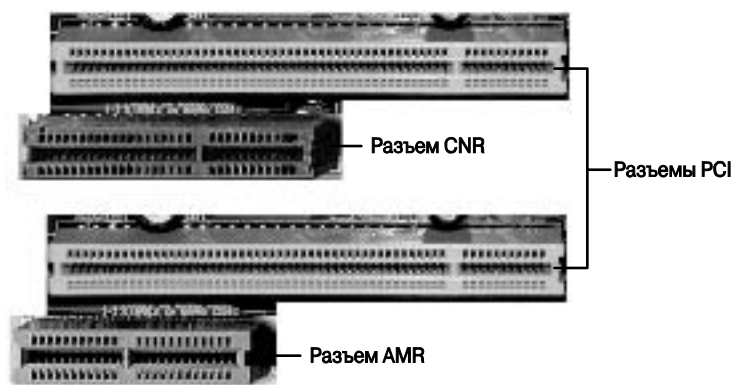


Рис. 4.58. Разъемы AMR и CNR в сравнении с разъемами PCI. При использовании разъема AMR соответствующий ему разъем PCI недоступен

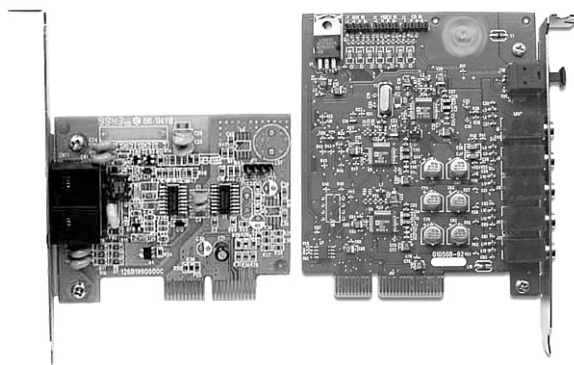


Рис. 4.59. Типичная плата AMR Riser (слева), выполняющая функции модема и оснащенная портом 10/100 Ethernet. Типичная плата CNR Riser (справа), оснащенная аналоговыми звуковыми портами и цифровым портом SPDIF

В современных системных платах существуют также скрытые шины, которые никак не проявляются в виде гнезд или разъемов. Имеются в виду шины, предназначенные для соединения компонентов наборов микросхем, например hub-интерфейса и шины LPC. Hub-интерфейс представляет собой четырехтактную (4х) 8-разрядную шину с рабочей частотой 66 МГц, которая используется для обмена данными между компонентами МСН и ИСН набора микросхем (hub-архитектура). Пропускная способность hub-интерфейса достигает 266 Мбайт/с, что позволяет использовать его для соединения компонентов набора микросхем в недорогих конструкциях. Некоторые современные наборы микросхем для рабочих станций и серверов, а также последняя серия 9xx от Intel для настольных компьютеров используют более быстродействующие версии этого hub-интерфейса. Стронные производители наборов микросхем системной логики также реализуют свои конструкции высокоскоростных шин, соединяющих отдельные компоненты набора между собой.

Для подобных целей предназначена и шина LPC, которая представляет собой 4-разрядную шину с максимальной пропускной способностью 16,67 Мбайт/с и применяется в качестве более экономичного по сравнению с шиной ISA варианта. Обычно шина LPC используется для соединения Super I/O или компонентов ROM BIOS системной платы с основным набором микросхем. Шина LPC имеет примерно равную рабочую частоту, но использует значительно меньше контактов. Она позволяет полностью отказаться от использования шины ISA в системных платах.

Набор микросхем системной логики можно сравнить с дирижером, который руководит оркестром системных компонентов системы, позволяя каждому из них подключиться к собственной шине. В табл. 4.74 приведены разрядность, частота и скорость передачи данных практически всех типов шин ПК.

Таблица 4.74. Скорость передачи данных и другие параметры шин

Тип шины	Разрядность, бит	Частота шины, МГц	Цикл данных/такт	Скорость передачи данных, Мбайт/с
8-разрядная ISA (PC/XT)	8	4,7	1/3	2,39
8-разрядная ISA (AT)	8	8,33	S	4,17
LPC	4	33	1/3	16,67
16-разрядная ISA (AT-Bus)	16	8,33	S	8,33
Интерфейс DD гибких дисков	1	0,25	1	0,03125
Интерфейс HD гибких дисков	1	0,5	1	0,0625
Интерфейс ED гибких дисков	1	1	1	0,125
EISA Bus	32	8,33	1	33
VL-Bus	32	33	1	133
MCA-16	16	5	1	10
MCA-32	32	5	1	20
MCA-16 Streaming	16	10	1	20
MCA-32 Streaming	32	10	1	40
MCA-64 Streaming	64	10	1	80
MCA-64 Streaming	64	20	1	160
PC-Card (PCMCIA)	16	10	1	20
CardBus	32	33	1	133
PCI	32	33	1	133
PCI 66 МГц	32	66	1	266
64-разрядная PCI	64	33	1	266
64-разрядная PCI 66 МГц	64	66	1	533
PCI-X 66	64	66	1	533
PCI-X 133	64	133	1	1066
PCI-X 266	64	266	1	2,133
PCI-X 533	64	533	1	4266
PCI Express 1.x	1	2500	0,8	250

Тип шины	Разрядность, бит	Частота шины, МГц	Цикл данных/ такт	Скорость пере- дачи данных, Мбайт/с
PCI Express 1.x	16	2500	0,8	4000
PCI Express 1.x	32	2500	0,8	8000
PCI Express 2.x	1	5000	0,8	500
PCI Express 2.x	16	5000	0,8	8000
PCI Express 2.x	32	5000	0,8	16 000
8-разрядный Hub-интерфейс Intel	8	66	4	266
16-разрядный Hub-интерфейс Intel	8	66	4	533
AMD HyperTransport 2x2	2	200	2	100
AMD HyperTransport 4x2	4	200	2	200
AMD HyperTransport 8x2	8	200	2	400
AMD HyperTransport 16x2	16	200	2	800
AMD HyperTransport 32x2	32	200	2	1600
AMD HyperTransport 2x4	2	400	2	200
AMD HyperTransport 4x4	4	400	2	400
AMD HyperTransport 8x4	8	400	2	800
AMD HyperTransport 16x4	16	400	2	1600
AMD HyperTransport 32x4	32	400	2	3200
AMD HyperTransport 2x8	2	800	2	400
AMD HyperTransport 4x8	4	800	2	800
AMD HyperTransport 8x8	8	800	2	1600
AMD HyperTransport 16x8	16	800	2	3200
AMD HyperTransport 32x8	32	800	2	6400
ATI A-Link	16	66	2	266
VIA V-link 4x	8	66	4	266
VIA V-link 8x	8	66	8	533
SiS MuTIOL	16	133	2	533
SiS MuTIOL 1G	16	266	2	1066
AGP	32	66	1	266
AGP 2x	32	66	2	533
AGP 4x	32	66	4	1066
AGP 8x	32	66	8	2133
RS-232 Serial	1	0,1152	1/10	0,01152
RS-232 Serial HS	1	0,2304	1/10	0,02304
IEEE-1284 Parallel	8	8,33	1/6	1,38
IEEE-1284 EPP/ECP	8	8,33	1/3	2,77
USB 1.1/2.0 low speed	1	1,5	1	0,1875
USB 1.1/2.0 full speed	1	12	1	1,5
USB 2.0 full speed	1	480	1	60
IEEE-1394a S100	1	100	1	12,5
IEEE-1394a S200	1	200	1	25
IEEE-1394a S400	1	400	1	50
IEEE-1394b S800	1	800	1	100
IEEE-1394b S1600	1	1600	1	200
ATA PIO-4	16	8,33	1	16,67
ATA-UDMA/33	16	8,33	2	33
ATA-UDMA/66	16	16,67	2	66
ATA-UDMA/100	16	25	2	100
ATA-UDMA/133	16	33	1	133
SATA-150	1	1500	1	150
SATA-300	1	3000	1	300
SATA-600	1	6000	1	600
SCSI	8	5	1	5
SCSI Wide	16	5	1	10

Тип шины	Разрядность, бит	Частота шины, МГц	Цикл данных/ такт	Скорость передачи данных, Мбайт/с
SCSI Fast	8	10	1	10
SCSI Fast/Wide	16	10	1	20
SCSI Ultra	8	20	1	20
SCSI Ultra/Wide	16	20	1	40
SCSI Ultra2	8	40	1	40
SCSI Ultra/Wide2	16	40	1	80
SCSI Ultra3 (Ultra160)	16	40	2	160
SCSI Ultra4 (Ultra320)	16	80	2	320
FPM DRAM	64	22	1	177
EDO DRAM	64	33	1	266
PC66 SDRAM	64	66	1	533
PC100 SDRAM	64	100	1	800
PC133 SDRAM	64	133	1	1066
PC1600 DDR DIMM (DDR200)	64	100	2	1600
PC2100 DDR DIMM (DDR266)	64	133	2	2133
PC2700 DDR DIMM (DDR333)	64	167	2	2666
PC3200 DDR DIMM (DDR400)	64	200	2	3200
PC3500 DDR (DDR433)	64	216	2	3466
PC3700 DDR (DDR466)	64	233	2	3733
PC2-3200 DDR2 (DDR2-400)	64	200	2	3200
PC2-4300 DDR2 (DDR2-533)	64	267	2	4266
PC2-5400 DDR2 (DDR2-667)	64	333	2	53 330
PC2-6400 DDR2 (DDR2-800)	64	400	2	6400
RIMM1200 RDRAM (PC600)	16	300	2	1200
RIMM1400 RDRAM (PC700)	16	350	2	1400
RIMM1600 RDRAM (PC800)	16	400	2	1600
RIMM2100 RDRAM (PC1066)	16	533	2	2133
RIMM2400 RDRAM (PC1200)	16	600	2	2400
RIMM3200 RDRAM (PC800)	32	400	2	3200
RIMM4200 RDRAM (PC1066)	32	533	2	4266
RIMM4800 RDRAM (PC1200)	32	600	2	4800
486 CPU FSB 33 МГц	32	33	1	133
Шина FSB процессора Pentium I/II/III, 66 МГц	64	66	1	53
Шина FSB процессора Pentium I/II/III, 100 МГц	64	100	1	800
Шина FSB процессора Pentium I/II/III, 133 МГц	64	133	1	1066
Шина FSB процессора Athlon, 200 МГц	64	100	2	1600
Шина FSB процессора Athlon, 266 МГц	64	133	2	2133
Шина FSB процессора Athlon, 333 МГц	64	167	2	2666
Шина FSB процессора Athlon, 400 МГц	64	200	2	3200
Шина FSB процессора Athlon, 533 МГц	64	267	2	4266
Шина FSB процессора Pentium 4, 400 МГц	64	100	4	3200
Шина FSB процессора Pentium 4, 533 МГц	64	133	4	4266
Шина FSB процессора Pentium 4, 800 МГц	64	200	4	6400
Шина FSB процессора Pentium 4, 1066 МГц	64	267	4	8533
Шина FSB процессора Itanium, 266 МГц	64	133	2	2133
Шина FSB процессора Itanium 2, 400 МГц	128	100	4	6400

Шины ISA, EISA, VL-Bus и MCA в современных конструкциях системных плат не используются.

Мбайт/с. Мегабайт в секунду.

ISA. Industry Standard Architecture (архитектура промышленного стандарта), известная также как 8-разрядная PC/XT или 16-разрядная AT-Bus.

LPC. Шина Low Pin Count (шина с малым количеством контактов).

DD Floppy. Double-Density (360/720 Кбайт) Floppy (гибкий диск с удвоенной плотностью записи).

HD Floppy. High-Density (1,2/1,44 Мбайт) Floppy (гибкий диск с высокой плотностью записи).

ED Floppy. Extra-high Density (2,88 Мбайт) Floppy (гибкий диск со сверхвысокой плотностью записи).

EISA. Extended Industry Standard Architecture (32-разрядная ISA).

VL-Bus. VESA (Video Electronics Standards Association) Local Bus (расширение ISA).
MCA. MicroChannel Architecture (микрочанальная архитектура) (системы IBM PS/2).
PC-Card. 16-разрядный интерфейс PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association).
CardBus. 32-разрядная шина PC-Card.
Hub Interface. Шина набора микросхем Intel серии 8xx.
PCI. Peripheral Component Interconnect (шина взаимодействия периферийных компонентов).
AGP. Accelerated Graphics Port (ускоренный графический порт).
RS-232. Стандартный последовательный порт, 115,2 Кбайт/с.
RS-232 HS. Высокоскоростной последовательный порт, 230,4 Кбайт/с.
IEEE-1284 Parallel. Стандартный двунаправленный параллельный порт.
IEEE-1284 EPP/ECP. Enhanced Parallel Port/Extended Capabilities Port (параллельный порт с расширенными возможностями).
USB. Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).
IEEE-1394. Шина FireWire, называемая также i.Link.
ATA PIO. AT Attachment (известный также как IDE) Programmed I/O (шина ATA с программируемым вводом-выводом).

ATA-UDMA. AT Attachment Ultra DMA (режим Ultra-DMA шины ATA).
SCSI. Small Computer System Interface (интерфейс малых компьютерных систем).
FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).
EDO. Extended Data Out (расширенный ввод-вывод).
SDRAM. Synchronous Dynamic RAM (синхронное динамическое ОЗУ).
RDRAM. Rambus Dynamic RAM (динамическое ОЗУ технологии Rambus).
RDRAM Dual. Двухканальная RDRAM (одновременное функционирование).
DDR-SDRAM. Double-Data Rate SDRAM (SDRAM с удвоенной скоростью).
CPU FSB. Шина процессора (или Front-Side Bus).
Hub-интерфейс. Шина набора микросхем Intel 8xx.
HyperTransport. Шина набора микросхем AMD.
V-link. Шина набора микросхем VIA Technologies.
MuTIO. Шина набора микросхем SiS.
DDR2. Новое поколение памяти стандарта DDR.

Для повышения эффективности во многих шинах в течение одного такта выполняется несколько циклов передачи данных. Это означает, что скорость передачи данных выше, чем это может показаться на первый взгляд. Существует достаточно простой способ повысить быстродействие шины с помощью обратно совместимых компонентов.

В следующих разделах речь идет о главных шинах ввода-вывода, шинах процессора и других компонентах системы, упомянутых в предыдущей таблице.

Шина процессора

Эта шина соединяет процессор с северным мостом или контроллером памяти MCH. Она работает на частотах 66–200 МГц и используется для передачи данных между процессором и основной системной шиной или между процессором и внешней кэш-памятью в системах на базе процессоров пятого поколения. Схема взаимодействия шин в типичном компьютере на базе процессора Pentium (Socket 7) показано на рис. 4.60.

На этом рисунке четко видна трехуровневая архитектура, в которой на самом верхнем уровне иерархии находится шина процессора, далее следует шина PCI и за ней шина ISA. Большинство компонентов системы подключается к одной из этих трех шин.

В системах, созданных на основе процессоров Socket 7, внешняя кэш-память второго уровня установлена на системной плате и соединена с шиной процессора, которая работает на частоте системной платы (обычно от 66 до 100 МГц). Таким образом, при появлении процессоров Socket 7 с более высокой тактовой частотой рабочая частота кэш-памяти осталась равной сравнительно низкой частоте системной платы. Например, в наиболее быстродействующих системах Intel Socket 7 частота процессора равна 233 МГц, а частота шины процессора при множителе 3,5х достигает только 66 МГц. Следовательно, кэш-память второго уровня также работает на частоте 66 МГц. Возьмем, например, систему Socket 7, использующую процессоры AMD K6-2 550, работающие на частоте 550 МГц: при множителе 5,5х частота шины процессора равна 100 МГц. Следовательно, в этих системах частота кэш-памяти второго уровня достигает только 100 МГц.

Проблема медленной кэш-памяти второго уровня была решена в процессорах класса P6, таких как Pentium Pro, Pentium II, Celeron, Pentium III, а также AMD Athlon и Duron. В этих процессорах использовались разъемы Socket 8, Slot 1, Slot 2, Slot A, Socket A или Socket 370. Кроме того, кэш-память второго уровня была перенесена с системной платы непосредственно в процессор и соединена с ним с помощью встроенной шины. Теперь эта шина стала называться *шиной переднего плана* (Front-Side Bus — FSB), однако я, согласно устоявшейся традиции, продолжаю называть ее шиной процессора.

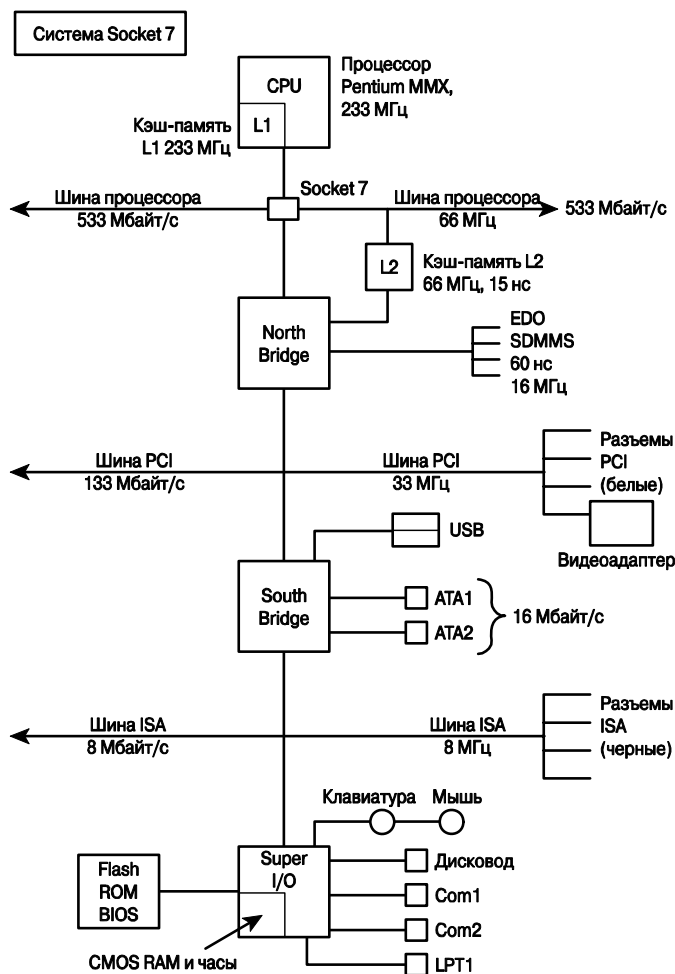


Рис. 4.60. Архитектура системы на базе процессора Pentium (Socket 7)

Включение кэш-памяти второго уровня в процессор позволило значительно повысить ее скорость. В современных процессорах кэш-память расположена непосредственно в кристалле процессора, т.е. работает с частотой процессора. В более ранних версиях кэш-память второго уровня находилась в отдельной микросхеме, интегрированной в корпус процессора, и работала с частотой, равной 1/2, 2/5 или 1/3 частоты процессора. Однако даже в этом случае скорость интегрированной кэш-памяти была значительно выше, чем скорость внешнего кэша, ограниченного частотой системной платы Socket 7.

В системах Slot 1 кэш-память второго уровня была встроена в процессор, но работала только на его половинной частоте. Повышение частоты шины процессора с 66 до 100 МГц привело к увеличению пропускной способности до 800 Мбайт/с. Следует отметить, что в большинство систем была включена поддержка AGP. Частота стандартного интерфейса AGP равна 66 МГц (т.е. вдвое больше скорости PCI), но большинство систем поддерживают порт AGP 2x, быстродействие которого вдвое выше стандартного AGP, что приводит к увеличению пропускной способности до 533 Мбайт/с. Кроме того, в этих системах обычно использовались модули памяти PC100 SDRAM DIMM, скорость передачи данных которых равна 800 Мбайт/с.

В системах Pentium III и Celeron разъем Slot 1 уступил место гнезду Socket 370. Это было связано главным образом с тем, что более современные процессоры включают в себя встроенную кэш-память второго уровня (работающую на полной частоте ядра), а значит, исчезла потребность в дорогом корпусе, содержащем несколько микросхем. Скорость шины процессора увеличилась до 133 МГц, что повлекло за собой повышение пропускной способности до 1066 Мбайт/с. В современных системах используется уже AGP 4x со скоростью передачи данных 1066 Мбайт/с. На рис. 4.61 показана архитектура типичной системы Socket 370.

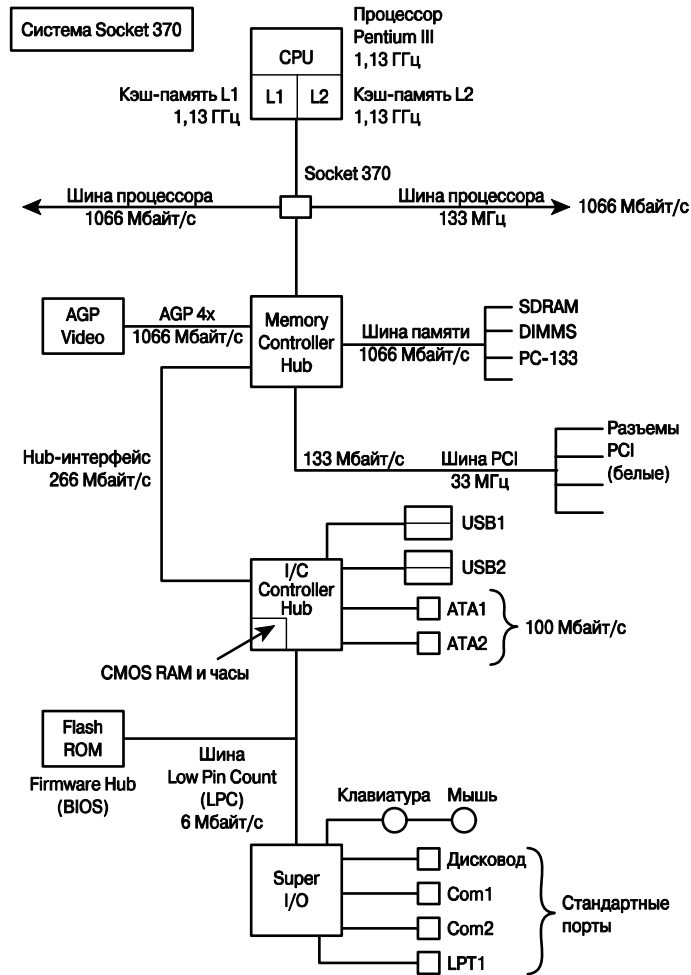


Рис. 4.61. Архитектура системы на базе процессора Pentium III/Celeron (Socket 370)

Обратите внимание на hub-архитектуру Intel, используемую вместо традиционной архитектуры “северный/южный мост”. В этой конструкции основное соединение между компонентами набора микросхем перенесено в выделенный hub-интерфейс со скоростью передачи данных 266 Мбайт/с (вдвое больше, чем у шины PCI), что позволило устройствам PCI использовать полную, без учета южного моста, пропускную способность шины PCI. Кроме того, микросхема Flash ROM BIOS, называемая теперь Firmware Hub, соединяется с системой через шину LPC. Как уже отмечалось, в архитектуре “северный/южный мост” для этого исполь-

звалась микросхема Super I/O. В большинстве систем для соединения микросхемы Super I/O вместо шины ISA теперь используется шина LPC. При этом hub-архитектура позволяет отказаться от использования Super I/O. Порты, поддерживаемые микросхемой Super I/O, называются *традиционными (legacy)*, поэтому конструкция без Super I/O получила название *нетрадиционной (legacy-free)* системы. В такой системе устройства, использующие стандартные порты, должны быть подсоединены к компьютеру с помощью шины USB. В этих системах обычно используются два контроллера и до четырех общих портов (дополнительные порты могут быть подключены к узлам USB).

В системах, созданных на базе процессоров AMD, применена конструкция Socket A, в которой используются более быстрые по сравнению с Socket 370 процессор и шины памяти, но все еще сохраняется конструкция “северный/южный мост”. Обратите внимание на быстродействующую шину процессора, частота которой достигает 333 МГц (пропускная способность — 2664 Мбайт/с), а также на используемые модули памяти DDR SDRAM DIMM, которые поддерживают такую же пропускную способность (т.е. 2664 Мбайт/с). Также следует заметить, что большинство южных мостов включает в себя функции, свойственные микросхемам Super I/O. Эти микросхемы получили название Super South Bridge (суперьюжный мост).

Система Pentium 4 (Socket 423 или Socket 478), созданная на основе hub-архитектуры, показана на рис. 4.62. Особенностью этой конструкции является шина процессора с тактовой частотой 400/533/800 МГц и пропускной способностью соответственно 3200/4266/6400 Мбайт/с. Сегодня это самая быстродействующая шина. Также обратите внимание на двухканальные модули PC3200 (DDR400), пропускная способность которых (3200 Мбайт/с) соответствует пропускной способности шины процессора, что позволяет максимально повысить производительность системы. В более производительных системах, включающих в себя шину с пропускной способностью 6400 Мбайт/с, используются двухканальные модули DDR400 с тактовой частотой 400 МГц, благодаря чему общая пропускная способность шины памяти достигает 6400 Мбайт/с. Процессоры с частотой шины 533 МГц могут использовать парные модули памяти (PC2100/DDR266 или PC2700/DDR333) в двухканальном режиме для достижения пропускной способности шины памяти 4266 Мбайт/с. Соответствие пропускной способности шины памяти рабочим параметрам шины процессора является условием оптимальной работы.

Процессор Athlon 64, независимо от типа гнезда (Socket 754, Socket 939 или Socket 940), использует высокоскоростную архитектуру HyperTransport для взаимодействия с северным мостом или микросхемой AGP Graphics Tunnel. Первые наборы микросхем для процессоров Athlon 64 использовали версию шины HyperTransport с параметрами 16 бит/800 МГц, однако последующие модели, предназначенные для поддержки процессоров Athlon 64 и Athlon 64 FX в исполнении Socket 939, используют более быструю версию шины HyperTransport с параметрами 16 бит/1 ГГц.

Наиболее заметным отличием архитектуры Athlon 64 от всех остальных архитектур ПК является размещение контроллера памяти не в микросхеме северного моста (или микросхеме MCH/GMCH), а в самом процессоре. Процессоры Athlon 64/FX/Opteron оснащены встроенным контроллером памяти. Благодаря этому исключаются многие “узкие места”, связанные с внешним контроллером памяти, что положительно сказывается на общем быстродействии системы. Главный недостаток этого подхода состоит в том, что для добавления поддержки новых технологий, например памяти DDR2, придется изменять архитектуру процессора.

На рис. 4.63 представлена блок-схема компьютерной системы на базе процессора Athlon 64 FX-53, оснащенной разъемами PCI-Express x1 и PCI-Express x16.

Поскольку шина процессора должна обмениваться информацией с процессором с максимально возможной скоростью, в компьютере она функционирует намного быстрее любой другой шины. Сигнальные линии (линии электрической связи), представляющие шину, предназначены для передачи данных, адресов и сигналов управления между отдельными компонентами компьютера. Большинство процессоров Pentium имеют 64-разрядную шину данных, поэтому за один цикл по шине процессора передается 64 бит данных (8 байт).

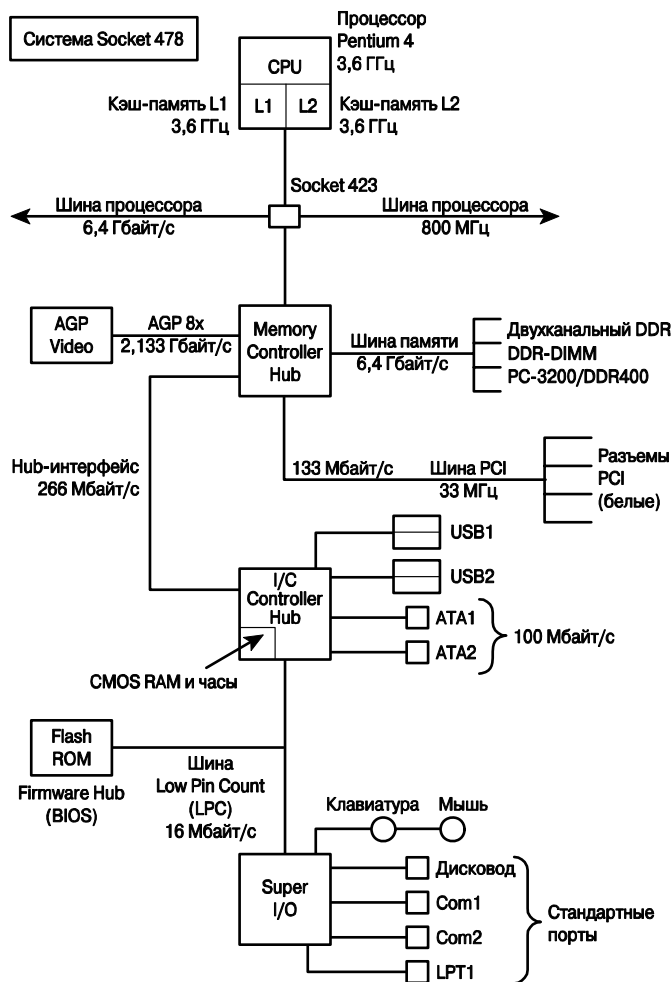


Рис. 4.62. Архитектура системы на базе процессора Pentium 4 (Socket 478)

Тактовая частота, используемая для передачи данных по шине процессора, соответствует его внешней частоте. Это следует учитывать, поскольку в большинстве процессоров внутренняя тактовая частота, определяющая скорость работы внутренних блоков, может превышать внешнюю. Например, процессор AMD Athlon 64 3800+ работает с внутренней тактовой частотой 2,4 ГГц, однако внешняя частота составляет всего 400 МГц, в то время как процессор Pentium 4 с внутренней частотой 3,4 ГГц имеет внешнюю частоту, равную 800 МГц. В новых системах реальная частота процессора зависит от множителя шины процессора (2x, 2,5x, 3x и выше).

Шина FSB, подключенная к процессору, по каждой линии данных может передавать один бит данных в течение одного или двух периодов тактовой частоты. Таким образом, в компьютерах с современными процессорами за один такт передается 64 бита.

Для определения скорости передачи данных по шине процессора необходимо умножить разрядность шины данных (64 бита, или 8 байт, для Celeron/Pentium III/4 или Athlon/Duron/Athlon XP/Athlon 64) на тактовую частоту шины (она равна базовой (внешней) тактовой частоте процессора).

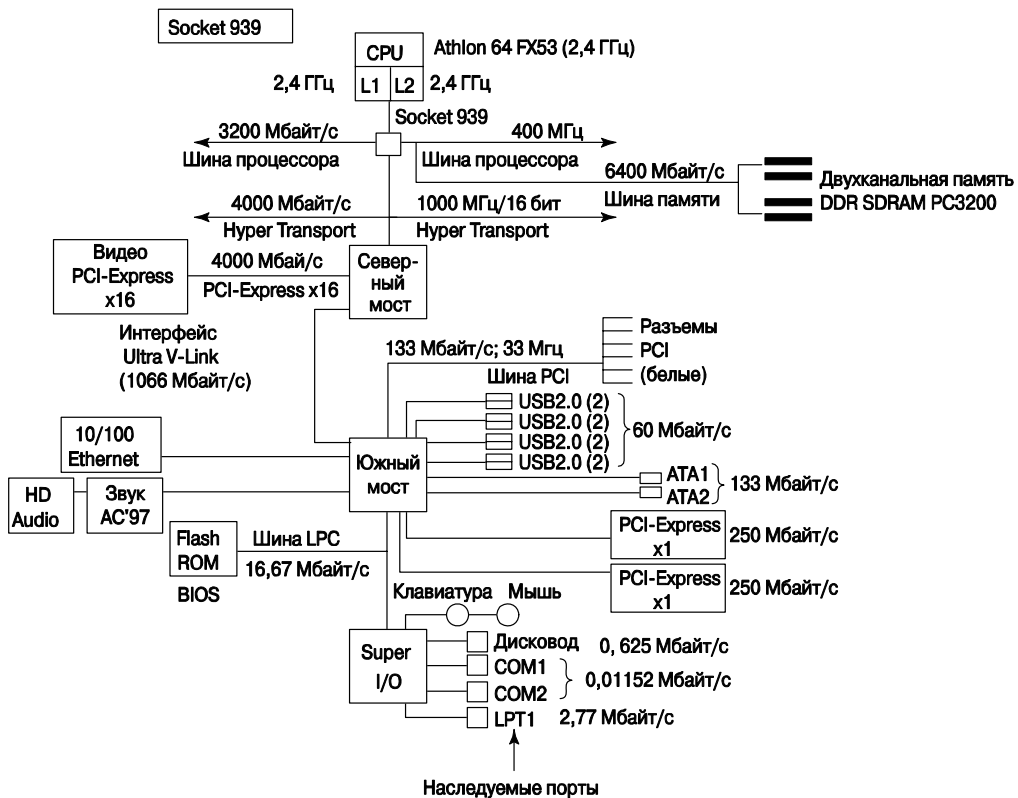


Рис. 4.63. Блок-схема компьютерной системы на базе процессора Athlon 64 FX-53 (Socket 939)

Например, при использовании процессора Pentium 4 с тактовой частотой 3,6 ГГц, установленного на системной плате, частота которой равна 800 МГц, максимальная мгновенная скорость передачи данных будет достигать примерно 6400 Мбайт/с. Этот результат можно получить, используя следующую формулу:

$$800 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 6400 \text{ Мбайт/с.}$$

Для более медленной системы Pentium 4:

$$533,33 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 4266 \text{ Мбайт/с;}$$

$$400 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 3200 \text{ Мбайт/с.}$$

Для системы Athlon XP (Socket A) получится следующее:

$$400 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 3200 \text{ Мбайт/с;}$$

$$333 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 2667 \text{ Мбайт/с;}$$

$$266,66 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 2133 \text{ Мбайт/с.}$$

Для системы Pentium III (Socket 370):

$$133,33 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 1066 \text{ Мбайт/с;}$$

$$100 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт (64 бит)} = 800 \text{ Мбайт/с.}$$

Максимальную скорость передачи данных называют также *пропускной способностью* шины (*bandwidth*) процессора. Параметры различных шин процессора, включая пропускную способность, приведены в табл. 4.71.

Шина памяти

Шина памяти предназначена для передачи информации между процессором и основной памятью системы. Эта шина соединена с северным мостом или микросхемой Memory Controller Hub. В зависимости от типа памяти, используемой набором микросхем (а следовательно, и системной платой), шина памяти может работать с различными скоростями. Наилучший вариант, если рабочая частота шины памяти совпадает со скоростью шины процессора. Пропускная способность систем, использующих память PC133 SDRAM, равна 1066 Мбайт/с, что совпадает с пропускной способностью шины процессора, работающей на частоте 133 МГц. Рассмотрим другой пример: в системах Athlon и некоторых Pentium III используются шина процессора с частотой 266 МГц и память PC2100 DDR SDRAM, имеющая пропускную способность 2133 Мбайт/с — такую же, как и шина процессора. В системе Pentium 4 используется шина процессора с частотой 400 МГц, а также двухканальная память RDRAM со скоростью передачи данных для каждого канала 1600 или 3200 Мбайт/с при одновременной работе обоих каналов памяти, что совпадает с пропускной способностью шины процессора Pentium 4. В системах Pentium 4, содержащих шину процессора с тактовой частотой 533 МГц, могут использоваться двухканальные модули PC2100 или PC2700, параметры которых соответствуют пропускной способности шины процессора, равной 4266 Мбайт/с.

Память, работающая с той же частотой, что и шина процессора, позволяет отказаться от расположения внешней кэш-памяти на системной плате. Именно поэтому кэш-память второго и третьего уровней была интегрирована непосредственно в процессор. Некоторые мощные процессоры, к числу которых относится Intel Pentium Extreme Edition, содержат встроенную кэш-память третьего уровня объемом 2–4 Мбайт, работающую на полной частоте процессора. Самые современные процессоры, такие как Core Duo и Core 2 Quad, используют кэш-память только первого и второго уровней. Таким образом, в обозримом будущем кэш второго уровня будет оставаться наиболее распространенным типом вторичного кэша.

Примечание

Обратите внимание, что разрядность шины памяти всегда равна разрядности шины процессора. Разрядность шины определяет размер банка памяти. Более подробно банки памяти описываются в главе 6.

Назначение разъемов расширения

Шина ввода-вывода позволяет процессору взаимодействовать с периферийными устройствами. Эта шина и подключенные к ней разъемы расширения предназначены для того, чтобы компьютер мог выполнить все предъявляемые запросы. Шина ввода-вывода позволяет подключать к компьютеру дополнительные устройства для расширения его возможностей. В разъемы расширения устанавливаются такие жизненно важные узлы, как контроллеры накопителей на жестких дисках и платы видеоадаптеров; к ним можно подключить и более специализированные устройства, например звуковые платы, сетевые адаптеры, контроллеры SCSI и др.

Примечание

В большинстве новых компьютеров в системную плату встроено множество базовых периферийных устройств. К таковым относятся интерфейсы IDE (основной и вторичный), четыре порта USB, контроллер дисководов для гибких дисков, два последовательных порта, один параллельный порт, контроллеры мыши и клавиатуры. Эти устройства поддерживаются южными мостами или микросхемами Super I/O, и дополнительные разъемы на шине ввода-вывода им уже не нужны.

Кроме того, ряд системных плат включает в себя интегрированные аудио- и видеосистемы, контроллер SCSI, сетевой интерфейс или порт IEEE-1394a. Тем не менее эти компоненты зачастую не встроены в набор микросхем или модуль Super I/O, а реализованы на базе отдельных микросхем. Взаимодействие встроенных портов и контроллеров с процессором осуществляется по шине ввода-вывода. Поэтому встроенные компоненты, по сути, работают, как отдельные адаптеры, подключенные к разъемам системной платы, что отражается на используемых ими системных ресурсах и прерываниях.

Типы шин ввода-вывода

За время, прошедшее момента появления первого РС, особенно за последние годы, было разработано довольно много вариантов шин ввода-вывода, так как повышение производительности компьютера всегда было первостепенной задачей. Потребность в повышении производительности определяется тремя факторами:

- быстродействием процессора;
- качеством программного обеспечения;
- возможностями компонентов мультимедиа.

Одной из главных причин, препятствующих появлению новых структур шин ввода-вывода, является их несовместимость со старым стандартом РС, который, подобно крепкому морскому узлу, связывает нас с прошлым. В свое время успех компьютеров класса РС предопределила стандартизация — многие компании разработали тысячи плат, соответствующих требованиям этого стандарта шины. Новая, более быстродействующая шина должна быть совместимой с прежним стандартом, иначе все старые платы придется просто выбросить. Поэтому технология производства шин эволюционирует медленно, без резких скачков.

Шины ввода-вывода различаются архитектурой. Основные типы шин были представлены ранее.

Различия между этими шинами в основном связаны с объемом одновременно передаваемых данных (разрядностью) и скоростью их передачи (быстродействием).

Шина ISA

Шина ISA (Industrial Standard Architecture — промышленная стандартная архитектура) использовалась в первом компьютере IBM PC, выпущенном в 1981 году, а в 1984 году — в расширенном 16-разрядном варианте в IBM PC/AT. Шина ISA — это основополагающий базис архитектуры персональных компьютеров; она использовалась вплоть до конца 1990-х годов. Кажется странным, что шина с такой “древней” архитектурой использовалась в высокопроизводительных компьютерах, выпускавшихся до конца 1990-х годов, но это объясняется ее надежностью, широкими возможностями и совместимостью. К тому же эта шина до сих пор работает быстрее большинства подключаемых к ней периферийных устройств.

Примечание

Шина ISA практически не встречается в современных настольных системах, а количество компаний, выпускающих платы ISA, крайне ограничено. Платы ISA пока еще популярны в промышленных системах (PICMG), однако в скором будущем они исчезнут и там.

Существует два варианта шины ISA, различающихся количеством разрядов данных: старая 8-разрядная версия и новая 16-разрядная. Старая версия работала на тактовой частоте 4,77 МГц в компьютерах классов PC и XT. Новая версия использовалась в компьютерах класса AT с тактовыми частотами 6 и 8 МГц. Позже было достигнуто соглашение о стандартной максимальной тактовой частоте 8,33 МГц для обеих версий шин, что обеспечило их совместимость. В некоторых системах допускается использование шин при работе с большей частотой, но не все платы адаптеров выдерживают такую скорость. Для передачи данных по шине требуется от двух до восьми тактов. Поэтому максимальная скорость передачи данных по шине ISA составляет 8,33 Мбайт/с:

$$8,33 \text{ МГц} \times 16 \text{ бит} : 2 \text{ такта} = 66,64 \text{ Мбит/с (или 8,33 Мбайт/с)}$$

Полоса пропускания 8-разрядной шины вдвое меньше (4,17 Мбайт/с). Однако не забывайте, что это теоретические максимумы — из-за сложного протокола обмена данными реальная пропускная способность шины намного ниже (обычно вдвое). Но даже в этом случае шина ISA работает быстрее, чем большинство подключенных к ней периферийных устройств.

8-разрядная шина ISA

Эта шина использовалась в первом компьютере IBM PC. В новых системах она не применяется, но до сих пор эксплуатируются сотни тысяч компьютеров с такой шиной, в том числе системы на базе процессоров 286 и 386.

В разъем вставляется плата адаптера с 62 контактами. На разъем подаются 8 линий данных и 20 линий адреса, что позволяет адресовать до 1 Мбайт памяти. Назначение контактов разъема 8-разрядной шины ISA показано на рис. 4.64, а расположение контактов — на рис. 4.65.

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
Общий	B1	A1	-I/O CH CNK
RESET DRV	B2	A2	Данные, бит 7
+5 В	B3	A3	Данные, бит 6
IRQ 2	B4	A4	Данные, бит 5
-5 В	B5	A5	Данные, бит 4
DRQ 2	B6	A6	Данные, бит 3
-12 В	B7	A7	Данные, бит 2
-CARD SLCTD	B8	A8	Данные, бит 1
+12 В	B9	A9	Данные, бит 0
Общий	B10	A10	-I/O CH RDY
-SMEMW	B11	A11	AEN
-SMEMR	B12	A12	Адрес, бит 19
-IOW	B13	A13	Адрес, бит 18
-IOR	B14	A14	Адрес, бит 17
-DACK 3	B15	A15	Адрес, бит 16
DRQ 3	B16	A16	Адрес, бит 15
-DACK 1	B17	A17	Адрес, бит 14
DRQ 1	B18	A18	Адрес, бит 13
-Регенерация	B19	A19	Адрес, бит 12
CLK (4,77 МГц)	B20	A20	Адрес, бит 11
IRQ 7	B21	A21	Адрес, бит 10
IRQ 6	B22	A22	Адрес, бит 9
IRQ 5	B23	A23	Адрес, бит 8
IRQ 4	B24	A24	Адрес, бит 7
IRQ 3	B25	A25	Адрес, бит 6
-DACK 2	B26	A26	Адрес, бит 5
T/C	B27	A27	Адрес, бит 4
BALE	B28	A28	Адрес, бит 3
+5 В	B29	A29	Адрес, бит 2
OSC (14,3 МГц)	B30	A30	Адрес, бит 1
Общий	B31	A31	Адрес, бит 0

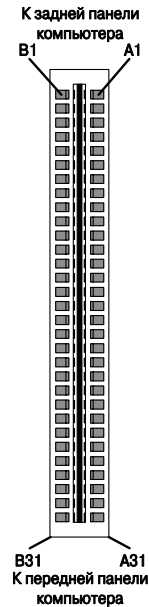


Рис. 4.64. Назначение контактов 8-разрядной шины ISA **Рис. 4.65.** Разъем 8-разрядной шины ISA

Хотя эта шина очень проста, компания IBM до 1987 года не публиковала ее полного описания и временных диаграмм сигналов на линиях данных и адреса. Поэтому при создании плат адаптеров для первых IBM-совместимых компьютеров разработчикам приходилось самим разбираться в ее работе. По мере распространения IBM-совместимых компьютеров и их превращения в промышленный стандарт процесс разработки существенно упростился.

Плата адаптера для 8-разрядной шины ISA имеет следующие размеры:

- высота — 4,2 дюйма (106,68 мм);
- длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);
- толщина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

16-разрядная шина ISA

Компания IBM буквально “взорвала” мир ПК, представив в 1984 году модель AT, оснащенную процессором 286. Данный процессор поддерживал 16-разрядную шину данных, что позволяло обеспечить взаимодействие между процессором, системной платой и памятью с использованием 16-разрядных данных, а не 8-разрядных данных. Хотя процессор и можно было установить на системной плате с 8-разрядной шиной ввода-вывода, все равно обеспечивалось повышенное быстроедействие при обмене данными с различными платами, подключаемыми к шине.

Вместо того чтобы создавать новую шину ввода-вывода, IBM решила обеспечить совместимость системы с 8- и 16-разрядными адаптерами, оставив тот же 8-разрядный разъем, но добавив к нему еще один дополнительный. В результате был получен разъем для установки 16-разрядных адаптеров. Впервые представленная в компьютерах PC/AT в августе 1984 года 16-разрядная шина ISA также называлась *шиной AT*.

Дополнительный разъем в каждом 16-разрядном разьеме расширения добавляет 36 контактов (общее количество контактов для передачи данных при этом увеличивается до 98), необходимых для передачи данных большей разрядности. Кроме того, было изменено назначение двух контактов 8-разрядной части разъема. Однако подобные изменения никак не отразились на работоспособности 8-разрядных плат.

На рис. 4.66 представлена схема расположения контактов 16-разрядного разъема ISA, а на рис. 4.67 — дополнительных контактов в разьеме.

Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал
Общий	B1	A1	-I/O CH CNK
RESET DRV	B2	A2	Данные, бит 7
+5 B	B3	A3	Данные, бит 6
IRQ 9	B4	A4	Данные, бит 5
-5 B	B5	A5	Данные, бит 4
DRQ 2	B6	A6	Данные, бит 3
-12 Vdc	B7	A7	Данные, бит 2
-0 WAIT	B8	A8	Данные, бит 1
+12 B	B9	A9	Данные, бит 0
Общий	B10	A10	-I/O CH RDY
-SMEMW	B11	A11	AEN
-SMEMR	B12	A12	Адрес, бит 19
-IOW	B13	A13	Адрес, бит 18
-IOR	B14	A14	Адрес, бит 17
-DACK 3	B15	A15	Адрес, бит 16
DRQ 3	B16	A16	Адрес, бит 15
-DACK 1	B17	A17	Адрес, бит 14
DRQ 1	B18	A18	Адрес, бит 13
-Регенерация	B19	A19	Адрес, бит 12
CLK (8,33 МГц)	B20	A20	Адрес, бит 11
IRQ 7	B21	A21	Адрес, бит 10
IRQ 6	B22	A22	Адрес, бит 9
IRQ 5	B23	A23	Адрес, бит 8
IRQ 4	B24	A24	Адрес, бит 7
IRQ 3	B25	A25	Адрес, бит 6
-DACK 2	B26	A26	Адрес, бит 5
T/C	B27	A27	Адрес, бит 4
BALE	B28	A28	Адрес, бит 3
+5 B	B29	A29	Адрес, бит 2
OSC (14,3 МГц)	B30	A30	Адрес, бит 1
Общий	B31	A31	Адрес, бит 0
-MEM CS16	D1	C1	-SBHE
-I/O CS16	D2	C2	Адрес, бит 23
IRQ 10	D3	C3	Адрес, бит 22
IRQ 11	D4	C4	Адрес, бит 21
IRQ 12	D5	C5	Адрес, бит 20
IRQ 15	D6	C6	Адрес, бит 19
IRQ 14	D7	C7	Адрес, бит 18
-DACK 0	D8	C8	Адрес, бит 17
DRQ 0	D9	C9	-MEMR
-DACK 5	D10	C10	-MEMW
DRQ5	D11	C11	Данные, бит 8
-DACK 6	D12	C12	Данные, бит 9
DRQ 6	D13	C13	Данные, бит 10
-DACK 7	D14	C14	Данные, бит 11
DRQ 7	D15	C15	Данные, бит 12
+5 B	D16	C16	Данные, бит 13
-Master	D17	C17	Данные, бит 14
Общий	D18	C18	Данные, бит 15

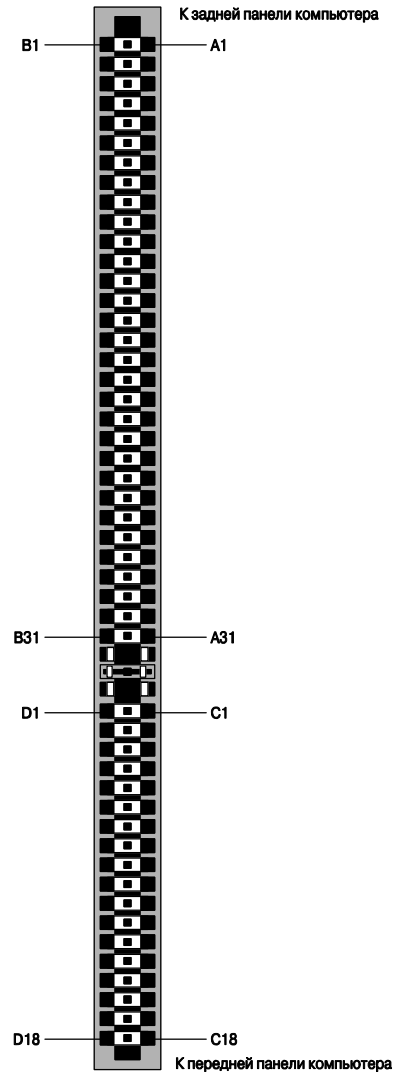


Рис. 4.66. Выводы контактов 16-разрядной шины ISA

Рис. 4.67. Разъем 16-разрядной шины ISA

Обычная плата адаптера класса AT имеет следующие размеры:

- высота — 4,8 дюйма (121,92 мм);
- длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);
- толщина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

В компьютерах класса AT могут встретиться платы высотой как 4,8 дюйма, так и 4,2 дюйма (соответствующие старым платам для компьютеров класса PC/XT). Платы с уменьшенной высотой устанавливались в компьютере класса XT модели 286. В данной модели с системной платой, предназначенной для компьютера класса AT, использовался корпус от XT, поэтому высоту плат адаптеров пришлось уменьшить до 4,2 дюйма. После этого большинство производителей стали выпускать только адаптеры с уменьшенной высотой, которые можно установить в любой корпус.

32-разрядная шина ISA

Спустя некоторое время после выпуска 32-разрядного процессора были разработаны первые стандарты на соответствующую шину. Еще до появления первых проектов архитектур MCA и EISA некоторые компании начали разрабатывать собственные конструкции, представляющие собой расширение архитектуры ISA. Хотя их было выпущено сравнительно немного, некоторые из них встречаются даже сейчас.

Дополнительные линии этих шин обычно использовались только при работе с платами расширения памяти и видеоадаптерами, выпускаемыми компаниями, создавшими данный стандарт. Их параметры и разводки разъемов существенно отличаются от стандартных, к тому же их спецификации и схемы контактов не распространялись.

Шина MCA

Появление 32-разрядных микросхем привело к тому, что шина ISA перестала соответствовать возможностям нового поколения процессоров. Процессор 386 может одновременно обрабатывать 32 бит данных, а шина ISA — только 16 бит. Вместо того чтобы снова расширить шину ISA, компания IBM разработала новый стандарт архитектуры. Так появилась *шина MCA* (Micro Channel Architecture — микроканальная архитектура), которая совершенно не похожа на шину ISA и во всех отношениях превосходит ее.

Компания IBM хотела не просто заменить старый стандарт ISA новым, но и вынудить производителей материнских плат приобретать лицензии на используемые ими технологии. Многие производители купили лицензии на шину ISA, созданную компанией IBM, однако политика лицензирования была не очень агрессивной, и многим удавалось выпускать свои платы и без лицензии на шину. Проблемы, связанные с лицензированием, привели к разработке альтернативной шины EISA (см. следующий раздел), что существенно замедлило распространение MCA.

Работать с компьютерами MCA значительно проще, чем с их предшественниками; это может подтвердить каждый, кто имел с ними дело. В них нет никаких переключателей — ни на системной плате, ни на платах адаптеров. Вместо этого можно использовать специальный Reference-диск, поставляемый вместе с компьютерной системой, а также Option-диски, поставляемые вместе с отдельными платами адаптеров. Установив плату, достаточно загрузить файлы с Option-диска на Reference-диск, после чего Option-диск больше не нужен. Reference-диск содержал специальную BIOS и программу настройки для конкретной системы MCA, а конфигурировать систему без подобного диска было просто невозможно.

Более подробная информация о шине MCA приведена в предыдущих изданиях настоящей книги, содержащихся на прилагаемом компакт-диске.

Шина EISA

Стандарт *шины EISA* (Extended Industry Standard Architecture — расширенная промышленная стандартная архитектура) появился в 1988 году в ответ на требование IBM лицензи-

ровать использование шины MCA. Конкуренты не сочли нужным платить задним числом за давно используемую шину ISA и, проигнорировав новую разработку IBM, создали свой проект шины.

Вначале разработкой шины EISA занималась компания Compaq, стремившаяся выйти из-под диктата IBM и прекрасно понимавшая, что никто не будет производить ее шины, если она останется единственной компанией, использующей их. Поэтому компания Compaq принялась активно налаживать контакты с другими ведущими производителями компьютерной техники. В результате был создан комитет EISA — некоммерческая организация, целью которой был контроль за разработкой и внедрением шины EISA. Было выпущено весьма ограниченное количество адаптеров EISA. Как правило, это были контроллеры дисковых массивов и серверные сетевые адаптеры.

Шина EISA на самом деле была 32-разрядной версией шины ISA. В отличие от шины MCA компании IBM, в 32-разрядные разъемы EISA можно устанавливать старые 8- или 16-разрядные платы ISA, благодаря чему обеспечивается полная обратная совместимость. Как и в случае шины MCA, шина EISA также поддерживает настройку адаптеров EISA с помощью специального программного обеспечения.

Количество линий в шине EISA по сравнению с ISA увеличилось до 90 (55 новых), при этом размеры разъема остались прежними. На первый взгляд, 32-разрядный слот EISA выглядит почти так же, как 16-разрядный слот ISA. На самом деле разъем шины EISA является двоярным. Первый ряд контактов соответствует 16-разрядному слоту ISA, а остальные расположены в глубине разъема и относятся к расширению EISA. Таким образом, платы ISA могли продолжать использоваться в разъемах EISA. Хотя такой совместимости было недостаточно, чтобы шина EISA завоевала широкую популярность, это привело к созданию следующего стандарта, VL-Bus. Размеры платы EISA таковы:

- высота — 5 дюймов (127 мм);
- длина — 13,13 дюйма (333,5 мм);
- ширина — 0,5 дюйма (12,7 мм).

Используя шину EISA, можно передавать до 32 бит данных одновременно с тактовой частотой 8,33 МГц. В большинстве случаев передача данных осуществляется минимум за два такта, хотя возможна и большая скорость передачи (если плата адаптера имеет достаточное быстродействие). Максимальная полоса пропускания шины составляет около 33 Мбайт/с: $8,33 \text{ МГц} \times 4 \text{ байт} (32 \text{ бит}) = 33,32 \text{ Мбайт/с}$.

На рис. 4.68 показана схема расположения контактов шины EISA. На рис. 4.69 показано местонахождение этих контактов в разъеме. Обратите внимание, что некоторые контакты смещены и поэтому в разъем EISA можно устанавливать платы ISA. На рис. 4.70 представлен разъем EISA.

Локальные шины

Шины ISA, MCA и EISA имеют один общий недостаток — сравнительно низкое быстродействие. Описанные в следующих разделах четыре типа шин являются *локальными*. К основным типам локальных шин, используемых в ПК, относятся следующие.

- VL-Bus (локальная шина VESA)
- PCI
- AGP
- PCI Express

Это ограничение существовало еще во времена первых PC, в которых шина ввода-вывода работала с той же скоростью, что и шина процессора. Быстродействие шины процессора возрастало, а характеристики шин ввода-вывода улучшались в основном за

счет увеличения их разрядности. Ограничивать быстродействие шин приходилось потому, что большинство произведенных плат адаптеров не могли работать при повышенных скоростях обмена данными.

Нижний сигнал	Верхний сигнал	Контакт	Контакт	Верхний сигнал	Нижний сигнал
Общий	Общий	B1	A1	-I/O CH CHK	-CMD
+5 V	RESET DRV	B2	A2	Данные, бит 7	-START
+5 V	+5 V	B3	A3	Данные, бит 6	EXRDY
Зарезервирован	IRQ 9	B4	A4	Данные, бит 5	-EX32
Зарезервирован	-5 V	B5	A5	Данные, бит 4	Общий
Ключ	DRQ 2	B6	A6	Данные, бит 3	Ключ
Зарезервирован	-12 V	B7	A7	Данные, бит 2	-EX16
Зарезервирован	-0 WAIT	B8	A8	Данные, бит 1	-SLBURST
+12 V	+12 V	B9	A9	Данные, бит 0	-MSBURST
M-I/O	Общий	B10	A10	-I/O CH RDY	W-R
-LOCK	-SMEMW	B11	A11	AEN	Общий
Зарезервирован	-SMEMR	B12	A12	Адрес, бит 19	Зарезервирован
Общий	-IOW	B13	A13	Адрес, бит 18	Зарезервирован
Зарезервирован	-IOR	B14	A14	Адрес, бит 17	Зарезервирован
-BE 3	-DACK 3	B15	A15	Адрес, бит 16	Общий
Ключ	DRQ 3	B16	A16	Адрес, бит 15	Ключ
-BE 2	-DACK 1	B17	A17	Адрес, бит 14	-BE 1
-BE 0	DRQ 1	B18	A18	Адрес, бит 13	Адрес, бит 31
Общий	-Регенерация	B19	A19	Адрес, бит 12	Общий
+5 V	CLK (8,33 МГц)	B20	A20	Адрес, бит 11	-Адрес, бит 30
Адрес, бит 29	IRQ 7	B21	A21	Адрес, бит 10	-Адрес, бит 28
Общий	IRQ 6	B22	A22	Адрес, бит 9	-Адрес, бит 27
Адрес, бит 26	IRQ 5	B23	A23	Адрес, бит 8	-Адрес, бит 25
Адрес, бит 24	IRQ 4	B24	A24	Адрес, бит 7	Общий
Ключ	IRQ 3	B25	A25	Адрес, бит 6	Ключ
Адрес, бит 16	-DACK 2	B26	A26	Адрес, бит 5	Адрес, бит 15
Адрес, бит 14	T/C	B27	A27	Адрес, бит 4	Адрес, бит 13
+5 V	BALE	B28	A28	Адрес, бит 3	Адрес, бит 12
+5 V	+5 V	B29	A29	Адрес, бит 2	Адрес, бит 11
Общий	OSC (14,3 МГц)	B30	A30	Адрес, бит 1	Общий
Адрес, бит 10	Общий	B31	A31	Адрес, бит 0	Адрес, бит 9

Адрес, бит 8	-MEM CS16	D1	C1	-SBHE	Адрес, бит 7
Адрес, бит 6	-I/O CS16	D2	C2	Адрес, бит 23	Общий
Адрес, бит 5	IRQ 10	D3	C3	Адрес, бит 22	Адрес, бит 4
+5 V	IRQ 11	D4	C4	Адрес, бит 21	Адрес, бит 3
Адрес, бит 4	IRQ 12	D5	C5	Адрес, бит 20	Общий
KEY	IRQ 15	D6	C6	Адрес, бит 19	Ключ
Данные, бит 16	IRQ 14	D7	C7	Адрес, бит 18	Данные, бит 17
Данные, бит 18	-DACK 0	D8	C8	Адрес, бит 17	Данные, бит 19
Общий	DRQ 0	D9	C9	-MEMR	Данные, бит 20
Данные, бит 21	-DACK 5	D10	C10	-MEMW	Данные, бит 22
Данные, бит 23	DRQ5	D11	C11	Данные, бит 8	Общий
Данные, бит 24	-DACK 6	D12	C12	Данные, бит 9	Данные, бит 25
Общий	DRQ 6	D13	C13	Данные, бит 10	Данные, бит 26
Данные, бит 27	-DACK 7	D14	C14	Данные, бит 11	Данные, бит 28
Ключ	DRQ 7	D15	C15	Данные, бит 12	Ключ
Данные, бит 29	+5 V	D16	C16	Данные, бит 13	Общий
+5 V	-Master	D17	C17	Данные, бит 14	Данные, бит 30
+5 V	Общий	D18	C18	Данные, бит 15	Данные, бит 31
-MAKx		D19	C19		-MREQx

Рис. 4.68. Выводы шины EISA

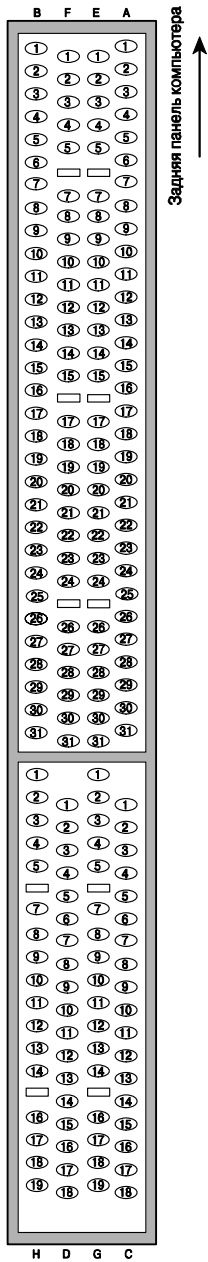


Рис. 4.69. Расположение контактов внутри разъема EISA

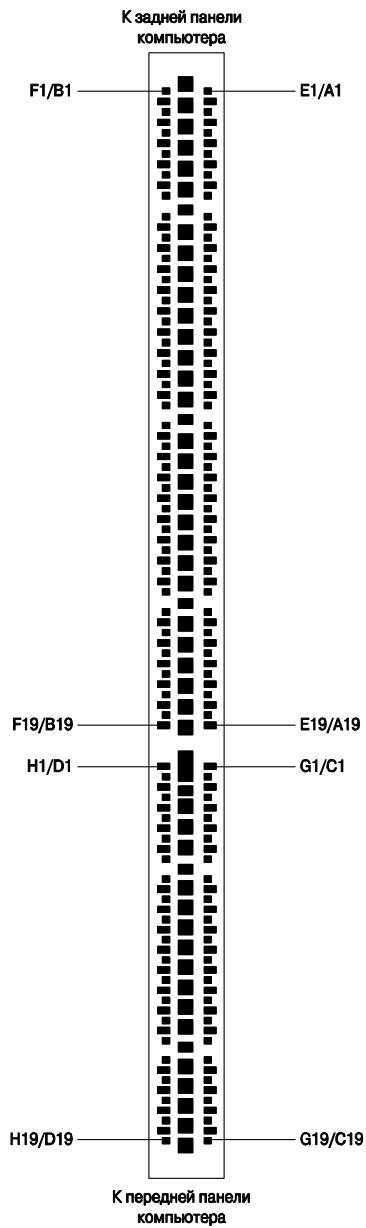


Рис. 4.70. Разъем шины EISA

На рис. 4.71 в общем виде показано, как шины в обычном компьютере используются для подключения устройств.

Некоторым пользователям не дает покоя мысль о том, что компьютер работает медленнее, чем может. Однако быстродействие шины ввода-вывода в большинстве случаев не играет роли. Например, при работе с клавиатурой или мышью высокое быстродействие не требуется,

поскольку в этой ситуации производительность компьютера определяется самим пользователем. Оно действительно необходимо только в подсистемах, где важна высокая скорость обмена данными, например в графических и дисковых контроллерах.

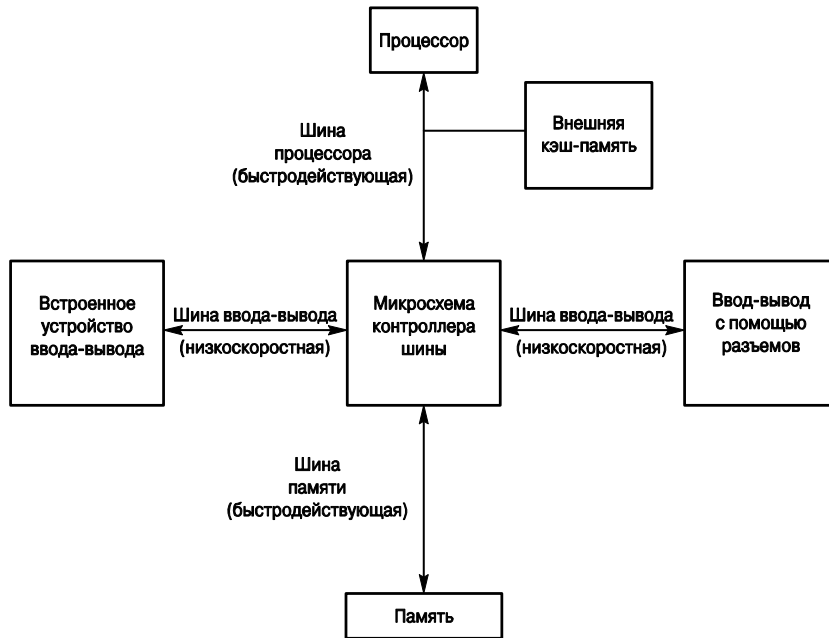


Рис. 4.71. Использование шин для подключения устройств в обычном компьютере

Проблема, связанная с быстродействием шины, стала актуальной в связи с распространением графических пользовательских интерфейсов (например, Windows). Ими обрабатываются такие большие массивы данных, что шина ввода-вывода становится самым узким местом системы. В конечном счете высокое быстродействие процессора с тактовой частотой 66 или даже 450 МГц оказывается совершенно бесполезным, поскольку данные по шине ввода-вывода передаются в несколько раз медленнее (тактовая частота — около 8 МГц).

Очевидное решение этой проблемы состоит в том, чтобы часть операций по обмену данными осуществлялась не через разъемы шины ввода-вывода, а через дополнительные быстродействующие разъемы. Наилучший подход к решению этой проблемы — расположить дополнительные разъемы ввода-вывода на самой быстродействующей шине, т.е. на шине процессора (это напоминает подключение внешней кэш-памяти). Соответствующая блок-схема представлена на рис. 4.72.

Такая конструкция получила название *локальной шины*, поскольку внешние устройства (платы адаптеров) теперь имеют доступ к шине процессора (т.е. ближайшей к нему шине). Конечно, разъемы локальной шины должны отличаться от слотов шины ввода-вывода, чтобы в них нельзя было вставить платы “медленных” адаптеров.

Интересно отметить, что первые 8- и 16-разрядные шины ISA имели архитектуру локальных шин. В этих системах в качестве основной использовалась шина процессора, и все устройства работали со скоростью процессора. Когда тактовая частота в системах ISA превысила 8 МГц, основная шина компьютера отделилась от шины процессора, которая уже не могла выполнять эти функции. Появившийся в 1992 году расширенный вариант шины ISA, который назывался *VESA Local Bus* (или *VL-Bus*), ознаменовал возврат к архитектуре локальных шин. В дальнейшем локальную шину VESA заменила шина PCI, а ее дополнением выступила шина AGP.

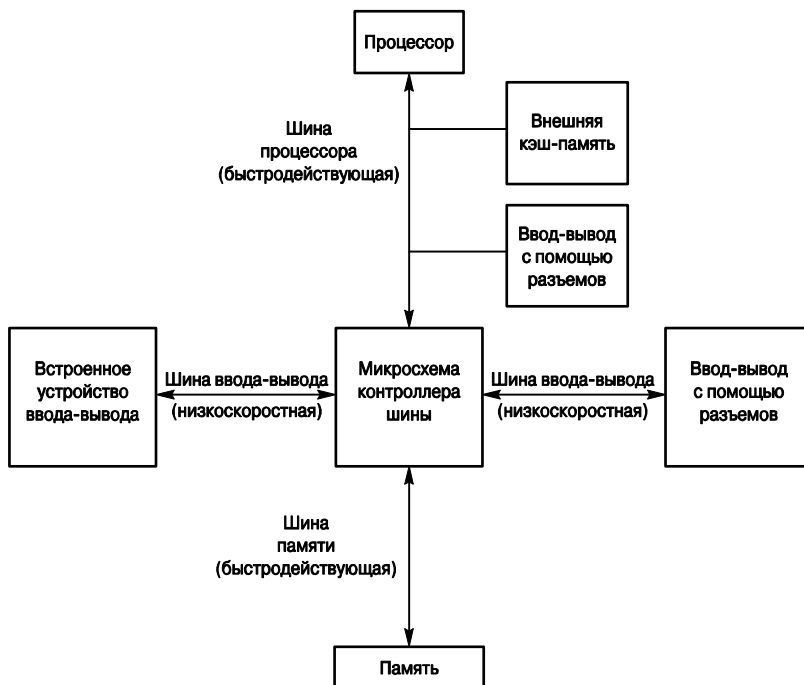


Рис. 4.72. Принцип работы локальной шины

Примечание

Для организации в компьютере локальной шины совсем не обязательно устанавливать слоты расширения: устройство, использующее локальную шину, можно смонтировать непосредственно на системной плате. В первых компьютерах с локальной шиной использовался именно такой подход.

Локальная шина не заменяет собой прежних стандартов, а дополняет их. Основными шинами компьютера, как и раньше, остаются ISA и EISA, но к ним добавляется один или несколько слотов локальной шины. При этом сохраняется совместимость со старыми платами расширения, а быстродействующие адаптеры устанавливаются в слоты локальной шины, при этом реализуются все их возможности. Таким образом, до настоящего момента наиболее распространенными являются разъемы AGP, PCI и ISA. Более старые платы порой оказываются совместимыми с новыми разъемами, однако все возможности локальных шин AGP и PCI позволяют задействовать только новые модели адаптеров. По мере уменьшения популярности шины ISA и смещения акцентов к интерфейсу LPC роль шины ISA постепенно снижается, а вместо нее используются другие шины.

Быстродействие графического интерфейса пользователя Windows или Linux (такого, как KDE или GNOME) значительно возросло после того, как на смену видеоадаптерам с интерфейсом ISA пришли адаптеры с интерфейсом PCI и AGP.

Локальная шина VESA

Эта шина была самой популярной из всех локальных шин со дня ее презентации в августе 1992 года и до 1994 года. Она является продуктом комитета VESA — некоммерческой организации, созданной при участии компании NEC для контроля за развитием и стандартизацией видеосистем и шин. Компания NEC разработала *VL-Bus* — так в дальнейшем будем называть эту шину, — а затем создала комитет, который должен был внедрить эту разработку в жизнь. В первоначальном варианте слоты локальной шины использовались почти исключительно

для установки видеоадаптеров. Основным направлением, на которое делала упор компания NEC при разработке и реализации компьютерной продукции, было повышение качества и эффективности работы компьютерных видеосистем. К 1991 году видеосистемы стали самым узким местом в большинстве компьютерных систем.

По шине VL-Bus можно выполнять 32-разрядный обмен данными между процессором и совместимым видеоадаптером или жестким диском, т.е. ее разрядность соответствует разрядности процессора 486. Максимальная пропускная способность шины VL-Bus составляет 133 Мбайт/с. Другими словами, локальная шина VL-Bus совершила прорыв в ограничении быстродействия периферийных устройств.

К сожалению, концепция VL-Bus просуществовала недолго. На самом деле VL-Bus представляла собой шину процессора 486. Это позволяло использовать очень простые решения, так как не требовалось никаких дополнительных микросхем. Разработчики системных плат могли просто добавлять разъемы VL-Bus к системным платам для процессоров 486 практически без дополнительных затрат. Именно поэтому данными разъемами были оснащены почти все системы на базе процессора 486.

Однако проблемы с временными задержками привели к сложностям в работе адаптеров. Поскольку VL-Bus работает на частоте шины процессора, использование разных процессоров приводило к появлению шин с разной частотой, что значительно усложняло решение задач совместимости. Хотя VL-Bus и можно было адаптировать к другим процессорам, таким как 386 и Pentium, она лучше всего подходила именно для систем на базе процессора 486. Несмотря на свою низкую себестоимость, после появления новой шины, получившей название PCI, шина VL-Bus очень быстро сошла со сцены. Она так и не появилась в системах на базе процессоров Pentium, и дальнейшая разработка устройств для VL-Bus уже давно не ведется.

Физически разъем VL-Bus представлял собой дополнение к существующим разъемам. Например, в системах архитектуры ISA разъем VL-Bus считался дополнением к существующим 16-разрядным разъемам ISA. Расширение VESA имело 112 контактов, которые физически были расположены так же, как и в шине MCA.

Шина PCI

В начале 1992 года Intel организовала группу разработчиков, перед которой была поставлена та же задача, что и перед группой VESA: разработать новую шину, в которой были бы устранены все недостатки шин ISA и EISA.

В июне 1992 года была выпущена спецификация шины PCI версии 1.0, которая с тех пор претерпела несколько изменений. Различные версии PCI приведены в табл. 4.75.

Таблица 4.75. Спецификации PCI

Спецификация PCI	Дата выпуска	Основные изменения
PCI 1.0	Июнь 1992 г.	Оригинальная 32/64-разрядная спецификация
PCI 2.0	Апрель 1993 г.	Определенные соединители и платы расширения
PCI 2.1	Июнь 1995 г.	Рабочая частота — 66 МГц, порядок групповых операций, изменение времени задержек
PCI 2.2	Январь 1999 г.	Управление режимом электропитания, механические изменения
PCI-X 1.0	Сентябрь 1999 г.	Рабочая частота — 133 МГц, дополнение к спецификации 2.2
Mini-PCI	Ноябрь 1999 г.	Уменьшенный формфактор плат, дополнение к спецификации 2.2
PCI 2.3	Март 2002 г.	Напряжение — 3,3 В, предназначена для низкопрофильных плат расширения
PCI-X 2.0	Июль 2002 г.	Рабочая частота — 266 или 533 МГц, подразделение 64-разрядной шины данных на 32- и 16-разрядные сегменты для использования с различными устройствами, имеющими напряжение 3,3/1,5 В
PCI-Express 1.0	Июль 2002 г.	Общее быстродействие — 2,5 Гбайт/с, рабочее напряжение — 0,8 В, 250 Мбайт/с на каждую пропускную полосу
PCI-Express 2.0	Январь 2007 г.	Общее быстродействие — 5 Гбайт/с, рабочее напряжение — 0,8 В, 500 Мбайт/с на каждую пропускную полосу

Создатели PCI отказались от традиционной концепции, введя еще одну шину между процессором и обычной шиной ввода-вывода. Вместо того чтобы подключить ее непосредственно к шине процессора, весьма чувствительной к подобным вмешательствам (что было характерно для VL-Bus), они разработали новый комплект микросхем контроллеров для расширения шины (рис. 4.73).

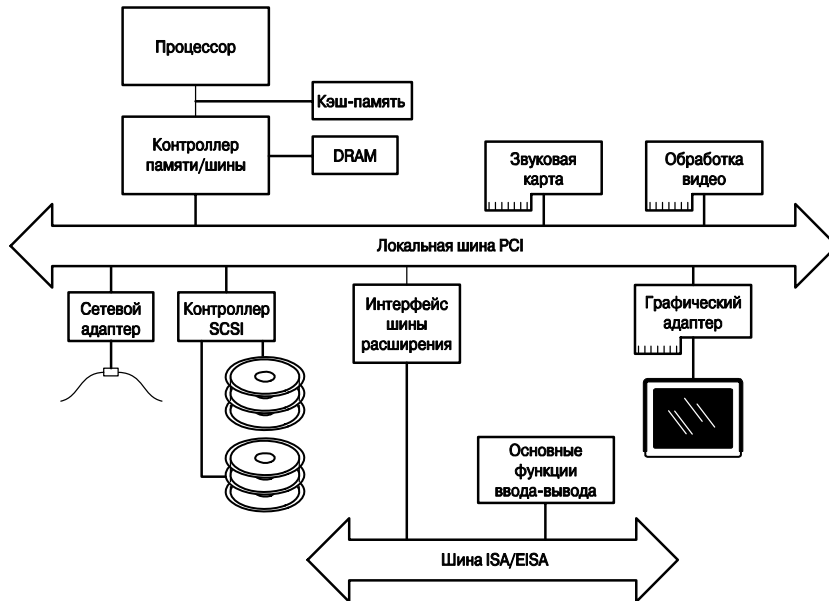


Рис. 4.73. Принцип построения шины PCI

Шина PCI добавляет к традиционной конфигурации шин еще один уровень. При этом обычная шина ввода-вывода не используется, а создается фактически еще одна высокоскоростная системная шина с разрядностью, равной разрядности данных процессора. Компьютеры с шиной PCI появились в середине 1993 года, и вскоре она стала неотъемлемой частью компьютеров высокого класса.

Тактовая частота стандартной шины PCI — 33 МГц, а разрядность соответствует разрядности данных процессора. Для 32-разрядного процессора пропускная способность составляет 132 Мбайт/с:

$$33,33 \text{ МГц} \times 4 \text{ байт (32 бит)} = 133 \text{ Мбайт/с.}$$

Стандартная шина PCI имеет несколько разновидностей, представленных в табл. 4.76. Большинство современных компьютеров вооружены разъемами PCI-Express x1 и PCI-Express x16.

В настоящее время 64-разрядные шины или шины с рабочей частотой 66 и 133 МГц используются только в системных платах серверов или рабочих станций. Одно из основных преимуществ шины PCI заключается в том, что она может функционировать параллельно с шиной процессора (т.е. независимо от нее). Это позволяет процессору обрабатывать данные внешней кэш-памяти одновременно с передачей информации по шине PCI между другими компонентами системы.

Для подключения адаптеров шины PCI используется специальный разъем (рис. 4.74). Платы PCI могут быть тех же размеров, что и платы для обычной шины ввода-вывода, однако конфигурация разъемов позволяет отличить их от старых плат с интерфейсами ISA, MCA и EISA.

Таблица 4.76. Типы шин PCI

Тип шины PCI	Разрядность, бит	Частота шины, МГц	Циклов данных в такте	Скорость передачи данных, Мбайт/с
PCI	32	33	1	133
PCI 66 МГц	32	66	1	266
64-разрядная PCI	64	33	1	266
64-разрядная PCI 66 МГц	64	66	1	533
PCI-X 64	64 ¹	66	1	533
PCI-X 133	64 ¹	133	1	1066
PCI-X 266	64 ¹	133	2	2132
PCI-X 533	64 ¹	133	4	4266
PCI-Express 1.x ²	1	2500	0,8	250
PCI-Express 1.x ²	16	2500	0,8	4000
PCI-Express 1.x ²	32	2500	0,8	8000
PCI-Express 2.x ²	1	5000	0,8	500
PCI-Express 2.x ²	16	5000	0,8	8000
PCI-Express 2.x ²	32	5000	0,8	16 000

1. Ширина шины устройств PCI-X может быть разделена между 32- или 16-разрядными устройствами.
2. В интерфейсе PCI-Express задействована схема кодирования 8b/10b, передающая 8 бит для каждого отправленных 10 бит данных, а в зависимости от количества задействованных пропускных полос за один такт передается от 1 до 32 бит данных.

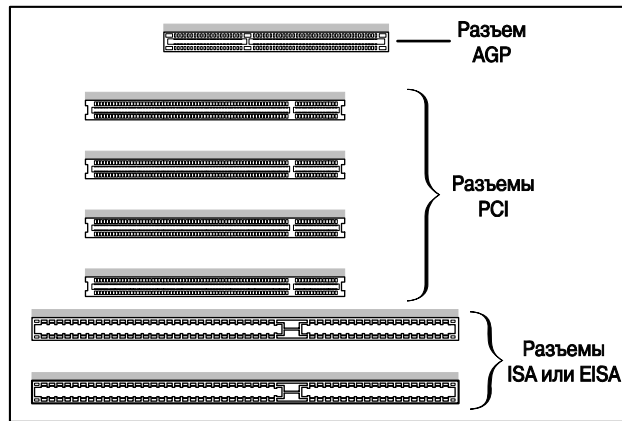


Рис. 4.74. Типичное расположение разъемов PCI относительно разъемов шин ISA/EISA и AGP

В спецификации PCI определено три типа системных плат, каждая из которых разработана для определенных моделей компьютеров с различными требованиями к электроснабжению. Существуют 32- и 64-разрядные версии шины PCI. Версия с напряжением 5 В предназначена для стационарных компьютеров (PCI 2.2 или более ранних версий), версия с напряжением 3,3 В — для портативных систем (также поддерживается PCI 2.3), а универсальная версия предназначена для системных плат и внешних адаптеров, подключаемых к любому из перечисленных разъемов. Универсальные шины и 64-разрядные шины PCI с напряжением 5 В преимущественно предназначены для серверных системных плат. Спецификацией PCI-X 2.0 для версий 266/533 обусловлена поддержка напряжений 3,3 и 1,5 В, что соответствует стандарту PCI 2.3 с поддержкой напряжения 3,3 В.

Сравнить 32- и 64-разрядные варианты стандартного разъема PCI (5 В) с 64-разрядным универсальным разъемом PCI поможет рис. 4.75. На рис. 4.76 показано расположение выводов 64-разрядной универсальной платы PCI по отношению к 64-разрядному разъему PCI.

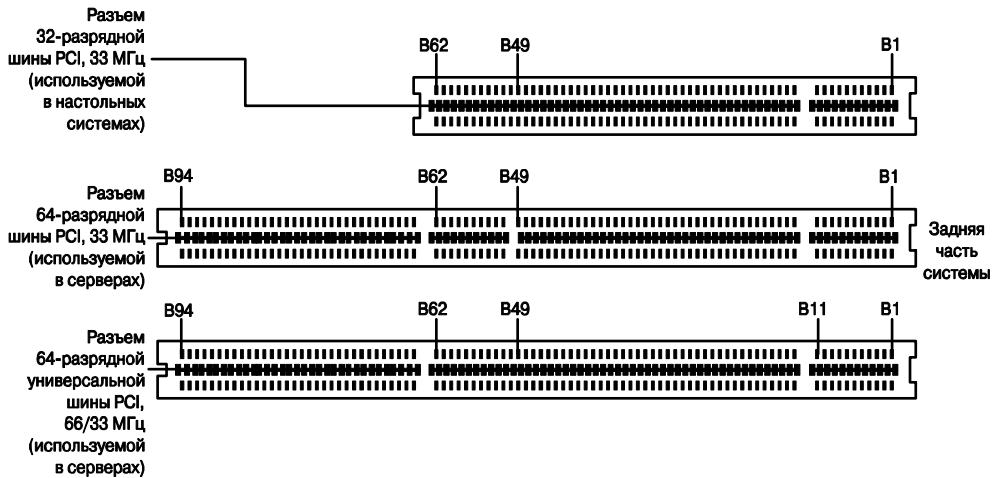


Рис. 4.75. Разъем 32-разрядной шины PCI в сравнении с разъемами 64-разрядной шины PCI и 64-разрядной универсальной шины PCI

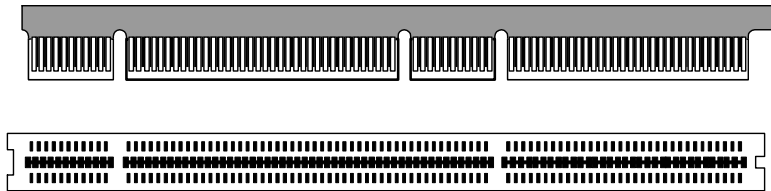


Рис. 4.76. Выводы 64-разрядной универсальной платы PCI (вверху) по сравнению с разъемом 64-разрядной универсальной шины PCI (внизу)

Обратите внимание, что универсальная плата PCI может устанавливаться в разъем, предназначенный для любой платы с фиксированным напряжением питания. Если напряжение, подаваемое на те или иные контакты, может быть разным, то оно обозначается *+V I/O*. На эти контакты подается опорное напряжение, определяющее уровни выходных логических сигналов.

Другим важным свойством платы PCI является то, что она удовлетворяет спецификации Plug and Play компании Intel. Это означает, что PCI не имеет переключек и переключателей и может настраиваться с помощью специальной программы настройки. Системы с Plug and Play способны самостоятельно настраивать адаптеры, а в тех компьютерах, в которых отсутствует система Plug and Play, но есть разъемы PCI, настройку адаптеров нужно выполнять вручную с помощью программы настройки BIOS. С конца 1995 года в большинстве компьютеров устанавливается система BIOS, удовлетворяющая спецификации Plug and Play и обеспечивающая автоматическую настройку.

PCI-Express

В течение 2001 года специалисты группы компаний, получившей название Arapahoe Work Group (изначально находившейся под управлением Intel), работали над проектом спецификации новой высокоскоростной шины, имеющей кодовое название 3GIO (Third-Generation I/O — шина ввода-вывода третьего поколения). В августе 2001 года специальная группа PCI-SIG (PCI Special-Interest Group) приняла решение об использовании, управлении и поддержке спецификации архитектуры 3GIO в качестве шины PCI будущего поколения. Работа над черновой версией 3GIO 1.0 была завершена в апреле 2002 года, после чего была передана в группу PCI-SIG, где и получила новое название — *PCI-Express*. В июле того же года была одобрена специ-

фикация PCI-Express 1.0. Впоследствии эта спецификация обновлялась в апреле 2005 года (версия 1.1) и в январе 2007 года (версия 2.0).

Как следует из первоначального кодового названия (3GIO), новая спецификация шины разрабатывалась в целях расширения и последующей замены существующих шин ISA/AT (первое поколение) и PCI (второе поколение), используемых в персональных компьютерах. Архитектура шины каждого из предыдущих поколений разрабатывалась с учетом 10- или 15-летнего срока службы. Спецификация PCI Express, принятая и одобренная специальной группой PCI-SIG, станет, как предполагается, доминирующей архитектурой шины ПК, созданной для поддержки увеличивающейся пропускной способности компьютера, в течение следующих 10–15 лет.

Основные особенности PCI Express таковы:

- совместимость с существующей шиной PCI и программными драйверами различных устройств;
- физическое соединение, осуществляемое с помощью медных, оптических или других физических носителей и обеспечивающее поддержку будущих схем кодирования;
- максимальная пропускная способность каждого вывода, позволяющая создавать шины малых формфакторов, снижать их себестоимость, упрощать конструкцию плат, а также сокращать количество проблем, связанных с целостностью сигнала;
- встроенная схема синхронизации, позволяющая быстрее изменять частоту (быстродействие) шины, чем при согласованной синхронизации;
- ширина полосы частот (пропускная способность), увеличиваемая при повышении частоты и разрядности (ширины) шины;
- малое время ожидания, наиболее подходящее для приложений, требующих изохронной (зависящей от времени) доставки данных, что происходит, например, при обработке потоковых видеоданных;
- возможность “горячей” коммутации и “горячей” замены (т.е. без выключения электропитания);
- возможности управления режимом питания.

Шина PCI Express — это еще один пример перехода ПК от параллельного к последовательному интерфейсу. Особенностью архитектуры шин предыдущих поколений является параллельная компоновка, при которой биты данных одновременно передаются по нескольким параллельно расположенным выводам. Чем больше количество одновременно передаваемых битов, тем выше пропускная способность шины. При этом особое значение приобретает синхронизация (согласование по времени) всех параллельных сигналов, которая при использовании более быстрых и протяженных соединений становится довольно сложной. Несмотря на то что шины PCI и AGP позволяют передавать одновременно до 32 бит данных, задержки передачи сигнала и другие факторы приводят к искажению получаемых данных, возникающему из-за разницы во времени между прибытием первого и последнего бита.

Последовательная шина, отличающаяся более простой конструкцией, одновременно передает только 1 бит данных, отправляя сигналы по одному проводу с более высокой, чем у параллельной шины, частотой. При последовательной передаче битов данных синхронизация отдельных битов или длина шины становится гораздо менее значимым фактором. Объединение нескольких последовательных трактов данных позволяет достичь пропускной способности, значительно превышающей возможности традиционных параллельных шин.

Архитектура быстрой последовательной шины PCI-Express обратно совместима с существующими программными драйверами и средствами управления параллельной шиной PCI. При использовании PCI-Express данные передаются в полнодуплексном режиме (т.е. одновременно выполняются прием и передача данных) по двум парным проводам, которые называются *полосой* или *трассой*. Скорость передачи данных в одном направлении для каждой по-

лосы достигает 250 Мбит/с, причем каждая шина может включать в себя от 1 до 2, 4, 8, 16 или 32 полос. Например, 16-полосная шина, имеющая высокую пропускную способность, позволяет одновременно передавать в каждом направлении 16 бит данных, благодаря чему скорость передачи данных может достигать 4000 Мбайт/с. Версия PCI-Express 2.0 увеличивает скорость передачи данных по одной полосе до 500 Мбайт/с, таким образом составляя для разъема x16 8000 Мбайт/с, что несравненно выше, чем 133 Мбайт/с у шины PCI. На рис. 4.77 сравниваются разъемы PCI-Express x1–x16. Следует отметить, что разъемы x4 и x8, показанные на рис. 4.77, преимущественно используются в серверных решениях.

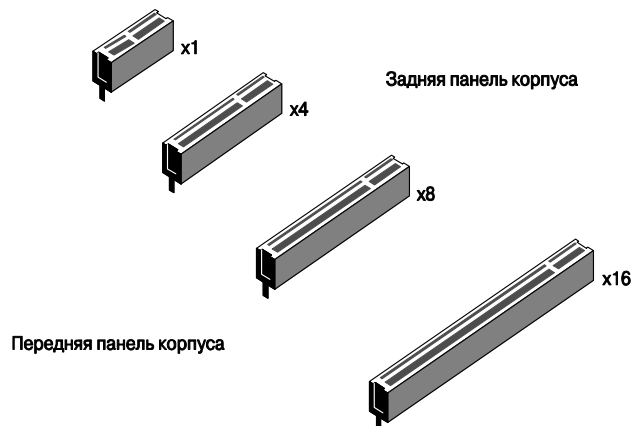


Рис. 4.77. Разъемы PCI Express x1, PCI Express x4, PCI Express x8 и PCI Express x16

В шине PCI Express используется разработанная IBM схема кодирования “8–10”, предусматривающая автосинхронизацию сигналов для повышения частоты. Частота шины, равная в настоящее время 2,5 ГГц, в будущем может быть увеличена до 10 ГГц, что фактически является пределом для медных соединений. Сочетание потенциального увеличения частоты и возможности одновременного использования до 32 полос позволяет повысить скорость передачи данных шины PCI Express до 32 Гбит/с.

Шина PCI Express предназначена для расширения и последующей замены шин, используемых в настоящее время в компьютерах. Использование этой шины приведет не только к появлению дополнительных разъемов на системной плате, но и к постепенной замене существующих интерфейсов Intel Hub и AMD HyperTransport, применяемых для соединения компонентов микропроцессорного набора. Кроме того, PCI Express с успехом заменит интерфейсы, применяемые для передачи видеоданных (например, AGP), а также будет использоваться в качестве шины расширения (или шины второго уровня) для подключения к другим интерфейсам, таким как Serial ATA, USB 2.0, 1394b (FireWire или iLink), Gigabit Ethernet и т.д.

Шина PCI Express, выполняемая в виде кабеля или платы, может быть использована для создания систем из отдельных “блоков”, содержащих те или иные компоненты. Представьте себе системную плату, процессор и модули оперативной памяти, расположенные в небольшом блоке, который находится под столом пользователя, и второй блок, содержащий видеосистему, дисководы и порты ввода-вывода, который стоит непосредственно на рабочем столе и обеспечивает свободный доступ к указанным компонентам. Это дает возможность разработать целый ряд различных формфакторов без ухудшения рабочих характеристик ПК.

PCI-Express пока не заменила полностью шину PCI и все остальные интерфейсы, и вряд ли это возможно в ближайшем будущем. Разработчики систем продолжают использовать в своих решениях шины PCI, AGP и некоторые другие, причем будут делать это еще не один год. Как и в свое время с комбинацией PCI и ISA/AT-Bus, разные поколения шин будут некоторое время сосуществовать друг с другом. Постепенно количество разъемов PCI будет умень-

шаться, а количество разъемов PCI-Express — увеличиваться. В конечном итоге основной шиной для подключения устройств окажется PCI-Express, придя на смену шине PCI, которая выполняла данную роль на протяжении довольно длительного времени. В настоящее время системные платы содержат равное количество разъемов PCI и PCI-Express.

Хотя потребуются некоторое время на то, чтобы PCI-Express заменила PCI, разъем PCI-Express x16 уже повсеместно вытеснил разъем AGP 8x.

Современные системные платы содержат несколько разъемов PCI, а также разъемы PCI-Express x1 и PCI-Express x16; системные платы для рабочих станций и серверов содержат шины PCI-Express, PCI-X и PCI. Для обеспечения совместимости новых решений PCI-Express с существующей инфраструктурой PCI разработаны спецификации Express Bridge 1.0 и Mini PCI-Express Card.

Подробные сведения о PCI-Express представлены на сайте консорциума PCI-SIG (www.pcisig.org).

Ускоренный графический порт (AGP)

Для повышения эффективности работы с видео и графикой в середине 1990-х годов Intel разработала новую шину — ускоренный графический порт (Accelerated Graphics Port — AGP). Эта шина похожа на PCI, но содержит ряд дополнений и расширений. И физически, и электрически, и логически она не зависит от PCI. Например, разъем AGP подобен разъему PCI, но имеет контакты для дополнительных сигналов и другую разводку контактов. В отличие от PCI, которая является настоящей шиной с несколькими разъемами, AGP — высокоэффективное соединение, разработанное специально для видеоадаптера, причем в системе для одного видеоадаптера допускается только один разъем AGP. Спецификация AGP 1.0 была впервые выпущена компанией Intel в июле 1996 года. В соответствии с этой спецификацией использовались тактовая частота 66 МГц и режим 1x или 2x с уровнем напряжения 3,3 В. Версия AGP 2.0 была выпущена в мае 1998 года; в ней добавлен режим 4x, а также понижено рабочее напряжение до 1,5 В.

Последней версией спецификации AGP стала версия 3.0 — для шины AGP 8x. В ней определена скорость передачи данных 2133 Мбайт/с, что ровно вдвое больше, чем у AGP 4x. Спецификация AGP 8x была впервые публично анонсирована в ноябре 2000 года. Поддержка AGP 8x в настоящее время реализована в большинстве материнских плат основных производителей. Несмотря на повышенную в два раза по сравнению с AGP 4x пропускную способность, практические отличия между устройствами, совместимыми с 4x и 8x, минимальны. В то же время многие наборы микросхем, поддерживающие трехмерную графику, модернизировали частоту ядер работы с графикой и памяти, а также архитектуру графической подсистемы, чтобы они могли лучше поддерживать более скоростной интерфейс.

Большинство новых видеоадаптеров AGP поддерживают спецификации AGP 4x или 8x, в каждой из которых обусловлено использование напряжения 1,5 В. Многие старые системные платы с интерфейсом AGP 2x поддерживают только платы с напряжением 3,3 В. Установка видеоадаптера с напряжением 1,5 В в слот 3,3 В может привести к физическому повреждению как адаптера, так и самой системной платы. Во избежание подобных ситуаций в спецификации AGP предусмотрены специальные разъемы. Как правило, адаптеры и слоты имеют разъемы, позволяющие устанавливать платы с напряжением 1,5 и 3,3 В в слоты с напряжением 1,5 и 3,3 В соответственно. Тем не менее существуют универсальные слоты, дающие возможность устанавливать видеоадаптеры с различными уровнями напряжения. Расположение разъемов для адаптеров AGP и типы слотов системной платы зависят от того или иного стандарта AGP (рис. 4.78).

Как видно из рис. 4.78, видеоадаптеры AGP 4x и 8x (1,5 В) устанавливаются только в слоты AGP с напряжением 1,5 В или в универсальные слоты с напряжением 3,3/1,5 В. Дизайн слотов и разъемов адаптера не позволяет установить адаптер с напряжением 1,5 В в слот 3,3 В. Так что не волнуйтесь, если новый видеоадаптер AGP не подходит для установки в слот старой системной платы, поскольку это послужит исключительно на благо как адаптера, так и

самой платы. В подобном случае необходимо заменить видеоадаптер или приобрести системную плату со слотом AGP 4x/8x, поддерживающим напряжение 1,5 В.

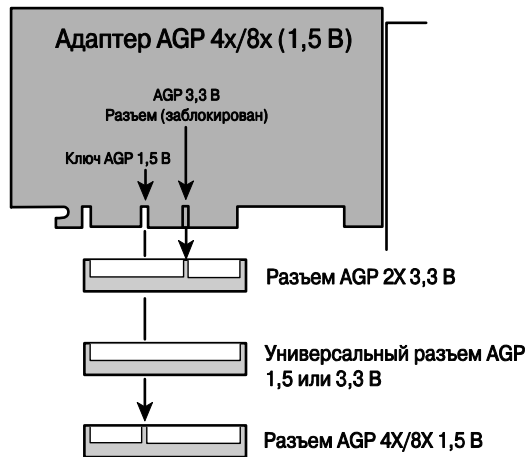


Рис. 4.78. Адаптер AGP 4x/8x (1,5 В), а также универсальный разъем AGP и разъемы для напряжений 3,3 и 1,5 В

Внимание

В некоторых AGP 4x-совместимых системных платах могут использоваться только платы AGP 4x с рабочим напряжением 1,5 В. Поэтому перед приобретением платы AGP убедитесь в ее совместимости с существующей системной платой. Кроме того, в отдельных AGP 4x-совместимых разъемах используется механизм фиксации платы (рис. 4.79). В старых разъемах AGP 1x/2x существует явно выраженный делитель, отсутствующий в более новом разъеме AGP 4x. В разъем AGP 4x можно вставлять и карты AGP 8x.

Новая спецификация AGP Pro 1.0 была представлена в августе 1998 года; в апреле 1999 года она была пересмотрена в новой редакции AGP Pro 1.1a. В ней определен довольно длинный разъем с дополнительными контактами на каждом конце для подвода напряжения питания к платам AGP, которые потребляют больше 25 Вт (максимальная мощность — 110 Вт). Платы AGP Pro могут использоваться в высококачественных графических рабочих станциях. Разъемы AGP Pro обратно совместимы, т.е. к ним можно подключать стандартные платы AGP. Так как разъем AGP Pro длиннее AGP 1x/2x, существует вероятность неправильной установки платы AGP 1x/2x, что может привести к ее повреждению. Чтобы избежать этого, расширение AGP Pro, расположенное в задней части разъема, иногда закрывается специальной крышкой. Перед установкой платы AGP Pro эту крышку следует удалить.

Стандартные разъемы AGP 1x/2x, AGP 4x и AGP Pro показаны на рис. 4.79.

Шина AGP — быстродействующее соединение, работающее на основной частоте 66 МГц (точнее — 66,66 МГц), которая вдвое выше, чем у PCI. В основном режиме AGP, называемом 1x, выполняется одиночная передача за каждый цикл. Поскольку ширина шины AGP равна 32 бит (4 байт), при 66 млн. тактов в секунду по ней можно передавать данные со скоростью приблизительно 266 Мбайт/с. В первоначальной спецификации AGP также определен режим 2x, при котором в каждом цикле осуществляются две передачи, что соответствует скорости 533 Мбайт/с. В настоящее время практически все современные системные платы поддерживают этот режим. Спецификация AGP 2.0 поддерживает 4-кратный режим передачи данных (т.е. передача осуществляется четыре раза в течение одного такта). При этом пропускная способность достигает 1066 Мбайт/с. Большинство современных плат AGP поддерживают как минимум стандарт 4x. В табл. 4.77 приведены тактовые частоты и скорости передачи данных для различных режимов AGP. Большинство новых видеоадаптеров AGP соответствует стандарту 4x, в то время как новейшие модели от компаний NVIDIA и ATI поддерживают стандарт AGP 8x.

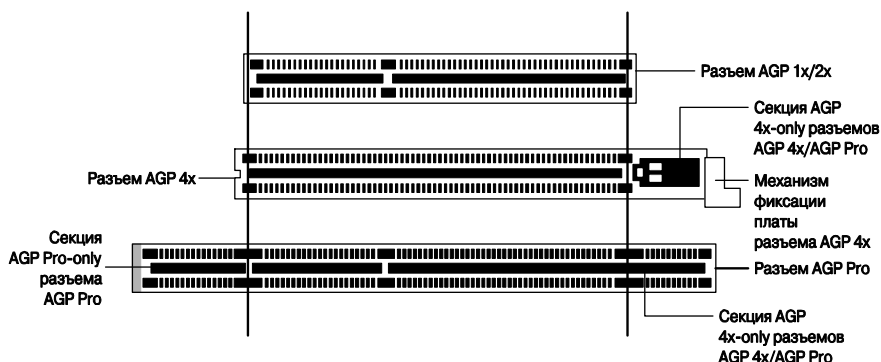


Рис. 4.79. Стандартные разъемы AGP 1x/2x, AGP 4x и AGP Pro. В разъемы AGP 4x и AGP Pro также могут быть установлены платы AGP 1x, 2x и 4x. В разъемы AGP 4x и AGP Pro можно установить платы AGP 8x

Таблица 4.77. Параметры различных режимов AGP

Тип шины AGP	Разрядность, бит	Частота шины, МГц	Циклов данных в такте	Скорость передачи данных, Мбайт/с
AGP	32	66	1	266
AGP 2x	32	66	2	533
AGP 4x	32	66	4	1066
AGP 8x	32	66	8	2133

Поскольку шина AGP не зависит от PCI, при использовании видеоадаптера AGP можно освободить шину PCI для выполнения традиционных функций ввода-вывода, например для контроллеров IDE/ATA, SCSI и USB, звуковых плат и пр.

Помимо повышения эффективности работы видеоадаптера, AGP позволяет получать быстрый доступ непосредственно к системной оперативной памяти. Благодаря этому видеоадаптер AGP может использовать оперативную память, что уменьшает потребность в видеопамяти. Однако в последнее время некоторые модели видеоадаптеров AGP стали оснащаться достаточно большим объемом быстродействующей памяти (до 256 Мбайт). Использование собственной памяти оказывается крайне важным при запуске приложений с высокими требованиями, например современных трехмерных игр. Современные видеоадаптеры AGP способны не только запускать игры, но и воспроизводить на ПК полноценное динамичное видео.

Шина AGP 8x (2133 Мбайт/с) в 16 раз быстрее 32-разрядной шины PCI, работающей с частотой 33 МГц (133 Мбайт/с), но в два раза медленнее шины PCI Express x16 (4000 Мбайт/с). Начиная с середины 2004 года производители материнских плат, предназначенных для рынка высокопроизводительных систем на базе процессоров Pentium 4 и Athlon 64, начали заменять разъемы AGP 8x разъемами PCI-Express 16x. В 2006 году большая часть материнских плат всех ценовых категорий уже оснащалась разъемами PCI-Express 16x вместо AGP. Эта тенденция определенно свидетельствует об окончании эры AGP.

Примечание

Если вы хотите приобрести системную плату с разъемом PCI Express x16, но не хотите менять видеоадаптер AGP, поищите модель системной платы, оснащенную разъемами обоих типов: и AGP 8x, и PCI Express x16. Подобные системные платы выпускаются как для процессоров Pentium 4, так и для процессоров AMD Athlon 64.

Системные ресурсы

Системными ресурсами называются коммуникационные каналы, адреса и сигналы, используемые узлами компьютера для обмена данными с помощью шин. Обычно под системными ресурсами подразумевают следующее:

- адреса памяти;
- каналы запросов прерываний (IRQ);
- каналы прямого доступа к памяти (DMA);
- адреса портов ввода-вывода.

В приведенном списке порядок размещения системных ресурсов соответствует уменьшению вероятности возникновения из-за них конфликтных ситуаций в компьютере. Наиболее распространенные проблемы связаны с ресурсами памяти; иногда разобраться в них и устранить причины их возникновения довольно сложно. Более подробно эти проблемы рассматриваются в главе 6. В настоящей главе речь пойдет о других видах перечисленных выше ресурсов.

Исторически сложилось так, что конфликты запросов к прерываниям IRQ всегда вызывали больше проблем, чем использование каналов прямого доступа к памяти (DMA). Это связано преимущественно с тем, что практически все платы расширения используют прерывания, а каналы DMA в основном требуют только платы, поддерживающие устаревший стандарт ISA. К тому же каналов прямого доступа к памяти более чем достаточно. Порты ввода-вывода также используются всеми устройствами, взаимодействующими с шинами. Однако количество портов ограничено только 64 Кбайт памяти; это значит, что в данном вопросе есть где разгуляться. Для обеспечения индивидуализации всех устройств нужно гарантировать, что каждый конкретный системный ресурс используется не более чем одной платой или устройством; в большинстве случаев системные ресурсы не могут использоваться совместно.

Все эти ресурсы необходимы для различных компонентов компьютера. Платы адаптеров используют ресурсы для взаимодействия со всей системой и для выполнения специфических функций. Каждой плате адаптера нужен свой набор ресурсов. Так, последовательным портам для работы необходимы каналы IRQ и уникальные адреса портов ввода-вывода, а аудиоустройствам требуется еще хотя бы один канал DMA. Большинство сетевых плат используют блок памяти емкостью 16 Кбайт, канал IRQ и адрес порта ввода-вывода.

По мере установки дополнительных плат в компьютере растет вероятность конфликтов, связанных с использованием ресурсов. Конфликт возникает при установке двух или более плат, каждой из которых требуется одна и та же линия IRQ или адрес порта ввода-вывода. Иногда в таких ситуациях на помощь приходит функция автоматического конфигурирования Plug and Play. Эта технология позволяет “развести” разные устройства на разные ресурсы. В некоторых старых платах расширения имеются переключки или переключатели, установив которые, можно изменить предусмотренную по умолчанию конфигурацию потребления ресурсов. Некоторые карты адаптеров сопровождаются программным обеспечением, позволяющим сконфигурировать их настройки. Также настройка ресурсов отдельных устройств может быть выполнена в диспетчере устройств операционных систем семейства Windows 9x и более поздних версий. Даже если автоматическая настройка отработала неправильно, всегда можно применить логический подход и вручную назначить разные ресурсы конфликтующим устройствам. Главное здесь — знать правила игры.

К счастью, все современные системы с поддержкой ACPI и все новые шины типов PCI и PCI-Express редко сталкиваются с проблемами конфигурирования этих ресурсов. Практически всегда конфигурирование выполняется автоматически и без проблем.

Прерывания

Запросы на прерывания (IRQ), или аппаратные прерывания, используются различными устройствами для сообщения системной плате (процессору) о необходимости обработки определенного запроса. Эта процедура подобна поднятию руки студентом, чтобы привлечь внимание преподавателя.

Каналы прерываний представляют собой проводники на системной плате и соответствующие контакты в разъемах. После получения запроса IRQ компьютер приступает к выполнению специальной процедуры его обработки, первым шагом которой является сохранение в стеке содержимого регистров процессора. Затем происходит обращение к таблице векторов

прерываний, в которой содержится список адресов памяти, соответствующих определенным номерам (каналам) прерываний. В зависимости от номера полученного прерывания запускается программа, относящаяся к данному каналу.

Указатели в таблице векторов определяют адреса памяти, по которым записаны программы-драйверы для обслуживания платы, пославшей запрос. Например, для сетевой платы вектор прерывания содержит адрес сетевых драйверов, предназначенных для работы с ней; для контроллера жесткого диска вектор указывает на программный код BIOS, обслуживающий контроллер.

После выполнения необходимых действий по обслуживанию устройства, пославшего запрос, процедура обработки прерывания восстанавливает содержимое регистров процессора (извлекая его из стека) и возвращает управление компьютером той программе, которая выполнялась до возникновения прерывания.

Благодаря прерываниям компьютер может своевременно реагировать на внешние события. Каждый раз, когда последовательный порт передает байт данных системе, генерируется соответствующее прерывание, благодаря которому система должна обработать байт данных до поступления следующих данных. Учтите, что в некоторых случаях устройство, подключаемое к порту (например, модем с микросхемой UART 16550 или выше), может содержать специальный буфер, позволяющий сохранять несколько символов перед генерированием прерывания.

Аппаратные прерывания имеют иерархию приоритетов: чем меньше номер прерывания, тем выше приоритет. Прерывания с более высоким приоритетом обладают преимуществом и могут, так сказать, прерывать обработку других прерываний. В результате в компьютере может возникнуть несколько “вложенных” прерываний.

При генерации большого количества прерываний стек может переполниться и компьютер “зависнет”. При этом будет выдано сообщение `Internal stack overflow – system halted`. Если при работе в DOS такая ошибка возникает слишком часто, попытайтесь исправить ситуацию, увеличив значения параметра `Stacks` (размер стека) в файле `Config.sys`.

По шине ISA запросы на прерывание передаются в виде *перепадов логических уровней*, причем для каждого из них предназначена отдельная линия, подведенная ко всем разъемам. Каждому номеру аппаратного прерывания соответствует свой проводник. Системная плата не может определить, в каком разъеме находится пославшая прерывание плата, поэтому возможно возникновение неопределенной ситуации в том случае, если несколько плат используют один канал. Чтобы этого не происходило, система настраивается так, чтобы каждое устройство (адаптер) использовало свою линию (канал) прерывания. Использование одной линии сразу несколькими разными устройствами в большинстве случаев недопустимо.

Компания IBM в свое время разработала методы совместного использования прерываний на шине ISA, однако лишь некоторые устройства придерживались необходимых правил, и данная методология так и не была воплощена в жизнь. В то же время в шине PCI изначально предусмотрена возможность совместного использования прерываний. На самом деле все устройства, подключенные к шине PCI, используют прерывание A — прерывание самой шины. Реальная проблема состоит в том, что в действительности в системе одновременно используются два набора прерываний: ISA и PCI. Чтобы карты PCI могли работать в системе, прерывания PCI отображаются на прерывания ISA, которые уже не допускают совместного использования. Таким образом, лучше назначить всем картам (даже с интерфейсом PCI) различные прерывания. Конфликты, возникающие между прерываниями PCI и ISA, были свойственны ранним поколениям компьютеров и вызывали множество проблем. И они не самоустранились после выхода в свет операционной системы Windows 95 и технологии Plug and Play.

Технология совместного использования прерываний для адаптеров PCI называется *PCI IRQ Steering* и поддерживается уже более десятилетия операционными системами, начиная с Windows 95 OSR 2.x, а также BIOS системной платы. Эта технология дает возможность Windows с поддержкой устройств Plug and Play динамически распределять стандартные преры-

вания для плат PCI (обычно использующих прерывание PCI INTA#), а также назначать одно прерывание нескольким платам PCI.

Внешние аппаратные прерывания часто называются *маскируемыми*, т.е. их можно отключить (“замаскировать”) на время, пока процессор выполняет другие важные операции. В целом же вопросы правильной обработки прерываний являются уделом системной BIOS и отдельных программ.

Поскольку в шине ISA совместное использование прерываний обычно не допускается, при установке новых плат может обнаружиться недостаток линий прерываний. Если две платы используют одну и ту же линию IRQ, то их нормальную работу нарушит возникший конфликт.

Прерывания в 8-разрядной шине ISA

В компьютерах PC и XT с 8-разрядным процессором 8088 имеется восемь внешних аппаратных прерываний. Стандартное распределение этих прерываний, пронумерованных от 0 до 7, приведено в табл. 4.78.

Таблица 4.78. Установленное по умолчанию распределение прерываний в 8-разрядной шине ISA

Номер прерывания	Функция	Тип разъема
0	Системный таймер	Нет
1	Контроллер клавиатуры	Нет
2	Доступно	8-разрядный
3	Последовательный порт 2 (COM2)	8-разрядный
4	Последовательный порт 1 (COM1)	8-разрядный
5	Контроллер жесткого диска	8-разрядный
6	Контроллер гибких дисков	8-разрядный
7	Параллельный порт 1 (LPT1)	8-разрядный

В компьютере с 8-разрядной шиной ISA имеющихся прерываний (ресурсов) часто катастрофически не хватает. Попытка установить в компьютер PC/XT несколько устройств, требующих обработки своих прерываний, может привести к тому, что разрешить проблему нехватки прерываний можно будет единственным способом — вынуть реже всего используемую плату адаптера.

Прерывания в 16-разрядной шине ISA и шинах EISA и MCA

В компьютере AT с процессором 286 количество линий внешних аппаратных прерываний увеличилось. Оно удвоилось благодаря использованию двух контроллеров прерываний, причем прерывания, генерируемые вторым контроллером, подаются на неиспользуемый вход IRQ 2 первого. Фактически существует 15 линий IRQ, так как прерывание IRQ 2 становится недоступным.

Поскольку все прерывания со второго контроллера передаются на первый через один вход IRQ 2, в иерархии приоритетов они размещаются между IRQ 1 и IRQ 3. Так, прерывание IRQ 15 получает больший приоритет, чем прерывание IRQ 3. На рис. 4.80 схематически показано подключение двух микросхем 8259, которые образуют *каскад* из двух контроллеров прерываний.

Для того чтобы не возникало проблем при генерации фактически несуществующего IRQ 2, конструкторы выделили дополнительное прерывание IRQ 9 для заполнения образовавшейся брешки. Это означает, что любая добавленная в компьютер плата, для которой характерно использование прерывания IRQ 2, на самом деле будет использовать IRQ 9. Это следует учитывать, чтобы случайно не назначить прерывание IRQ 9 другому устройству.

В табл. 4.79 описаны стандартные функции прерываний 16-разрядной шины и 32-разрядных шин PCI/AGP; при этом приоритет прерываний указан от высшего к низшему. Подобная схема распределения прерываний использована также в шинах EISA и MCA.

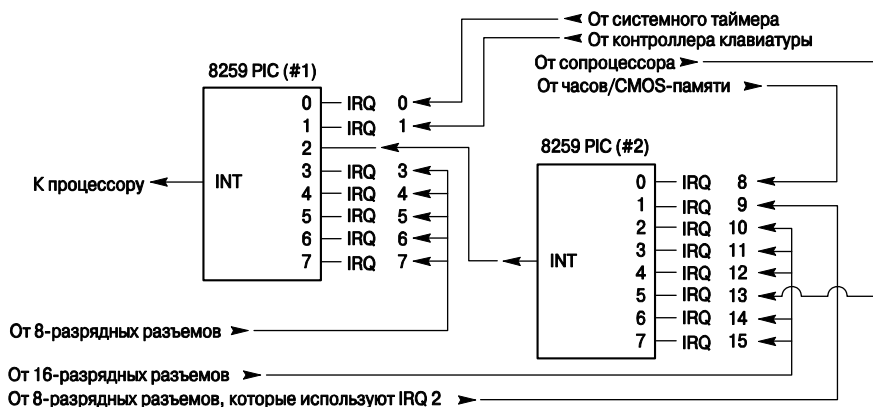


Рис. 4.80. Каскад контроллеров прерываний

Таблица 4.79. Назначение прерываний в 16/32-разрядных шинах ISA, PCI и AGP

IRQ	Стандартная функция	Разъем шины	Тип адаптера	Рекомендации по использованию
0	Системный таймер	Нет	---	---
1	Контроллер клавиатуры	Нет	---	---
2	Второй контроллер прерываний	Нет	---	---
8	Часы	Нет	---	---
9	Доступно (как IRQ2 или IRQ9)	Да	8- или 16-разрядный	Сетевой адаптер
10	Доступно	Да	16-разрядный	USB
11	Доступно	Да	16-разрядный	SCSI-адаптер
12	Доступно	Да	16-разрядный	Порт мыши
13	Сопроцессор	Нет	---	---
14	Первичный IDE	Да	16-разрядный	Первичный IDE (жесткие диски)
15	Вторичный IDE	Да	16-разрядный	Вторичный IDE (CD-ROM)
3	Последовательный порт 2 (COM2)	Да	8- или 16-разрядный	COM2:/Внутренний модем
4	Последовательный порт 1 (COM1)	Да	8- или 16-разрядный	COM1:
5	Звуковая плата или параллельный порт 2 (LPT2)	Да	8- или 16-разрядный	Звуковая плата
6	Контроллер гибких дисков	Да	8- или 16-разрядный	Контроллер гибких дисков
7	Параллельный порт 1 (LPT1)	Да	8- или 16-разрядный	LPT1:

Отметим, что линии прерываний 0, 1, 2, 8 и 13 не выведены на разъемы шины и не используются платами адаптеров. Линии прерываний 8, 10, 11, 12, 13, 14 и 15 подключены ко второму контроллеру. Они могут использоваться только адаптерами с 16-разрядным разъемом, поскольку подведены к контактам в “расширенных” частях слотов. Линия IRQ 9 подключена к разъему 8-разрядного слота вместо IRQ 2 и доступна 8-разрядным платам, которые используют ее как линию IRQ 2.

Примечание

Несмотря на то что в 16-разрядной шине ISA вдвое больше линий прерываний, чем в 8-разрядной, их все же может не хватить, так как новые прерывания могут использоваться только 16-разрядными адаптерами.

От дополнительной линии IRQ в компьютере с 16-разрядной шиной ISA мало толку, если платы адаптеров нельзя переключить на одну из свободных линий. Некоторые устройства жестко закреплены за конкретной линией IRQ. Если в компьютере уже установлена плата, которая использует данную линию, необходимо устранить этот конфликт перед установкой второго адаптера. Если ни один из них нельзя переключить на другую линию IRQ, скорее всего, вам не удастся их использовать в одной системе.

Прерывания шины PCI

Шина PCI поддерживает аппаратные прерывания, которые используют установленные на шину устройства, чтобы привлечь к себе внимание. Это прерывания INTA#, INTB#, INTC# и INTD#. Прерывания INTx# чувствительны к уровню сигнала, что позволяет распределять их среди нескольких устройств PCI. Если одиночное устройство PCI использует только одно прерывание, то им должно быть INTA#, что является одним из основных правил спецификации шины PCI. Остальные дополнительные устройства должны использовать прерывания INTB#, INTC# и INTD#.

Для нормального функционирования шины PCI в персональном компьютере ее прерывания должны быть отображены на существующие прерывания ISA. Последние не могут использоваться совместно, поэтому в большинстве случаев для каждой платы PCI, использующей прерывание INTA# шины PCI, следует установить прерывания, отличные от неразделяемых прерываний шины ISA. Рассмотрим в качестве примера систему, имеющую четыре разъема PCI и четыре установленные платы PCI, каждая из которых использует прерывание INTA#. В таком случае каждой из плат должен быть назначен отдельный запрос прерывания ISA, например IRQ9, IRQ10, IRQ11 или IRQ5.

Установка одинаковых прерываний для шин ISA и PCI обязательно приведет к конфликту. Также будут конфликтовать и два устройства ISA с одинаковыми прерываниями. Что же делать, если доступных прерываний недостаточно для всех установленных в системе устройств? В большинстве новых систем допускается использование одного прерывания несколькими устройствами PCI. Все системные BIOS, удовлетворяющие спецификации Plug and Play, а также операционные системы, начиная с Windows 95b (OSR 2), поддерживают функцию управления прерываниями PCI IRQ Steering. В таких компьютерах всю заботу о прерываниях берет на себя система. Следует отметить, что оригинальная версия Windows 95, а также Windows 95a эту функцию не поддерживают.

Чаще всего BIOS назначает уникальные прерывания устройствам PCI. А если операционная система поддерживает управление прерываниями, то эту задачу она выполняет самостоятельно. Следует заметить, что даже если активизирована системная функция управления прерываниями, их начальное распределение берет на себя BIOS. Если свободных прерываний недостаточно, то операционная система распределяет одно прерывание между несколькими устройствами PCI. Если же операционная система не обладает функцией управления прерываниями, то она просто отключает устройство до появления свободного прерывания.

Чтобы определить, поддерживается ли описанная функция в вашем компьютере, выполните ряд действий.

1. Откройте диспетчер устройств.
2. Дважды щелкните на узле **Системные устройства**.
3. Дважды щелкните на элементе **Шина PCI**. В открывшемся окне перейдите во вкладку **Управление IRQ**, чтобы просмотреть или изменить текущие настройки.

В Windows 2000/XP/Vista отключить распределение прерываний нельзя, поэтому вкладка **Управление IRQ** отсутствует в диалоговом окне свойств шины PCI.

Управление прерываниями осуществляется с помощью нескольких таблиц. Порядок просмотра таблиц изменить нельзя, однако, установив или сбросив флажок **Получить таблицу IRQ**, можно отменить поиск определенных таблиц, тем самым указав нужную для первоначального обнаружения таблицу. В поисках необходимых параметров Windows последовательно просматривает такие таблицы IRQ.

- ACPI BIOS
- Спецификации MS
- PCIBIOS 2.1 в защищенном режиме
- PCIBIOS 2.1 в реальном режиме

Для устранения проблем, связанных с распределением прерываний, попробуйте по одному отключать установленные по умолчанию флажки во вкладке **Управление IRQ**. В первую очередь, система использует таблицу **IRQ** из **ACPI BIOS**, затем — таблицу из **PCIBIOS 2.1** в защищенном режиме и только после этого — таблицу из **PCIBIOS 2.1** в реальном режиме. Система **Windows 95 OSR2** и более поздние версии предлагают установку всего одного флажка — **PCIBIOS 2.1**, который по умолчанию снят. В **Windows 98** проверка всех таблиц включена по умолчанию, за исключением **PCIBIOS 2.1** в защищенном режиме.

Если возникли проблемы с некоторым устройством **PCI**, связанные с распределением прерываний в **Windows 95**, попробуйте установить флажок **PCIBIOS 2.1** и перезагрузить компьютер. В **Windows 98** попытайтесь снять флажок **ACPI BIOS** и перезагрузить компьютер. Если проблема не исчезнет, установите флажок **PCI BIOS** в защищенном режиме и снова перезагрузите систему. К выбору таблицы прерываний из **PCIBIOS 2.1** в защищенном режиме следует прибегать только тогда, когда некоторое устройство **PCI** работает некорректно. Для доступа к этим настройкам в диспетчере устройств **Windows 98** выполните следующие действия.

1. Откройте диспетчер устройств.
2. Дважды щелкните на узле **Системные устройства**.
3. Щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Шина PCI** и выберите в контекстном меню пункт **Свойства**.
4. Перейдите во вкладку **Управление IRQ**, чтобы просмотреть или изменить текущие установки.

Если в диспетчере устройств функции управления прерываниями отключены, проверьте, установлен ли флажок **Использовать управление IRQ**. После установки этого флажка и перезагрузки компьютера вкладка управления **IRQ** может оставаться отключенной. Это значит, что таблица маршрутизации прерываний, которая должна передаваться в **Windows** системой **BIOS**, либо отсутствует, либо содержит ошибки. Проверьте в настройках **BIOS**, включена ли функция **PCI IRQ Steering**, и, если это не так, включите ее. Если доступ к управлению прерываниями так и не открылся, можете попробовать получить таблицу из защищенного режима **PCIBIOS 2.1**. В крайнем случае свяжитесь с производителем материнской платы и узнайте, поддерживает ли она функцию **IRQ Steering**.

В системах, которые поддерживают управление прерываниями, в узле **Системные устройства** диспетчера устройств должен отображаться элемент **IRQ Holder for PCI Steering**. Это указывает на то, что некоторые прерывания **IRQ** отображены на шину **PCI** и недоступны устройствам **ISA**, даже если ни одно из устройств **ISA** в настоящий момент не использует прерываний. Для просмотра прерываний, запрограммированных на режим **PCI**, выполните следующие действия.

1. В меню **Пуск** откройте панель управления, в котором дважды щелкните на ярлыке **Система**.
2. Во вкладке **Оборудование** щелкните на кнопке **Диспетчер устройств**.
3. Дважды щелкните на узле **Системные устройства**.
4. Дважды щелкните на элементе **IRQ Holder for PCI Steering** и в открывшемся окне перейдите во вкладку **Ресурсы**.

Следует отметить, что с функцией управления и сопоставления прерываний могут быть связаны определенные недоразумения. Даже несмотря на возможность совместного использования прерываний **PCI (INTx#)** (данная функция активизирована по умолчанию) каждое устройство, которое использует общее прерывание **PCI**, все равно должно быть связано с уникальным прерыванием **IRQ ISA**, которое, в свою очередь, совместного использования не допускает. С одним прерыванием **IRQ ISA** можно сопоставить несколько устройств **PCI** только в следующих случаях:

- данное прерывание IRQ не использует ни одно устройство ISA;
- BIOS и операционная система поддерживают управление IRQ PCI;
- функция управления IRQ PCI активна.

Без активизации функции PCI IRQ Steering (управление IRQ PCI) возможности совместного использования прерываний PCI оказываются минимальными, так как все сопоставления прерываний IRQ PCI-ISA должны быть уникальными. Без функции PCI IRQ Steering очень легко столкнуться с недостатком прерываний ISA IRQ. Если функция PCI IRQ Steering поддерживается и активна, несколько устройств PCI могут использовать одно прерывание IRQ, что позволяет задействовать в системе намного больше устройств без риска оказаться в ситуации, когда доступных прерываний IRQ просто не хватит. Улучшенная поддержка функции PCI IRQ Steering — одна из основных причин перехода к Windows 98 или более новым версиям операционной системы, особенно в том случае, если в настоящий момент используется первая версия Windows 95 OSR1.

Еще одна проблема состоит в том, что в списке прерываний, представленном в диспетчере устройств Windows 9x, назначения PCI-ISA могут быть показаны в виде многочисленных записей для избранного прерывания ISA. Только одна запись будет указывать на устройство, действительно получившее то или иное прерывание (например, встроенный контроллер USB), в то время как другая запись для того же прерывания IRQ будет выглядеть, как надпись *IRQ Holder for PCI Steering*. Последняя запись, несмотря на декларируемое применение аналогичного прерывания, на самом деле не указывает на конфликт ресурсов; она определяет резервное прерывание, выделенное набором микросхем системной логики для возможного назначения какому-либо устройству. Это характерно для шины PCI с поддержкой технологии Plug and Play и для современных наборов микросхем системных плат. В Windows 2000/XP нескольким устройствам также может быть назначено одно прерывание, однако во избежание путаницы термин *IRQ Holder* не используется.

К шине PCI могут быть подключены внутренние устройства, даже если все разъемы PCI свободны. Например, в большинстве систем есть два контроллера IDE и контроллер USB, по сути представляющие собой устройства, подключенные к шине PCI. Обычно контроллеры PCI IDE получают прерывание ISA 14 (основной IDE) и 15 (вторичный IDE). Контроллеру USB присваивается прерывание 9, 10, 11 или 5. Многие современные системы оснащены двумя или более контроллерами USB (каждый из них обычно поддерживает два порта USB), но каждый контроллер USB должен быть сопоставлен с некоторым прерыванием ISA.

Шина PCI позволяет использовать два типа устройств — *bus master* (инициатор) и *slave* (получатель). Устройство *bus master* берет на себя управление шиной и инициирует передачу данных на устройство *slave*. Согласно спецификации PC 97, все устройства PCI могут выступать как в роли инициатора, так и в роли получателя. В настоящее время все разъемы PCI должны поддерживать платы инициаторов.

Шиной PCI управляет *arbitr*, который является частью контроллера шины PCI в наборе микросхем системной логики. Именно он управляет доступом всех устройств к шине. Перед “захватом” управления шиной устройство инициатора получает на это разрешение у арбитра. При предоставлении устройству разрешения арбитра определяет максимальное количество тактов. Арбитр равномерно распределяет доступ к шине между всеми устройствами. Это предотвращает монопольный захват шины всего одним из устройств, на ней установленных, а также ситуации *взаимоблокировки*, когда сразу несколько устройств пытаются получить доступ к ресурсам друг друга. Аналогичные процессы происходят в локальной сети, но сетевые ресурсы распределяются не между устройствами одной системы, а между компьютерами.

Усовершенствованный программируемый контроллер прерываний APIC

В качестве замены традиционной паре контроллеров прерываний 8259 компания Intel в середине 1990-х годов разработала усовершенствованный программируемый контроллер прерываний APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller). Хотя все процессоры, начи-

ная с Pentium, поддерживают APIC, этот контроллер должен присутствовать на системной плате; кроме того, системная BIOS также должна поддерживать APIC. Поддержка APIC реализована на большинстве современных системных плат; контроллер APIC поддерживается операционными системами Windows, начиная с версии Windows 2000. Поддержку APIC можно разрешить или запретить, воспользовавшись программой BIOS Setup.

Контроллер APIC обеспечивает поддержку нескольких процессоров, однако может использоваться и в однопроцессорных системах. Основное преимущество APIC для однопроцессорной системы — поддержка виртуальных прерываний IRQ выше 15. Большинство реализаций APIC поддерживают виртуальные IRQ до 24. Хотя Windows 2000 старается назначать запросы на прерывания PCI IRQ в традиционном для устройств ISA диапазоне 0...15, причем даже при активном контроллере APIC, Windows XP и Vista полностью используют все возможности активного контроллера APIC. Для Windows XP/Vista контроллер APIC ограничивает совместное использование IRQ, что значительно сокращает количество конфликтов устройств. Например, при активном контроллере APIC запросы PCI IRQ могут быть распределены следующим образом.

- **PCI IRQ 16.** Интегрированный звуковой адаптер/видеоадаптер AGP (совместное использование).
- **PCI IRQ 17.** Дополнительный адаптер USB 1.1 (совместное использование отсутствует).
- **PCI IRQ 18.** Дополнительный адаптер USB 1.1 (совместное использование отсутствует).
- **PCI IRQ 19.** Сетевой адаптер 10/100 Ethernet/дополнительный адаптер USB 2.0 (совместное использование).
- **PCI IRQ 21.** Интегрированный контроллер USB 1.1 (3)/дополнительный адаптер USB 2.0 (совместное использование).

Традиционные запросы ISA IRQ 0...15 в данной системе использовались только для устройств ISA, тем самым предотвратив конфликты устройств ISA-PCI.

Чтобы обеспечить работоспособность необходимых служб APIC контроллер APIC должен быть активизирован в системной BIOS до установки Windows 2000/XP/Vista.

Примечание

Контроллер APIC должен быть активизирован в системной BIOS до установки 64-разрядных версий Windows XP, 2003 и Vista.

Конфликты прерываний

Вероятно, наиболее распространенный конфликт прерываний (IRQ) связан с интегрированным последовательным портом COM2, существующим в современных системных платах, и внутренним модемом (имеется в виду полноценный внутренний PC-модем, а не программный модем, который также называется *WinModem*). Дело в том, что в полноценном внутреннем модеме уже есть поддержка некоторого порта; по умолчанию этот порт назначается в COM2, при этом в системе также обычно включен второй последовательный порт. Таким образом, в системе оказывается два идентичных порта, использующих одни и те же ресурсы (прерывания и адреса порта ввода-вывода).

Решить эту проблему довольно просто: следует войти в BIOS Setup системы и отключить встроенный порт COM2. Кроме того, можно подумать об отключении порта COM1, который также используется крайне редко. Отключение неиспользуемых портов COMx — один из лучших способов высвобождения прерываний (IRQ) для других устройств.

Еще один распространенный конфликт также связан с последовательными портами. В стандартной таблице распределения прерываний вы, наверное, заметили, что IRQ3 назначается порту COM2, а IRQ4 — порту COM1. Проблема возникает тогда, когда в систему добавляются дополнительные порты COM3 и/или COM4 и им не назначаются вручную свободные прерывания (по умолчанию они используют все те же IRQ3 и IRQ4).

Дополнительные сложности вносит то, что некоторые платы портов не допускают выбора прерываний, отличных от IRQ3 и IRQ4. В результате назначение IRQ3 порту COM4 и IRQ4 порту COM3 приводит к конфликту с портами COM1 и COM2, также использующими эти прерывания: два порта не могут одновременно использовать один и тот же канал управления прерываниями. При работе в DOS это допускалось, поскольку в ней одновременно могла выполняться только одна задача, но в Windows и OS/2 это совершенно невозможно. Для того чтобы в компьютере можно было применять более двух параллельных портов COM, необходима многопортовая плата, которая, помимо прерываний с номерами 3 и 4, позволяет использовать дополнительные прерывания. Совместное использование прерываний в принципе допустимо для устройств, которые в обычных условиях не работают одновременно (или постоянно). Порты не попадают в эту категорию устройств. Совместно можно применять прерывание для сканера и модема, однако и в этом случае, если они будут использоваться одновременно, возникнет конфликт. К счастью, большинство устройств, которые ранее использовали порты (например, мыши, принтеры этикеток и внешние модемы), теперь подключаются к портам USB, так что проблем с необходимостью поддержки множества портов у современных пользователей компьютеров возникать не должно.

Если все же необходимо использовать несколько последовательных портов, лучшим решением станет покупка многопортовой платы, которая либо предоставляет возможность установить неконфликтующие прерывания, либо содержит собственный процессор, позволяющий распределять одно системное прерывание между несколькими портами. Некоторые старые многопортовые карты имели интерфейс ISA, но сегодня их вытеснили карты PCI, которые к тому же имеют преимущества в быстродействии.

Если некоторое устройство, упомянутое в таблице, отсутствует (например, встроенный порт мыши (IRQ12) или второй параллельный порт (IRQ5)), их прерывания можно считать доступными. К примеру, второй параллельный порт можно встретить крайне редко, так что отведенное для него прерывание IRQ5 чаще всего используется для платы звукового адаптера. Аналогично прерывание IRQ15 используется для вторичного контроллера IDE. Если в системе к вторичному каналу IDE не подключены дисковые устройства, можно отключить этот контроллер в BIOS, тем самым освободив еще одно прерывание для других устройств.

Следует отметить, что проще всего проверить настройки прерываний в диспетчере устройств Windows. В системе Windows 95b существует программа HWDIAG, а в Windows 98 и более поздних версиях — консоль **Сведения о системе**. Эти утилиты позволяют получить детальный отчет об использовании ресурсов в системе, а также об установленных драйверах устройств и записей реестра Windows для каждого из устройств. В системах Windows XP и Vista информацию о системе предоставляет программа `Msinfo32`.

Чтобы обеспечить максимально возможное количество совместных прерываний в современной системе без разъемов ISA, при работе с системной BIOS выполните следующие действия.

1. Отключите все неиспользуемые порты в системной BIOS. Например, если вместо последовательного и параллельного портов используются порты USB, отключите их. В результате можно высвободить до трех прерываний.
2. Укажите прерывание IRQ, освобожденное в п. 1, в списке доступных прерываний для устройств PCI/PnP. В зависимости от версии BIOS соответствующие параметры доступны в разделе **PnP/PCI Resource Exclusion** или **PnP/PCI Configuration**.
3. Активизируйте параметр **Reset Configuration Data**, чтобы очистить таблицы маршрутизации IRQ в памяти CMOS.
4. Сохраните изменения и завершите работу с программой настройки BIOS.

Каналы прямого доступа к памяти (DMA)

Такие каналы используются устройствами, осуществляющими высокоскоростной обмен данными. Последовательный и параллельный порты, например, не используют каналы пря-

мого доступа к памяти (DMA), в отличие от звуковой платы и адаптера SCSI. Один канал DMA может использоваться разными устройствами, но не одновременно. Например, канал DMA 1 может использоваться как сетевым адаптером, так и накопителем на магнитной ленте, но вы не сможете записывать информацию на ленту при работе в сети. Для этого каждому адаптеру необходимо выделить свой канал DMA.

Примечание

В современных компьютерах существует несколько типов каналов DMA. Каналы, рассматриваемые в настоящем разделе, связаны с шиной ISA. Другие шины, такие как ATA/IDE, предназначенная для дисковых устройств, несколько по-другому используют эти каналы. Таким образом, материал, представленный в настоящем разделе, не относится к устройствам ATA/IDE, даже если в них используется режим DMA или Ultra DMA.

Каналы DMA 8-разрядной шины ISA

В этой шине для скоростной передачи данных между устройствами ввода-вывода и памятью можно использовать четыре канала DMA. Стандартное распределение этих каналов приведено в табл. 4.80.

Таблица 4.80. Функции каналов DMA в 8-разрядной шине ISA

Канал DMA	Стандартная функция	Тип разъема
0	Регенерация динамической памяти	Нет
1	Доступен	8-разрядный
2	Контроллер гибких дисков	8-разрядный
3	Контроллер жестких дисков	8-разрядный

Поскольку в большинстве компьютеров установлены контроллеры как гибких, так и жестких дисков, доступным остается только один канал DMA.

Каналы DMA 16-разрядной шины ISA

С появлением процессора 286 количество каналов DMA в шине ISA было доведено до восьми, причем семь из них доступны платам адаптеров, устанавливаемым в слоты. Как и дополнительные линии IRQ, эти каналы DMA подключены с помощью второго контроллера, имеющего каскадное подключение к первому.

Канал DMA 4 используется для подключения к процессору каналов DMA 0–3. Каналы 0–3 доступны для 8-разрядных обменов данными, а каналы 5–7 — только для 16-разрядных. Стандартное распределение каналов DMA приведено в табл. 4.81.

Таблица 4.81. Функции каналов DMA в 16-разрядных шинах ISA, EISA и MCA

Канал DMA	Стандартная функция	Разъем шины	Тип адаптера	Канал передачи	Рекомендации по использованию
0	Доступен	Да	16-разрядный	8-разрядный	Звуковая плата
1	Доступен	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный	Звуковая плата
2	Контроллер гибких дисков	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный	Контроллер гибких дисков
3	Доступен	Да	8- или 16-разрядный	8-разрядный	Параллельный порт LPT1: в режиме ECP
4	Первый контроллер DMA	Нет	—	16-разрядный	—
5	Доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный	Звуковая плата
6	Доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный	—
7	Доступен	Да	16-разрядный	16-разрядный	—

Следует отметить, что адаптеры PCI не используют каналы прямого доступа к памяти ISA, данные каналы доступны только для плат ISA. Однако некоторые платы PCI (например, звуковые) эмулируют эти каналы DMA для работы со старым программным обеспечением.

Из всех каналов DMA стандартное назначение во всех компьютерных системах имеет только канал DMA 2, который используется контроллером гибких дисков. Канал DMA 4

не используется и не представлен в слотах шины. Каналы DMA 1 и DMA 5 обычно используются в звуковых платах, например в Sound Blaster 16. Для скоростной передачи информации эта плата использует как 8-, так и 16-разрядный канал. Канал DMA 3 используется в том случае, если для параллельного порта задан режим ECP или EPP/ECP. Некоторые нестандартные системы, например старые компьютеры Packard Bell, при работе с параллельным портом по умолчанию используют канал DMA 1, а не DMA 3. В этом случае канал DMA 3 можно назначить параллельному порту с помощью переключателей на системной плате, что позволит избежать конфликтов со звуковыми платами, использующими канал DMA 1.

Примечание

Заметьте, что хотя канал DMA 0 представлен в слотах расширения 16-разрядного разъема и поэтому может использоваться только 16-разрядными адаптерами, работает он, как 8-разрядный. Поэтому часто контакты канала DMA 0 не представлены на 16-разрядных платах, которые не могут нормально работать в 8-разрядном режиме. На таких 16-разрядных платах (наподобие адаптера стандарта SCSI), которые используют каналы DMA, представлены контакты каналов 5–7.

Адреса портов ввода-вывода

Порты ввода-вывода позволяют установить связь между устройствами и программным обеспечением в компьютере. Если вы хотите отправить какую-либо информацию в последовательный порт, то должны знать, какой порт ввода-вывода (радиоканал) он прослушивает. Аналогично, если нужно получить данные из последовательного порта, следует прослушивать тот адрес, на который они передаются.

В отличие от прерываний IRQ и каналов прямого доступа к памяти, в персональных компьютерах существует великое множество портов ввода-вывода. Существует 65535 портов, пронумерованных от 0000h до FFFFh, и это, пожалуй, самый удивительный артефакт в процессоре Intel. Хотя многие устройства используют до восьми портов, все равно их доступного количества более чем достаточно. Самая большая проблема состоит в том, чтобы двум устройствам случайно не назначить один и тот же порт.

Современные системы, поддерживающие спецификацию Plug and Play, автоматически разрешают любые конфликты из-за портов, выбирая альтернативные порты для одного из конфликтующих устройств.

Хотя порты ввода-вывода обозначаются шестнадцатеричными адресами, подобными адресам памяти, они не являются памятью, они — порты. Различие состоит в том, что данные, отправленные по адресу памяти 1000h, будут сохранены в модуле памяти SIMM или DIMM. Если вы отправляете данные по адресу 1000h порта ввода-вывода, то они попадают на этот “канал” шины, и любое устройство, прослушивающее канал, может их принять. Если никакое устройство не прослушивает этот адрес порта, то данные достигнут конца шины и будут поглощены ее нагрузочными резисторами.

Специальные программы — драйверы — взаимодействуют с устройствами, используя различные адреса портов. Драйвер должен знать, какие порты использует устройство, чтобы работать с ним. Обычно это не составляет проблемы, поскольку и драйвер, и устройство, как правило, поставляются одним и тем же производителем.

Системная плата и набор микросхем системной логики обычно используют адреса портов ввода-вывода от 0h до Fh, а все другие устройства — от 100h до FFFFh. В табл. 4.82 приведены адреса портов ввода-вывода, обычно используемые системной платой и набором микросхем системной логики.

Чтобы выяснить, какие адреса порта используются в конкретной системной плате, взгляните в прилагаемую к ней документацию или же воспользуйтесь диспетчером устройств Windows.

Устройства на шине, как правило, используют адреса, начиная с 100h. В табл. 4.83 приведены адреса, обычно используемые устройствами на шине и адаптерами.

Таблица 4.82. Адреса портов, используемые устройствами системной платы и набором микросхем системной логики

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
000-000F	16 байт	Набор микросхем системной логики — 8237 DMA 1
0020-0021	2 байт	Набор микросхем системной логики — контроллер прерываний 8259 (1)
002E-002F	2 байт	Регистры контроллера конфигурации Super I/O
0040-0043	4 байт	Набор микросхем системной логики — счетчик/таймер 1
0048-004B	4 байт	Набор микросхем системной логики — счетчик/таймер 2
0060	1 байт	Байт контроллера клавиатуры и мыши — Reset IRQ
0061	1 байт	Набор микросхем системной логики — NMI, динамик
0064	1 байт	Байт CMD/STAT контроллера клавиатуры и мыши
0070, бит 7	1 бит	Набор микросхем системной логики — Enable NMI
0070, биты 6:0	7 бит	MC146818 — часы реального времени, адрес
0071	1 байт	MC146818 — часы реального времени, данные
0078	1 байт	Зарезервирован — конфигурирование платы
0079	1 байт	Зарезервирован — конфигурирование платы
0080-008F	16 байт	Набор микросхем системной логики — регистры страниц DMA
00A0-00A1	2 байт	Набор микросхем системной логики — контроллер прерываний 8259 (2)
00B2	1 байт	Порт управления APM
00B3	1 байт	Порт состояния APM
00C0-00DE	31 байт	Набор микросхем системной логики — 8237 DMA 2
00F0	1 байт	Восстановление при ошибках сопроцессора

Таблица 4.83. Адреса портов устройств на шине

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
0130-0133	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0134-0137	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0168-016F	8 байт	Четвертый разъем IDE
0170-0177	8 байт	Вспомогательный разъем IDE
01E8-01EF	8 байт	Третий разъем IDE
01F0-01F7	8 байт	Первичный контроллер жестких дисков IDE/AT (16 бит)
0200-0207	8 байт	Адаптер игрового порта или джойстика
0210-0217	8 байт	IBM XT Expansion Chassis
0220-0233	20 байт	Creative Labs Sound Blaster 16 Audio (по умолчанию)
0230-0233	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0234-0237	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0238-023B	4 байт	Мышь MS (альтернативная)
023C-023F	4 байт	Мышь MS (по умолчанию)
0240-024F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (по умолчанию)
0240-0253	20 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативная)
0258-025F	8 байт	Intel Above Board
0260-026F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0260-0273	20 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативная)
0270-0273	4 байт	Порты ввода-вывода (для чтения) Plug and Play
0278-027F	8 байт	Параллельный порт 2 (LPT2)
0280-028F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0280-0293	19 байт	Звуковая плата Creative Labs Sound Blaster 16 (альтернативная)
02A0-02AF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02C0-02CF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02E0-02EF	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
02E8-02EF	8 байт	Последовательный порт 4 (COM4)
02EC-02EF	4 байт	Стандартные порты видеоадаптера, 85 14 или ATI
02F8-02FF	8 байт	Последовательный порт 2 (COM2)
0300-0301	2 байт	Порт MPU--401 MIDI (вторичный)

Адрес (шестнадцатеричный)	Размер	Описание
0300–030F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0320–0323	4 байт	Контроллер жесткого диска XT (8 бит)
0320–032F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0330–0331	2 байт	Порт MPU-401 MIDI (по умолчанию)
0330–0333	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (по умолчанию)
0334–0337	4 байт	Адаптер Adaptec SCSI (альтернативный)
0340–034F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0360–036F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0366	1 байт	Четвертый порт IDE (управление)
0367, биты 6:0	7 бит	Четвертый порт IDE (статус)
0370–0375	6 байт	Вторичный контроллер гибких дисков
0376	1 байт	Вторичный порт IDE (управление)
0377, бит 7	1 бит	Вторичный контроллер гибких дисков (изменение)
0377, биты 6:0	7 бит	Вторичный порт IDE (состояние)
0378–037F	8 байт	Параллельный порт 1 (LPT1)
0380–038F	16 байт	Адаптер SMC Ethernet (альтернативный)
0388–038B	4 байт	FM-синтезатор
03B0–03BB	12 байт	Стандартные порты видеоадаптера, Mono/EGA/VGA
03BC–03BF	4 байт	Параллельный порт 1 (LPT1) в некоторых системах
03BC–03BF	4 байт	Параллельный порт 3 (LPT3)
03C0–03CF	16 байт	Стандартные порты видеоадаптера, EGA/VGA
03D0–03DF	16 байт	Стандартные порты видеоадаптера, CGA/EGA/VGA
03E6	1 байт	Третий порт IDE (команды)
03E7, биты 6:0	7 бит	Третий порт IDE (состояние)
03E8–03EF	8 байт	Последовательный порт 3 (COM3)
03F0–03F5	6 байт	Первичный контроллер гибких дисков
03F6	1 байт	Первичный порт IDE (команды)
03F7, бит 7	1 бит	Первичный контроллер гибких дисков (изменение)
03F7, биты 6:0	7 бит	Состояние первичного порта IDE
03F8–03FF	8 байт	Последовательный порт 1 (COM1)
04D0–04D1	2 байт	Контроллер уровня прерываний PCI
0530–0537	8 байт	Звуковая система Windows (по умолчанию)
0604–060B	8 байт	Звуковая система Windows (альтернативная)
0678–067F	8 байт	LPT2 в режиме ECP
0778–077F	8 байт	LPT1 в режиме ECP
0A20–0A23	4 байт	Адаптер IBM Token Ring (по умолчанию)
0A24–0A27	4 байт	Адаптер IBM Token Ring (альтернативный)
0CF8–0CFB	4 байт	Регистры конфигурации адресов PCI
0CF9	1 байт	Turbo и регистр сброса управления (Reset Control Register)
0CFC–0CFF	4 байт	Регистры данных конфигурации PCI
FF00–FF07	8 байт	Регистры Bus Master IDE
FF80–FF9F	32 байт	Универсальная последовательная шина (USB)
FFA0–FFA7	8 байт	Регистры первичного контроллера IDE
FFA8–FFAF	8 байт	Регистры вторичного контроллера IDE

Чтобы точно знать, какие адреса используют ваши устройства, настоятельно рекомендуем обратиться к документации или просмотреть информацию об устройстве в диспетчере устройств Windows.

Практически все устройства на системных шинах используют адреса портов ввода-вывода. Большинство из них стандартизировано, поэтому, как правило, каких-либо конфликтов или проблем с адресами портов для этих устройств не возникает.

Устранение конфликтов, возникающих при использовании ресурсов

Ресурсы компьютера ограничены, а потребность в них воистину беспредельна. Устанавливая в компьютер новые платы адаптеров, вы существенно увеличиваете вероятность возникновения между ними конфликтов. Если система не удовлетворяет спецификации Plug and Play, то разрешением конфликтов приходится заниматься вручную.

Каковы признаки конфликтов, связанных с неправильным использованием ресурсов? Один из них — прекращение работы какого-либо устройства. Но могут быть и другие:

- данные передаются с ошибками;
- компьютер часто “зависает”;
- звуковая плата искажает звук;
- мышь не функционирует;
- на экране неожиданно появляется “мусор”;
- принтер печатает бессмыслицу;
- гибкий диск не поддается форматированию;
- Windows 9x/Me при загрузке переключается в режим защиты от сбоев, а в Windows 2000/XP может быть загружена только последняя работоспособная конфигурация.

Диспетчер устройств в Windows 2000/XP отмечает конфликтующие устройства желтой или красной пиктограммой. Это самый быстрый способ обнаружения конфликтов.

Ниже рассматриваются некоторые способы выявления конфликтов и устранения их причин.

Внимание

Диагностируя систему, будьте внимательны. Возможно, проблемы связаны не с неправильным (конфликтным) использованием ресурсов, а с компьютерным вирусом. Большинство из вирусов создаются именно для того, чтобы периодически отравлять вам жизнь. Если возникло подозрение, что в компьютере неправильно распределяются ресурсы или назревает какой-либо другой конфликт, то на всякий случай стоит запустить какую-нибудь антивирусную программу — это, возможно, избавит вас от многих часов бессмысленной работы.

Один из способов разрешения конфликтов состоит в их предотвращении. Хочу предложить несколько советов, которые помогут избежать многих проблем при формировании новой системы. Прежде всего, старайтесь не использовать устройства ISA. По определению они не способны совместно использовать прерывания, а это один из самых востребованных ресурсов. Вместо ISA лучше устанавливать платы PCI и AGP, допускающие совместное использование прерываний и поддерживающие функцию управления прерываниями.

Совет

Последовательный и параллельный порты, а также порт мыши PS/2, присутствующие в большинстве компьютеров, представляют собой устройства ISA, которые не имеют возможности совместно использовать системные прерывания. Если данные порты не используются, выделенные для них прерывания могут быть назначены другим устройствам в следующих случаях:

- если ненужный порт отключен в BIOS;
- если BIOS настроена на использование прерывания, изначально задействованного устройством для конфигурационной настройки PnP; в некоторых компьютерах подобные параметры указаны автоматически.

Кроме того, платы необходимо устанавливать в определенной последовательности (а не одновременно все). Порядок установки плат очень важен, так как многие из них используют вполне определенные прерывания, характерные для каждой марки или модели платы. При последовательной установке плат программное обеспечение устройств Plug and Play (PnP) значи-

тельно упрощает решение конфликтов IRQ, вызванных заданными по умолчанию конфигурациями различных плат.

При первоначальной загрузке собранной или модернизированной системы сразу же следует обратить внимание на настройки BIOS. Если операционная система, установленная на вашем компьютере, поддерживает устройства Plug and Play, убедитесь в том, что это нашло отражение в настройках BIOS. В противном случае (например, для Windows NT и Windows 3.x) придется отключить поддержку PnP.

Для первого запуска я бы порекомендовал использовать минимальную конфигурацию системы, включающую в себя только графическую плату, модули памяти, жесткий диск, дисководы гибких дисков, CD-ROM или DVD. Подобная конфигурация позволяет уменьшить вероятность возникновения системных конфликтов. Если к системной плате прилагается компакт-диск с необходимыми драйверами наборов микросхем или других встроенных компонентов, то их нужно сразу загрузить или установить. Перед установкой каких-либо других плат или внешних устройств необходимо завершить конфигурирование всех уже существующих компонентов системы.

Завершив настройку основной системы и успешно загрузив операционную систему со всеми “заплатами” и обновлениями, начинайте устанавливать различные устройства. Порядок установки следующий: выключите компьютер, установите нужную плату, включите питание, а после загрузки операционной системы установите необходимые драйверы и настройте устройство. Чтобы полностью завершить конфигурирование, вероятно, придется снова перезагрузить систему.

Совет

Между установками новых устройств обычно рекомендуется запустить диспетчер устройств в Windows и вывести на печать существующие на данный момент настройки. Это поможет вам отслеживать изменения в конфигурации, произошедшие при установке и настройке различных устройств.

Существует рекомендованная последовательность установки дополнительных плат.

1. Звуковая плата.
2. Внутренний или внешний модем.
3. Сетевая плата.
4. Дополнительные видеоустройства, например декодер MPEG, 3D-акселераторы и т.п.
5. Адаптер SCSI.
6. Другие устройства.

Описанный порядок формирования или конфигурирования системы позволяет значительно упростить процесс интеграции и уменьшить количество возможных конфликтов.

Разрешение конфликтов вручную

Ранее для решения проблем, связанных с конфликтами ресурсов, существовал единственный способ — вручную изменить размещение переключателей на платах подключаемых адаптеров. К счастью, появилась технология PnP, позволяющая выполнять настройки с помощью программы **Диспетчер устройств** в операционной системе. В некоторых старых платах PnP также были переключатели или предоставлялись программные параметры, которые приходилось настраивать вручную, что относилось в основном к платам ISA PnP.

Прежде чем что-либо изменить, запишите параметры исходной конфигурации системы, чтобы в любой момент можно было к ней вернуться.

Постарайтесь раздобыть документацию к платам адаптеров, особенно если они оснащены переключателями или переключками для переключения в режим PnP. Если документация отсутствует, то назначение переключателей и переключателей можно выяснить на сайте производителя.

Теперь вы готовы к работе. Прежде чем приступить к ней, ответьте на несколько важных вопросов (это поможет сузить область поиска).

- **Когда впервые возник данный конфликт?** Если сразу после установки новой платы адаптера, то, по-видимому, причиной была именно она; если после запуска новой программы, возможно, эта программа использует какое-то устройство, которое по-новому перераспределяет ресурсы компьютера.
- **Есть ли в компьютере два устройства, которые не работают одновременно?** Если, например, не работают мышь и модем, значит, конфликт возник именно между ними.
- **Возникла ли аналогичная проблема у других пользователей и как они ее решали?** Найдите с помощью форумов Интернета пользователей, которым удалось справиться с подобной проблемой.

После любого изменения конфигурации компьютера перезагрузите его и проверьте, не исчез ли конфликт. Если вам кажется, что все в порядке, проверьте работу всех программ. Устранение одних проблем часто порождает другие. Убедиться в их полном отсутствии можно только после тщательной проверки всей системы.

При ликвидации конфликтов, связанных с использованием ресурсов, удобно использовать таблицу конфигурации, которую следует обновлять после каждого изменения параметров компьютера.

Применение шаблона таблицы конфигурации

Шаблон таблицы конфигурации компьютера очень прост и удобен, поскольку всегда проще посмотреть на лист бумаги, чем рыться в своей памяти. Вначале в шаблон следует внести данные о тех ресурсах, которые используются каждым компонентом компьютера. Если вы захотите внести в систему какие-либо изменения или установить новый адаптер, то сможете быстро найти источник проблем. Для вывода на печать необходимой информации можно воспользоваться диспетчером устройств Windows.

Лучше использовать шаблон таблицы, состоящий из трех разделов: “Системные прерывания”, “Устройства, не использующие прерываний” и “Каналы DMA”. В каждом разделе слева следует перечислить каналы IRQ и DMA, а справа — адреса портов ввода-вывода для установленных компонентов. Таким образом, можно получить четкое представление о том, какие ресурсы в системе используются и какие доступны.

Ниже приведен шаблон таблицы конфигурации, над структурой которого мы работали долгие годы, а теперь используем его практически каждый день. Данный тип конфигурации построен на основе имеющихся ресурсов компьютера, а не на основе его компонентов. Каждая строка таблицы соответствует одному ресурсу, напротив которого представлен список адресов для его применения. В шаблоне указаны все компоненты, использование определенных ресурсов для которых фиксировано и не может быть изменено.

Для создания подобного шаблона выполните описанные ниже действия.

1. Определите ресурсы, использование которых закреплено за конкретными встроенными компонентами компьютера — последовательными и параллельными портами, контроллерами дисковых накопителей и видеоадаптерами. В приведенном ниже примере шаблона можно увидеть, как обычно сконфигурированы стандартные устройства.
2. Укажите ресурсы, которые используются дополнительными компонентами системы, например адаптером SCSI, звуковой, сетевой и другими специальными платами. В случае использования устройствами технологии PnP не существует такого понятия, как значения по умолчанию. Для определения ресурсов, используемых таким устройством, следует воспользоваться диспетчером устройств или любой другой программой диагностики.
3. Измените конфигурацию устройств, вступающих в конфликт. Постарайтесь сохранить за встроенными устройствами (а также за звуковой платой) предназначенные для них

ресурсы. Использование ресурсов другими компонентами можно изменить, но не забудьте сделать об этом соответствующие записи.

Шаблон таблицы конфигурации, конечно же, лучше всего составлять до установки в компьютере новых устройств. Сохраните созданный шаблон. Когда вы решите добавить в компьютер какое-либо устройство, он послужит полезным руководством для определения наилучшего способа его конфигурирования.

Примечание

Благодаря использованию конфигурации Plug and Play (PnP) времена фиксированных прерываний и других аппаратных ресурсов уходят в прошлое. Не удивляйтесь тому, что при установке новой платы система изменит существующие прерывания, адреса портов ввода-вывода или параметры DMA. Именно поэтому рекомендуется записывать установочные параметры до и после установки нового устройства.

Кроме того, можно отследить, какие разъемы PCI используются той или иной платой, так как система способна преобразовывать прерывания PCI в зависимости от существующих прерываний ISA. Более того, некоторые системы соединяют попарно разъемы PCI, назначая платам, установленным в парные разъемы, одни и те же прерывания ISA.

На втором бланке приведен тот же шаблон, заполненный для типичной PC-системы, объединяющей PSI- и ISA-устройства.

Как видно из шаблона таблицы конфигурации, после установки всех компонентов компьютера свободными остались только один канал IRQ и два канала DMA. Если же активизировать шину USB, свободных прерываний вообще не останется. Это еще раз доказывает то, что ограниченное число прерываний представляет проблему в большинстве современных систем. В примере можно без труда освободить еще одно прерывание (IRQ4), если последовательный порт COM1 не используется. В приведенной в примере конфигурации в материнскую плату встроены контроллеры первичного и вторичного каналов IDE:

- контроллер гибких дисков;
- два последовательных порта;
- один параллельный порт.

Не имеет значения, встроены эти устройства непосредственно в системную плату или подключены к ней через дополнительные платы, поскольку потребление ресурсов сохраняется неизменным. Для данных устройств характерно стандартное распределение ресурсов, которое отражается в конфигурации компьютера. Затем устанавливаются дополнительные служебные платы. В данном примере были установлены такие платы:

- видеоадаптер SVGA (ATI Mach 64);
- звуковая плата (Creative Sound Blaster 16);
- адаптер SCSI (Adaptec AHA-1542CF);
- сетевая плата (SMC EtherEZ).

Устанавливая эти платы, придерживайтесь такой последовательности. Начните с видеоадаптера, а затем установите звуковую плату. Очень часто возникают проблемы с программным обеспечением, использующим звуковую плату. Поэтому установите ее в первую очередь, чтобы обеспечить стандартное потребление ресурсов. Изменять настройки, принятые по умолчанию, лучше на других картах.

Затем установите плату SCSI. Используемые ею по умолчанию адреса портов ввода-вывода (330–331) и каналы DMA (DMA 5) конфликтуют с распределением ресурсов для звуковой платы. Поэтому, чтобы предотвратить возникновение конфликтных ситуаций, заданное по умолчанию распределение ресурсов следует изменить.

Таблица системных ресурсов

Модель компьютера и
компания-изготовитель _____
Серийный номер _____
Дата последнего
изменения _____

Системные прерывания (IRQs)**Адреса портов ввода-вывода**

0 - Системный таймер _____	040-04B _____
1 - Контроллер клавиатуры и мыши _____	060 & 064 _____
2 - Второй контроллер прерываний _____	0A0-0A1 _____
8 - Часы/CMOS _____	070-071 _____
9 - _____	_____
10 - _____	_____
11 - _____	_____
12 - _____	_____
13 - Сопроцессор _____	0F0 _____
14 - _____	_____
15 - _____	_____
3 - _____	_____
4 - _____	_____
5 - _____	_____
6 - _____	_____
7 - _____	_____

Устройства, не использующие прерывания**Адреса портов ввода-вывода**

Стандартные порты Mono/EGA/VGA _____	3B0-3BB _____
Стандартные порты EGA/VGA _____	3C0-3CF _____
Стандартные порты CGA/EGA/VGA _____	3D0-3DF _____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Каналы DMA

0 - _____
1 - _____
2 - _____
3 - _____
4 - Каскад каналов DMA 0-3 _____
5 - _____
6 - _____
7 - _____

Таблица системных ресурсов

Модель компьютера и
компания-изготовитель Intel SE440BX-2 _____
Серийный номер 100000 _____
Дата последнего
изменения 06/09/99 _____

Системные прерывания (IRQs)**Адреса портов ввода-вывода**

0 - Системный таймер _____	040-04B _____
1 - Контроллер клавиатуры и мыши _____	060 & 064 _____
2 - Второй контроллер прерываний _____	0A0-0A1 _____
8 - Часы/CMOS _____	070-071 _____
9 - Сетевая плата EtherEZ Ethernet _____	340-35F _____
10 - _____	_____
11 - Адаптер Adaptec 1542CF SCSI (сканер) _____	334-337* _____
12 - Порт мыши _____	060 и 064 _____
13 - Сопроцессор _____	0F0 _____
14 - Первый канал IDE (жесткие диски 1 и 2) _____	1F0-1F7, 3F6 _____
15 - Второй канал IDE (CD-ROM) _____	170-177, 376 _____
3 - Последовательный порт 2 (модем) _____	3F8-3FF _____
4 - Последовательный порт 1 (COM 1) _____	2F8-2FF _____
5 - Звуковая плата Sound Blaster 16 _____	220-233 _____
6 - Контроллер гибких дисков _____	3F0-3F5 _____
7 - Параллельный порт 1 (принтер) _____	378-37F _____

Устройства, не использующие прерывания:**Адреса портов ввода-вывода:**

Стандартные порты Mono/EGA/VGA _____	3B0-3BB _____
Стандартные порты EGA/VGA _____	3C0-3CF _____
Стандартные порты CGA/EGA/VGA _____	3D0-3DF _____
Дополнительные порты ATI Mayh 64 SVGA _____	102, 1CE-1CF, 2EC-2EF _____
Порт MIDI Sound Blaster 16 _____	330-331 _____
Игровой порт Sound Blaster 16 (разъем джойстика) _____	200-207 _____
Синтезатор FM Sound Blaster 16 (музыка) _____	388-38B _____

Каналы DMA:

- | |
|---|
| 0 - _____ |
| 1 - Sound Blaster 16 (8-разрядный DMA) _____ |
| 2 - Контроллер гибких дисков _____ |
| 3 - Параллельный порт 1 (режим EPP/ECP) _____ |
| 4 - Каскад каналов DMA 0-3 _____ |
| 5 - Sound Blaster 16 (16-разрядный DMA) _____ |
| 6 - Адаптер Adaptec 1542CF SCSI* _____ |
| 7 - _____ |

*Нестандартные значения, которые можно изменить для предотвращения конфликтов.

После этого нужно установить сетевую плату, для которой стандартное распределение ресурсов также оказывается конфликтным. Так, типичным для сетевой платы является прерывание IRQ 3, которое уже используется портом COM2. Чтобы избежать конфликтов, лучше настроить сетевую плату на использование другого доступного прерывания, например IRQ9.

Как видите, чтобы добиться оптимальной бесконфликтной конфигурации в такой перегруженной системе, достаточно изменить настройку трех плат. Использование шаблонов таблиц конфигурации позволит составить четкий план изменения конфигурации компьютера для достижения оптимального результата. Единственная проблема, с которой можно столкнуться при составлении шаблона, — это отсутствие четких указаний об использовании платой ресурсов или документации к плате. Поэтому, чтобы иметь возможность правильно определить конфигурацию компьютера, нужно следить за сохранностью документации ко всем платам адаптеров и системной плате.

Совет

Не слишком полагайтесь на диагностические программы (например, на `msd.exe`), которые теоретически могут определить назначение IRQ и адресов портов ввода-вывода для всех установленных компонентов. Довольно часто такие программы допускают ошибки. Всего одна или две ошибки в распределении ресурсов могут значительно усложнить оптимизацию конфигурации. Если компьютер не поддерживает технологию Plug and Play, значит, для корректного определения его конфигурации вы не сможете воспользоваться ни одной программой тестирования. В системах, не поддерживающих Plug and Play, такие программы могут отобразить только приблизительную конфигурацию с большой вероятностью ошибок.

Некоторые утилиты сторонних производителей, такие как AMIDiag и Checkit, справляются с этой задачей лучше, однако оптимальный вариант — воспользоваться встроенным в Windows диспетчером устройств. Для оборудования Plug and Play диспетчер не только сообщает текущую конфигурацию, но и позволяет ее изменить (иногда для этого нужно переместить плату в другой разъем PCI). Конфигурацию старых устройств изменить программным путем невозможно; для этого следует воспользоваться переключателями или перемычками, расположенными непосредственно на плате, а также документацией ее производителя.

Как избежать проблем: специальные платы

Большинство устанавливаемых в компьютер устройств используют линии IRQ и каналы DMA, поэтому добавление новой платы адаптера может привести к новым конфликтам. Чтобы этого не случилось, используйте описанный выше шаблон таблицы конфигурации. Отслеживая и регистрируя все изменения, вы сможете избежать многих неприятностей.

Документацию лучше читать до установки платы в компьютер. В ней обычно приводятся данные об используемых платой линиях IRQ и каналах DMA. Там же можно найти сведения о том, какая верхняя память используется адаптером.

Примечание

Хотя PCI-адаптеры используют все описанные выше ресурсы, за исключением DMA, большинство из них спроектированы так, чтобы использовать любые доступные ресурсы. Таким образом, ресурсы, используемые определенной картой PCI, в большей степени контролируются системой, чем самой платой. Например, если прерывание IRQ3 или IRQ4 не используется портами COM и доступно для режима PCI/PnP, его может использовать плата PCI. Однако в системе, в которой для конфигурации PCI/PnP доступны только прерывания IRQ9, IRQ10 и IRQ11, идентичная плата может использовать любое из них. Кроме того, некоторые системы назначают различные IRQ разным разъемам PCI.

В следующих подразделах будут рассмотрены самые распространенные конфликты, с которыми можно столкнуться при установке наиболее популярных адаптеров. Хотя список этих устройств далеко не полон, приводимые сведения помогут установить довольно сложные временные устройства, например звуковую плату, плату SCSI и сетевой адаптер.

Звуковые адаптеры

Для большинства звуковых плат требуется несколько каналов связи: хотя бы одна линия IRQ, два канала DMA и несколько портов ввода-вывода. Звуковая плата — это, вероятно, самое большое и сложное устройство из всех, подключаемых к компьютеру; на самом деле в ней

сконцентрировано несколько различных устройств. В качестве примера рассмотрим плату Sound Blaster 16, производимую компанией Creative Labs.

В табл. 4.84 представлено стандартное распределение ресурсов для платы Creative Labs SB512. Поскольку звуковые адаптеры — многофункциональные устройства, каждое устройство в окне диспетчера устройств Windows отображается отдельно.

Таблица 4.84. Стандартное распределение ресурсов для платы Creative Labs SB512

Устройство	Прерывание	Адрес порта ввода-вывода	Канал DMA	
			16-разрядный	8-разрядный
Эмулятор Sound Blaster 16	5	0220-022F 0330-0331 ¹ 0388-038B ²	5	1
Мультимедийный интерфейс Creative	Нет	D400-D407	Нет	Нет
Джойстик игрового порта Creative	Нет	0200-0207	Нет	Нет
Creative SB512	9 ³	C860-C87F	Нет	Нет

1. Используется MIDI-интерфейсом.

2. Используется FM-синтезатором.

3. Меняется в зависимости от системы и типа разъема расширения PCI.

Хотя различные модели звуковых адаптеров могут иметь разные параметры, общий шаблон остается неизменным. Для эмуляции Sound Blaster требуется немало системных ресурсов. Даже если эта эмуляция не задействована (ее можно отключить, когда отсутствует потребность запуска игр DOS), плата все равно будет использовать одно прерывание и несколько адресов портов ввода-вывода. Ознакомьтесь с документацией к звуковой плате и определите параметры ее коммуникационных каналов, которые затем следует сравнить с линиями IRQ и каналами DMA, уже используемыми в системе. Далее требуется изменить параметры других адаптеров, чтобы избежать конфликта их ресурсов с ресурсами звукового адаптера. Безусловно, на все это потребуются дополнительное время. Увы, многие производители не предоставляют детальной информации по выпускаемым адаптерам PnP. Именно поэтому желательно сначала установить звуковую плату, а затем воспользоваться картой системных ресурсов для записи параметров звуковой платы перед установкой других адаптеров.

Совет

Сразу же после видеоадаптера установите звуковую плату, которая является неотъемлемой частью ПК и сравнима с настоящим колоссом в мире дополнительных компьютерных устройств. Другими словами, предоставьте звуковой плате все необходимые ресурсы и никогда не изменяйте этих стандартных установок. Обнаружив конфликт между звуковой платой и какими-либо другими устройствами, изменяйте конфигурацию этих устройств, а не звуковой платы. Часто проблемы возникают из-за того, что обучающие и игровые программы, которые используют звуковую плату, разработаны непрофессионально и требуют от нее использовать несвойственные ей ресурсы. Постарайтесь смириться с этим и позвольте звуковой плате работать в нормальном режиме.

Даже новейшие звуковые адаптеры иногда конфликтуют с другими платами, уже установленными в системе. Известны случаи, когда пользователям приходилось извлекать все платы PnP для того, чтобы компьютер должным образом распознал плату звукового адаптера.

Если в вашей системе звуковой адаптер интегрирован в материнскую плату, но вы все равно хотите использовать обособленный адаптер, не забудьте перед его установкой отключить в BIOS интегрированный контроллер.

Довольно часто возникают конфликты между звуковой платой Sound Blaster 16 и адаптером Adaptec SCSI. Оба устройства конфликтуют при использовании канала DMA 5 и портов ввода-вывода 330–331. В таком случае необходимо изменить конфигурацию потребления ресурсов платы SCSI и предоставить ей другие доступные в системе ресурсы, как это было сделано в рассмотренном выше примере с шаблоном конфигурации. Причиной этого является то, что многие старые программы предполагают использование звуковой картой стандартных

ресурсов и не работают корректно, если эти параметры были изменены. В то же время устройства SCSI способны работать с любыми доступными ресурсами.

Данные платы (Sound Blaster 16 и АНА-1542CF) упомянуты в этом примере не потому, что работа с ними всегда вызывает конфликты, а исключительно потому, что они достаточно популярны и их можно часто встретить вместе в старых системах.

Большинство пользователей используют более современные модели плат PCI, однако состав используемых ими ресурсов остается неизменным и различается лишь адресами каналов DMA. Как раз с каналами DMA проблем обычно не возникает; не хватает именно прерываний, причем даже для плат PCI, так как старые приложения, выполняемые в реальном режиме, или программы для Windows 95/3.x вынуждают присваивать PCI отдельные прерывания ISA. В качестве решения проблемы можно предложить использовать исключительно платы PCI, систему Windows 98 и более новых версий (поддерживающих технологию IRQ Steering) и приобрести системную плату с соответствующей BIOS. Тогда совместное использование прерываний будет доступно в полной мере. Практически все современные компьютеры оснащены системной платой без разъемов ISA. Так что можно считать, что с этой шиной, столько лет приносившей неприятности с распределением системных прерываний, мы уже распрощались навсегда.

Совет

Современные звуковые платы PCI в значительной степени не совместимы с ранними версиями программного обеспечения (например, DOS), так как, в отличие от плат ISA, не используют каналы DMA. Поэтому для корректной работы новых звуковых плат следует воспользоваться 32-разрядной версией программного обеспечения. Большинство новых плат PCI включает в себя программу эмуляции, которая позволяет плате работать с ранними версиями DMA-зависимого программного обеспечения, однако результат зачастую бывает непредсказуемым. Если используется интегрированная поддержка звука, в комплект поставки материнской платы должны входить драйверы эмуляции Sound Blaster.

Для достижения наилучших результатов воспользуйтесь разъемом PC/PCI, имеющимся на некоторых системных платах, для соединения коммутационного кабеля с PC/PCI-совместимой звуковой платой. Благодаря этому разъему звуковая плата может использовать каналы DMA типа ISA без неуклюжего программного обеспечения эмуляции.

Платы адаптеров SCSI

Эти платы используют больше всего системных ресурсов по сравнению почти со всеми другими сложными современными устройствами, за исключением, возможно, звуковой платы. Между такими устройствами и звуковой или сетевой платой часто возникают конфликты из-за ресурсов. Например, для стандартной платы адаптера SCSI с интерфейсом ISA требуются линия IRQ, канал DMA, диапазон адресов портов ввода-вывода и 16 Кбайт в неиспользуемой области верхней памяти для ее ROM и, возможно, RAM (область памяти для записи вразброс). Даже простейший контроллер SCSI, предназначенный для подключения сканера, требует линии IRQ и диапазона адресов порта ввода-вывода. К счастью, адаптеры стандарта SCSI легко перенастраиваются, и это не влияет на работу самих устройств. Адаптеры SCSI с интерфейсом PCI также требуют всех перечисленных выше ресурсов, за исключением канала DMA.

Прежде чем устанавливать адаптер SCSI, ознакомьтесь с документацией к нему и проверьте, свободны ли необходимые плате линии IRQ, каналы DMA, адреса портов ввода-вывода и верхняя память. Если эти системные ресурсы заняты, выясните с помощью шаблона таблицы конфигурации, как их можно освободить. Не забудьте установить переключки и переключатели на плате в соответствии с документацией и запустить прилагаемую к ней программу настройки.

Примечание

Некоторые адаптеры SCSI и сетевые адаптеры ISA поддерживают как указание параметров вручную, так и режим Plug and Play. Например, если в режиме Plug and Play заставить плату работать нельзя, задайте параметры ее работы вручную (с помощью переключек, переключателей DIP или программного обеспечения).

Сетевые адаптеры

Локальные сети приобретают все большую популярность. Стандартная сетевая плата не требует такого количества ресурсов, как платы других устройств, рассмотренных в этом разделе. Как правило, это несколько адресов портов ввода-вывода и один канал прерывания. Многие сетевые адаптеры также требуют дополнительных 16 Кбайт свободной верхней памяти, чтобы создать буфер для хранения передаваемой информации. Как и при работе с другими платами, проследите, чтобы все ресурсы были уникальными для этой платы и не использовались совместно с другими устройствами. Даже если сетевой адаптер интегрирован в материнскую плату, он все равно потребляет такие же ресурсы, что и соответствующая плата расширения.

Адаптеры с несколькими портами COM

Адаптеры последовательных портов обычно имеют два или больше выделенных портов для подключения внешних устройств. Каждому порту COM для работы необходимы линия прерывания и уникальный адрес ввода-вывода. С адресами портов ввода-вывода обычно не возникает проблем, поскольку адресация всех четырех последовательных портов четко определена и стандартизирована. Настоящие трудности появляются при определении каналов прерывания. Для устаревших моделей компьютеров характерно совместное использование портами COM3 и COM4 общих прерываний с портами COM1 и COM2 соответственно. Это практически исключает возможность использования всех четырех портов при работе в таких операционных системах, как Windows и OS/2. Прежде чем подключать к портам какие-либо устройства, убедитесь, что они используют уникальный адрес ввода-вывода, а главное — уникальный канал прерывания.

Многие современные платы мультипортовых адаптеров (например, предлагаемые компанией Byte Runer Technologies) имеют всего одно “интеллектуальное” прерывание, совместно используемое несколькими портами. В некоторых случаях возможно использование до 12 последовательных портов без возникновения каких-либо конфликтов. Проверьте в документации, не поддерживает ли устанавливаемая вами плата такое совместное использование прерываний.

Хотя в большинстве случаев проблемы связаны с использованием разными устройствами одних и тех же линий прерывания, следует отметить один типичный случай, когда конфликт возникает из-за адреса ввода-вывода. Многие современные наборы микросхем видеоадаптера SVGA с высоким разрешением, например производимые S3, Inc. и ATI, используют дополнительный адрес порта ввода-вывода (тот же, который используется портом COM4).

Так, видеоадаптер ATI дополнительно использует адреса 2EC–2EF портов ввода-вывода, и возникает проблема, поскольку порт COM4 в стандартной конфигурации использует диапазон адресов 2E8–2EF, который пересекается с диапазоном адресов видеоадаптера. Для нормальной работы видеоадаптера нужно либо переадресовать порт COM4, либо просто не использовать его для подключения периферийных устройств. Если вы решили изменить адрес последовательного порта, то, во-первых, убедитесь, что новый адрес не совпадает с адресами портов ввода-вывода других подключенных устройств, и, во-вторых, не забудьте настроить программы и драйверы операционной системы так, чтобы они использовали нестандартный адрес порта COM4.

В большинстве случаев порты USB и 10/100 Ethernet позволяют выполнять все функции, ранее присущие последовательным портам. Если в таких портах нет необходимости, рекомендуется их отключить, избавиться от плат с последовательными портами и назначить освободившиеся прерывания в BIOS для плат AGP/PCI. Это позволит избежать возможных конфликтов прерываний.

Универсальная последовательная шина (USB)

Порты USB 1.1/2.0 устанавливаются в большинстве системных плат, и операционная система Windows Me/2000/XP правильно их поддерживает. Проблема в том, что для USB требуется еще одно прерывание в системе, а зачастую именно прерываний и не хватает. В таком случае можно отключить другие устройства (например, порты COM и LPT). Если в системе используется управление IRQ, то проблем с прерываниями практически не возникает.

Наибольшим преимуществом шины USB является то, что эта шина, независимо от количества подключенных устройств (которых может быть до 127), использует только одно прерывание (IRQ). Некоторые системы имеют по несколько контроллеров USB, однако они могут совместно использовать прерывания друг с другом и с шиной PCI. Это позволяет практически без ограничений подсоединять или отключать устройства от шины USB, не беспокоясь о возможной нехватке или конфликтах существующих ресурсов.

Если вы не используете никаких устройств USB, отключите порт с помощью программы настройки BIOS на системной плате, чтобы освободить IRQ, который использовался этим портом. В будущем, когда на шине USB будут устанавливаться клавиатура, мышь, модемы, принтеры и другие устройства, недостатка в IRQ не будет. Кроме того, разрешению этой проблемы может способствовать и удаление шины ISA.

Чтобы добиться оптимальной производительности съемных устройств большой емкости, дисководов CD/DVD с возможностью перезаписи, сканеров и принтеров, следует приобретать системные платы, имеющие порты USB 2.0. Эти порты полностью совместимы с интерфейсом USB 1.1 и обеспечивают довольно высокую производительность при одновременной работе с несколькими устройствами USB. Кроме того, к системной плате можно подключить отдельный адаптер USB 2.0 с соответствующими портами.

Другие платы

Некоторые видеоадаптеры поставляются с усовершенствованным программным обеспечением, которое предоставляет дополнительные возможности (например, рабочий стол размером больше экрана, подключение специальных мониторов, динамическое переключение режимов и т.д.). К сожалению, зачастую для этого программного обеспечения требуется сконфигурировать плату таким образом, чтобы она использовала прерывание. Советую обходиться без этого ненужного программного обеспечения и конфигурировать плату так, чтобы освободить прерывание для других устройств.

К дополнительным платам можно также отнести декодер MPEG, который работает совместно с обычным графическим адаптером. Этот декодер используется для создания видеofilмов, их редактирования или просмотра DVD-фильмов. В то же время он также потребляет дополнительные ресурсы системы, которые должны быть свободны. Если в вашей системе установлен процессор с тактовой частотой 300 МГц и выше и при этом используется видеокарта AGP, потребность в дополнительной карте декодера практически отпадает — ее можно вынуть, а для воспроизведения DVD применять стандартные аппаратные средства. Естественно, для просмотра фильмов DVD потребуется специальная программа, которая обычно входит в комплект поставки графической карты.

Системы Plug and Play

Эти системы произвели настоящий переворот в современной технологии распределения ресурсов. Впервые они появились на рынке в 1995 году, и в большинстве новых систем используются преимущества этой технологии. Раньше при добавлении каждого нового устройства пользователи компьютеров должны были пробираться сквозь “дебри” переключателей и перемычек, а результатом чаще всего были конфликты системных ресурсов и неработающие платы.

Технологию Plug and Play нельзя назвать абсолютно новой, ее возможности были реализованы еще в таких шинах, как MCA и EISA, однако эти шины так и не стали промышленным стандартом. Так что большинство пользователей продолжали использовать шину ISA и ломать себе голову над установкой перемычек и переключателей при конфигурировании адресов портов ввода-вывода, прерываний и каналов DMA. Ранние карты PCI также использовали технологию Plug and Play, однако в то время еще не существовало средств разрешения конфликтов между картами PCI и ISA, так что большинство пользователей так и остались при своих проблемах. Технология PnP в ее современном виде обеспечивает владельцам компьютеров практически безболезненную установку любых аппаратных компонентов.

Чтобы реализовать возможности Plug and Play, необходимо следующее:

- аппаратные средства поддержки Plug and Play;
- поддержка Plug and Play в BIOS;
- поддержка режима Plug and Play операционной системой.

Каждый из этих компонентов должен поддерживать стандарт Plug and Play, т.е. удовлетворять определенным требованиям.

Аппаратные средства

Под аппаратными средствами подразумеваются как компьютерные системы в целом, так и платы адаптеров. Некоторые пользователи полагают, что в компьютере, поддерживающем технологию Plug and Play, нельзя использовать старые адаптеры шины ISA. Применять их можно, но, разумеется, преимуществ, которые предоставляет автоматическая конфигурация, уже не будет. Хотя некоторые последние карты ISA уже можно было переключать в режим PnP.

Платы адаптеров Plug and Play информируют системную BIOS и операционную систему о необходимых им ресурсах. В свою очередь, BIOS и операционная система по возможности предотвращают конфликты и передают платам адаптеров информацию о конкретных выделенных им ресурсах. После этого плата адаптера автоматически настраивается под эти ресурсы.

Компоненты BIOS

Большинству пользователей придется заменить BIOS или приобрести новые компьютеры с BIOS, поддерживающей стандарт Plug and Play. В PnP-совместимую BIOS включено 13 дополнительных системных функций, которые используются операционными системами компьютеров, базирующихся на технологии Plug and Play. Совместимые BIOS разрабатывают такие компании, как Compaq, Intel и Phoenix Technologies.

Возможности Plug and Play в BIOS реализуются в процессе выполнения процедуры POST при включении компьютера. BIOS идентифицирует и определяет расположение плат в разъемах, а также настраивает адаптеры Plug and Play. Эти действия выполняются в несколько этапов.

1. На системной плате и платах адаптеров отключаются настраиваемые узлы.
2. Обнаруживаются все устройства ISA типа Plug and Play.
3. Создается исходная таблица распределения ресурсов: портов, линий IRQ, каналов DMA и памяти.
4. Подключаются устройства ввода-вывода.
5. Осуществляется поиск ROM в устройствах ISA.
6. Устройства конфигурируются программами начальной загрузки, которые затем участвуют в запуске всей системы.
7. Настраиваемым устройствам передается информация о выделенных им ресурсах.
8. Запускается начальный загрузчик.
9. Управление передается операционной системе.

Операционная система

Некоторые производители компьютерных систем добавляют к операционной системе, например Windows 9x/Me/2000/XP, дополнительные компоненты, необходимые для управления определенными устройствами. Чаще всего, такой подход применяется для портативных компьютерных систем. Поэтому убедитесь в том, что все необходимые компоненты загружены.

Операционная система должна сообщить о конфликтах, которые не были устранены BIOS. В зависимости от возможностей операционной системы можно настроить параметры адаптеров вручную (с экрана) или выключить компьютер и изменить положение переключателей и переключателей на самих платах. При перезагрузке будет выполнена повторная проверка

и выданы сообщения об оставшихся (или новых) конфликтах. После нескольких “заходов” все конфликты, как правило, устраняются.

Примечание

Благодаря доработке спецификаций Plug and Play и особенно ACPI можно убедиться, что в системе используется новейшая BIOS и последние драйверы для подключенных устройств. Микросхема Flash ROM, применяемая в большинстве систем с поддержкой Plug and Play, позволяет загрузить новый образ BIOS с сайта производителя/поставщика компьютера и запустить программу обновления BIOS.

Выбор системной платы

Многие пользователи при выборе системных плат руководствуются не здравым смыслом или техническими характеристиками, а информацией из журнальных обзоров или, что еще хуже, рекомендациями случайных лиц. Чтобы исключить такие факторы, ниже приведен список компонентов и соответствующих критериев выбора. В нем учтено несколько важных критериев, отсутствующих в большинстве подобных списков и гарантирующих, что выбранная модель будет действительно совместимой с целью дальнейшей модернизации.

Подойдите к выбору системной платы с инженерной точки зрения, при этом внимательно рассмотрите ее со всех сторон. Не забудьте о технической поддержке на профессиональном (а не на пользовательском) уровне. Будет ли обеспечена такая поддержка? Есть ли документация и все ли она охватывает?

Перечисленными ниже компонентами и критериями можно руководствоваться при оценке любого PC-совместимого компьютера. Рассматривая конкретный компьютер, не следует рассчитывать, что он будет удовлетворять абсолютно всем этим требованиям. Но если он не удовлетворяет многим из них, держитесь от него подальше. Несколько первых пунктов наиболее критичны (хотя лично я считаю, что все они одинаково важны).

- **Набор микросхем системной логики.** Системные платы должны использовать высокоэффективный набор микросхем системной логики, поддерживающий модули DDR2 или DDR3 SDRAM DIMM. Кроме того, обязательна поддержка PCI-Express x16 и интерфейсов Serial ATA. Наборы микросхем являются краеугольным камнем системы и, вероятно, одним из ее наиболее важных элементов. Я трачу довольно много времени, решая, какой из наборов микросхем следует использовать в собираемой системе, поскольку этот выбор влияет практически на все остальные системные компоненты.
- **Процессор.** В современных системах обычно используется “гнездовая” конструкция процессора со встроенной кэш-памятью второго уровня. Оцените параметры существующих процессоров и выберите из их числа процессор, шина которого имеет наибольшую частоту. Не забывайте также о размерах кэша второго уровня; недостаточный объем кэш-памяти снижает производительность процессора. Не менее важно, чтобы кэш-память работала на полной частоте ядра (обычно это относится ко встроенной кэш-памяти). Все современные процессоры полностью удовлетворяют данному критерию. Обычно я рекомендую приобретать коробочные версии процессоров Intel и AMD, так как при этом вы получите качественный активный теплоотвод, инструкцию по установке, а также трехлетнюю гарантию от производителя.
- **Гнезда процессоров.** Для обеспечения максимальных возможностей по модернизации и высокого быстродействия следует приобретать систему, оснащенную гнездом для установки наиболее современных процессоров. В современных компьютерах используются гнезда Socket AM2 для процессоров Athlon 64 и гнезда Socket LGA775 для процессоров семейства Core 2. Если в системе используется одно из таких гнезд, можете рассчитывать на установку достаточно современных процессоров.
- **Быстродействие системной платы.** Любая материнская плата предлагает выбор тактовых частот для устанавливаемых на ней процессоров. Перед приобретением системной

платы убедитесь, что этой частоты будет достаточно для процессора, который вы собираетесь установить в системе.

- **Кэш-память.** Во всех современных системах используются процессоры с интегрированной кэш-памятью, встроенной непосредственно в кристалл процессора, что позволяет достичь максимального быстродействия. Сегодня уже крайне редко можно встретить кэш-память, размещенную на материнской плате. Убедитесь в том, что процессор содержит встроенную кэш-память второго уровня, частота которой равна полной частоте ядра, так как подобное соотношение частот обеспечивает максимальное быстродействие процессора. Все современные процессоры содержат встроенную кэш-память второго уровня, работающую на полной частоте ядра.

- **Модули памяти DIMM.** Современные системы используют модули памяти DIMM типов DDR, DDR2 и DDR3. Более старых типов памяти, таких как SIMM или еще не совсем отживших свое SDRAM и RIMM, следует избегать. Используемый тип памяти большей частью зависит от характеристик набора микросхем системной логики, так что при выборе материнской платы учитывайте и ее возможности в отношении памяти.

Для систем, используемых для выполнения ответственных заданий, выбирайте память с коррекцией ошибок (ECC), предварительно убедившись в том, что набор микросхем ее поддерживает. Следует отметить, что код коррекции ошибок не поддерживает множество стандартных наборов микросхем от Intel и других известных производителей, так что обращайтесь на этот параметр внимание при выборе системы.

В заключение следует заметить, что большинство системных плат поддерживает четыре разъема DIMM. Устанавливайте модули памяти таким образом, чтобы их не пришлось удалять при модернизации системы. Большинство систем поддерживает одну или две пары модулей двухканальной памяти. В таких системах для повышения производительности устанавливайте пары модулей с одинаковыми характеристиками.

- **Тип шины.** Современные системные платы имеют от одного до пяти разъемов PCI или PCI-Express. Убедитесь, что компоновка разъемов не мешает доступу к модулям памяти или другим компонентам системы, находящимся в корпусе. Системы с интегрированной графикой должны иметь разъем PCI-Express 16x вместо AGP 4x/8x, а иногда и вместе с ним.

- **BIOS.** В системных платах должна использоваться стандартная система BIOS компаний AMI, Award или Phoenix. Для упрощения модернизации BIOS должна быть записана в микросхемах Flash-ROM или EEPROM. Ищите переключку восстановления BIOS или изменения режима, а в некоторых системах — переключку защиты от записи содержимого микросхемы Flash ROM.

- **Формфактор.** Для обеспечения максимальной производительности, гибкости, надежности и простоты обслуживания выбирайте формфактор ATX в любой из его модификаций (microATX или FlexATX). Более современный формфактор BTX выигрывает в вопросах теплоотвода, однако он дороже, чем ATX, и к тому же ограничивает выбор материнских плат, корпусов и “коробочных” процессоров.

- **Встроенные интерфейсы.** В идеальном варианте системная плата должна иметь как можно больше встроенных стандартных контроллеров и интерфейсов. При выборе платы с интегрированным видео обратите внимание на наличие разъема PCI-Express x16, необходимого для будущей модернизации графической подсистемы компьютера.

Встроенный сетевой адаптер Gigabit Ethernet также не мешает, особенно если для подключения к Интернету используется широкополосный модем (кабельный или DSL). Станет хорошим подспорьем и встроенный звуковой адаптер, особенно если он функционально совместим с Sound Blaster, предлагает многоканальный объемный звук 5.1 или 7.1 и оснащен выводом типа SPDIF для подключения к домашнему кино-

театру. Для требовательных к качеству звуковой системы пользователей наличие встроенной звуковой системы не будет определяющим фактором при выборе материнской платы — все равно придется покупать отдельную карту адаптера.

- **Встроенные интерфейсы ATA.** Все системные платы, присутствующие сегодня на рынке, содержат встроенные интерфейсы ATA и SATA, однако далеко не все они эквивалентны. Выбирайте материнские платы, содержащие от 4 до 6 разъемов SATA с пропускной способностью до 3 Гбайт/с и поддержкой RAID-массивов.

Совет

В неиссякающем потоке производимых аппаратных компонентов довольно трудно найти системную плату, обладающую всеми нужными свойствами. Поэтому обратите внимание на поисковый сервер Motherboard Homeworld's Mobot, который позволит найти наиболее подходящую плату на основании выбранных форм-фактора системной платы, платформы, набора микросхем, процессора, производителя, типа модулей памяти и разъемов, встроенных портов и т.п. Убедитесь в этом сами, обратившись по адресу:

<http://www.motherboards.org/mobot>

- **Управление питанием.** Системная плата должна полностью поддерживать усовершенствованный стандарт управления питанием ACPI. Компьютеры, удовлетворяющие стандарту Energy-Star, в режиме приостановки потребляют меньше 30 Вт электроэнергии.
- **Документация.** Системные платы должны непременно сопровождаться подробной технической документацией, описывающей все имеющиеся на плате перемычки и переключатели, разводки контактов всех разъемов, параметры микросхем кэш-памяти, модулей памяти и прочих заменяемых элементов, а также содержащей другую необходимую информацию. Многие производители предлагают эту информацию в электронном виде (обычно в формате PDF) на своих сайтах, так что перед покупкой системной платы не поленитесь зайти на сайт производителя.
- **Техническая поддержка.** Кроме документации, на сайте производителя должно предлагаться техническое сопровождение выпускаемой продукции, такое как обновления BIOS и драйверов, таблицы совместимости процессоров и памяти, а также программы, позволяющие выполнять мониторинг состояния системы. В дополнение к этой интерактивной поддержке проверьте, действительно ли можно связаться с производителем по контактному телефону и электронным адресам.

На первый взгляд может показаться, что эти требования слишком строги и большинство имеющихся в продаже системных плат им не удовлетворяют (включая и ту, которая уже установлена в вашем компьютере!). Однако, придерживаясь всех этих критериев, вы сможете выбрать системную плату наивысшего качества, сделанную по последнему слову компьютерной технологии, которую можно будет модернизировать и расширять в течение многих лет.

Чаще всего я советую приобретать системные платы таких известных компаний, как Intel, Acer, ABIT, AsusTek, SuperMicro, Tyan, FIC (First International Computer) и т.п. И хотя они могут стоить несколько дороже других, известная марка придаст вам некоторую уверенность: ведь чем больше плат продает компания, тем выше вероятность того, что имевшиеся недостатки уже обнаружены и устранены. Кроме того, техническую поддержку легче получить у крупных производителей.

Документация к системной плате

Наличие документации является важным фактором при покупке системной платы. Большинство системных плат конструируются на базе определенного набора микросхем, из которых строятся практически все узлы системной платы. Наборы микросхем выпускают такие компании, как Intel, VIA, ALI, SiS и др. Советую заказывать справочную информацию об используемом наборе микросхем непосредственно у производителя.

Пользователи очень часто задают вопросы, касающиеся программы настройки BIOS. Например, они интересуются, что означает дополнительная настройка микросхем (advanced

chipset setup) и что произойдет, если изменить ее параметры. Часто ответ на этот вопрос пытаются найти в документации к BIOS, однако настройка микросхем обычно в ней не описывается. Нужная информация приводится в технических справочниках по конкретному набору микросхем, выпускаемых производителями. Эти справочники предназначены для инженеров, разрабатывающих системные платы, и в них содержатся подробные сведения о свойствах микросхем, особенно о тех, которые можно изменять.

Не следует пренебрегать любыми справочниками и по таким важным микросхемам компьютера, как контроллеры накопителей на гибких и жестких дисках, микросхемы ввода-вывода и, конечно, центральный процессор. В справочниках вы найдете обширную информацию об этих узлах.

Внимание

Имейте в виду, что большинство производителей выпускают конкретные модификации микросхем в течение короткого промежутка времени, а затем переходят к производству их модернизированных вариантов. Справочники по микросхемам доступны только тогда, когда производятся сами микросхемы. Если же вы будете раздумывать слишком долго, может оказаться, что достать нужную документацию уже невозможно. Не откладывайте на завтра то, что нужно сделать сегодня!

Оптимальное соотношение быстродействия компонентов

Некоторые производители PC-совместимых компьютеров для снижения затрат используют нестандартные компоненты. Самым дорогостоящим элементом системной платы является процессор. Поскольку платы часто поставляются без процессоров, компании-сборщики устанавливают в них микросхемы с меньшим быстродействием. Например, компьютер может быть продан как работающий с тактовой частотой 2,4 ГГц, но на самом деле в нем установлен процессор, рассчитанный на 2 ГГц. Повышение тактовой частоты процессора выше номинальной называют *разгоном*. Даже если компьютер будет работать нормально, то надолго ли это? Когда процессор работает на частоте, превышающей номинальную, он перегревается, что может приводить к “зависаниям”, сбоям и т.д. Лучший способ остановить такую практику — покупать системы у хорошо известных, надежных производителей — у тех, кто имеет прямые связи с производителем комплектующих. Разгон неплох, если вы осуществляете его сами, отлично осознавая все последствия. Однако при покупке уже собранного компьютера, убедитесь в том, что быстродействие его комплектующих соответствует номинальному, указанному в характеристиках их производителем.

Не забудьте о термопасте для радиатора, используя которую, можно повысить эффективность последнего примерно на 30%.

Искушению приобрести дешевый компьютер легко поддаться, так как “быстрые” микросхемы стоят дороже, а Intel и другие производители маркируют процессоры “с запасом”. Я вполне мог бы купить компьютер с процессором Pentium 4 с частотой 2,4 ГГц и разогнать его до 2,6 ГГц. Если бы я обнаружил, что он “зависает” или сбивает, то немедленно вернул бы его в исходное состояние. Но, покупая систему, рассчитанную на частоту 2,6 ГГц, я вправе требовать, чтобы все ее детали были рассчитаны именно на 2600 МГц, а не на меньшую частоту.

Компании Intel и AMD стремятся противодействовать практике разгона процессоров, блокируя возможность повышения частоты для системных плат. Таким методом компании намерены бороться с перемаркировкой процессоров и обманом конечных потребителей, что, впрочем, также не позволяет в полной мере изучить показатели быстродействия приобретенных процессоров. Тем не менее разгон может осуществляться и путем увеличения частоты шины процессора (FSB). Многие производители системных плат выпускают специальные модели, предназначенные для разгона путем увеличения тактовой частоты FSB. Просмотрите документацию к системной плате или же посетите сайт ее производителя. Иногда системная плата обладает дополнительными возможностями, о которых неизвестно ее пользователям.

Если вы приобрели процессор или компьютерную систему, убедитесь в том, что на процессоре указана подлинная маркировка, используемая компаниями Intel и AMD, и она соответствует тому, за что вы платите.

Итак, если цена *слишком* хороша для того, чтобы не вызывать подозрений, сначала проверьте, действительно ли комплектующие работают на той тактовой частоте, для которой были выпущены производителем.

Для определения параметров процессора изучите нанесенную на него маркировку (подробности — в главе 3).

Внимание

Будьте осторожны, определяя скорость процессора с помощью тестовых программ! Большинство из них могут показать только ту частоту, на которой он работает в данный момент, но не ту, на которую он рассчитан. Исключением является программа Intel Processor Frequency ID Utility, позволяющая определить, соответствует ли рабочая частота процессора номинальной. Эта программа дает только основную информацию, относящуюся к процессорам Intel, но, несмотря на это, позволяет однозначно установить уровень исходной частоты процессоров Pentium III, третьего поколения Celeron (созданных на базе ядра Coppermine), а также некоторых более современных процессоров. Для процессоров Pentium 4 и более новых предназначена утилита Processor Identification Utility. Обе эти программы можно загрузить по адресу:

<http://support.intel.com/support/processors/tools/piu>

Для идентификации процессоров AMD предназначены утилиты CPUInfi и AMDClock. Эти и другие полезные утилиты можно загрузить по следующим адресам:

http://www.amd.com/us-en/assets/content_type/utilities/CPUsetup.exe

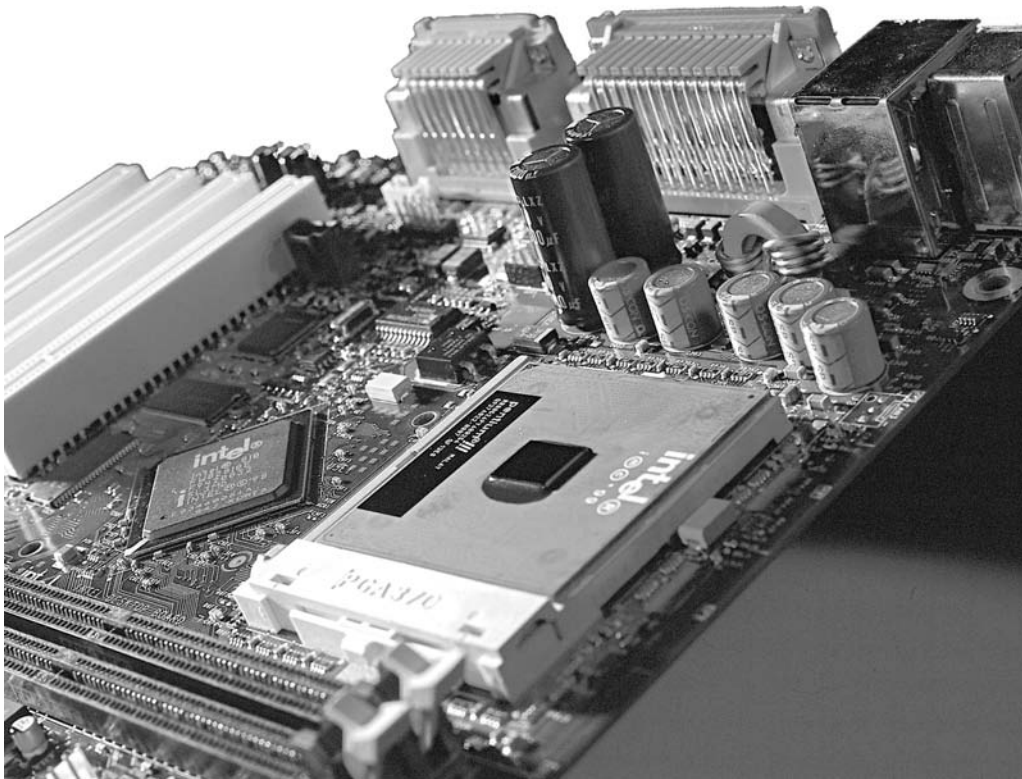
http://www.amd.com/us-en/assets/content_type/utilities/amdclock.zip

Еще одной полезной утилитой является CPU-Z, доступная для загрузки на сайте www.cpuid.com.

Большинство из этих программ считывают идентификатор процессора и шаг приращения множителя частоты, а также отображают текущую рабочую тактовую частоту. Кроме того, вы можете проконсультироваться у производителя процессора или почерпнуть нужную информацию из таблиц главы 3 и сравнить эти показания с номинальными.

Глава 5

BIOS: базовая система ввода-вывода



Основы BIOS

Пользователи зачастую не видят разницы между программной и аппаратной частями компьютера. Это можно объяснить высокой степенью интеграции компонентов системы. Точное представление различия между компонентами компьютера дает ключ к пониманию роли BIOS.

За аббревиатурой “BIOS” скрывается понятие *базовой системы ввода-вывода*. По существу, BIOS представляет собой “промежуточный слой” между программной и аппаратной частями системы. Большинство пользователей знакомы с BIOS по другому термину — *драйверы устройств* или просто *драйверы*. По своей сути BIOS представляет собой совокупность всех драйверов устройств, связывающих программные и аппаратные средства компьютера.

Когда был представлен первый ПК, программное обеспечение BIOS содержало драйверы для всех устройств системы, которые записывались в микросхемы ПЗУ, расположенные на системной плате. При этом драйверы предварительно загружались в память и были доступны на протяжении всего времени работы компьютера.

В микросхеме ПЗУ также были записаны программа POST (Power On Self Test — тестирование при включении) и программа самозагрузки. Последняя инициирует загрузку операционной системы, проверяя загрузочный сектор на дискете или на жестком диске. После загрузки операционная система обращается к процедурам низкого уровня (драйверам) BIOS, необходимым для взаимодействия с различными системными устройствами. В начале компьютерной эры в BIOS хранились абсолютно все драйверы устройств, в том числе драйвер клавиатуры, видеоадаптера MDA/CGA, последовательного и параллельного портов, контроллера гибких дисков, контроллера жестких дисков, джойстика и т.д.

После загрузки операционной системы загружать драйверы для работы с устройствами не нужно, так как они уже находятся в ПЗУ. Эта идея была неплоха, однако лишь до тех пор, пока в системе не устанавливалось новое устройство, драйвера которого в ПЗУ не существует. В этом случае есть два выхода. Если вы установили новую плату адаптера, она может быть оснащена собственной микросхемой ПЗУ, содержащей необходимый драйвер. ПЗУ системной платы запрограммировано таким образом, чтобы обнаруживать ПЗУ адаптеров и при обнаружении новых драйверов связывать соответствующие новые функции с существующей BIOS. В результате можно сказать, что ПЗУ системной платы “аккумулирует” данные, хранящиеся в ПЗУ отдельных адаптеров, в результате чего обеспечивается “коллективная” функциональность.

Подобный метод добавления драйверов использовался для целого ряда устройств, например видеоадаптеров, которые должны быть полностью функциональными с момента включения компьютера. Код BIOS, хранящийся в ПЗУ системной платы, содержит драйверы только для монохромного видеоадаптера MDA компании IBM, а также цветного видеоадаптера CGA. При установке видеоадаптера иного типа драйверы, хранящиеся в ПЗУ системной платы, оказывались бесполезными. Конечно, это не вызывало проблем, если новый видеоадаптер был оснащен собственной микросхемой ПЗУ, содержимое которой добавлялось в BIOS сразу же после включения компьютера.

Если же использовалось устройство другого типа, существовал иной способ добавления драйвера в “коллекцию” драйверов BIOS. Дело в том, что на ранних этапах загрузки файл загрузки операционной системы (`Io.sys`) обращался к файлу конфигурации (`Config.sys`), содержащему сведения о драйверах устройств. Файл `Config.sys` вместе со всеми указанными в нем драйверами должен находиться на загрузочном диске. После того как файл `Io.sys` получит необходимые данные, он загружает указанные драйверы в память и связывает их с BIOS. Другими словами, драйверы загружались с диска в ОЗУ и связывались с BIOS, благодаря чему появлялась возможность в любой момент их вызвать.

К этому моменту в BIOS оказывались данные из ПЗУ системной платы и адаптеров, а также драйверы, загруженные с диска в ОЗУ на ранних этапах загрузки. Таким образом, BIOS содержит данные, которые физически расположены в трех разных местах системы, но при этом работают как единое целое, поскольку все программы связываются посредством процедур BIOS. Операционная система или приложение при взаимодействии с каким-либо

устройством (например, при необходимости считать данные с компакт-диска) обращается к определенному программному прерыванию, после чего в соответствии с таблицей векторов прерываний вызов направляется к определенной части BIOS (т.е. к драйверу), связанной с работой устройства. При этом не имеет значения, где именно хранится драйвер — в ПЗУ системной платы, адаптера или ОЗУ. Память всегда остается памятью, и если известен адрес, по которому находится нужная программа, ее всегда можно вызвать.

Итак, базовая система ввода-вывода — это комбинация всех типов ПЗУ материнской платы и плат расширения, а также драйверов устройств, загруженных с диска. Часть BIOS, содержащаяся в микросхеме на системной плате или платах адаптеров, называется *прошивкой* (firmware) (именно из-за наличия этих микросхем пользователи чаще всего относят BIOS к аппаратной части компьютера). После выключения питания компьютера все данные, находящиеся в оперативной памяти компьютера, стираются; нетронутым остается только содержимое ПЗУ. После включения компьютера снова выполняется процесс загрузки, и в память с диска загружаются все отсутствующие драйверы.

По мере эволюции ПК выпускалось все больше различных типов устройств и их моделей. Это означало необходимость предварительной загрузки все большего количества драйверов. Добавление драйверов в ПЗУ системной платы — задача довольно сложная, поскольку микросхемы ПЗУ чаще всего несъемные, а их объем достаточно ограничен. Архитектура PC предполагала использование ПЗУ системной платы объемом всего 128 Кбайт, причем большая часть этого объема уже используется для хранения драйверов, процедуры POST и программ настройки BIOS и загрузки. Запись драйвера в ПЗУ адаптера — также сложная и дорогостоящая задача, а объем ПЗУ адаптеров ограничен теми же 128 Кбайт, из которых 32 Кбайт используются самим видеоадаптером. Поэтому многие компании решили создавать драйверы, которые загружаются в ОЗУ при запуске системы.

С течением времени с диска загружалось все больше и больше драйверов, в том числе таких, которые заменяют драйверы, хранящиеся в ПЗУ системной платы. Например, в Windows 95 был представлен новый 32-разрядный драйвер жесткого диска, который использовался вместо 16-разрядного, хранящегося в ПЗУ системной платы. При этом 16-разрядный драйвер использовался только с момента включения компьютера до того момента, когда в ОЗУ загружался 32-разрядный драйвер, а также изменялась таблица векторов прерываний. Windows 95/98/Me допускали использование как 16-, так и 32-разрядных драйверов, облегчая тем самым переход к 32-разрядным операциям.

Современные 32- и 64-разрядные драйверы загружаются непосредственно с жесткого диска, заменяя все драйверы в ПЗУ системной платы. Это относится к любому компьютеру, работающему под управлением Windows NT/2000/XP или Vista. Эти операционные системы вообще не используют 16-разрядные драйверы, размещенные в ПЗУ (ROM) системной платы или адаптера устройства. Код ПЗУ системной платы необходим лишь для обеспечения успешной загрузки 32-разрядных драйверов и ядра операционной системы, после чего ПЗУ отключается. Другими словами, после загрузки операционной системы все необходимые драйверы (т.е. BIOS) уже находятся в оперативной памяти. Основные функции ПЗУ материнской платы — запуск системы, инициализация необходимых для загрузки системы устройств, а также проверка пароля для входа в систему и выполнение базовой настройки устройств. После загрузки системы управление передается загруженному в память набору драйверов.

Компьютерную систему можно представить в виде нескольких аппаратных и программных слоев, которые взаимодействуют друг с другом. Существует четыре основных слоя, каждый из которых можно разбить на подуровни. Эта концепция представлена в графическом виде на рис. 5.1.

В представленной на рис. 5.1 архитектуре программное обеспечение взаимодействует с операционной системой с помощью *интерфейса прикладного программирования* (Application Programming Interface или API). Этот интерфейс специфичен для каждой операционной системы; он состоит из набора команд и функций, которые операционная система может выполнить для приложения. К примеру, приложение может отдать приказ операционной системе

загрузить или сохранить файл. Такой порядок избавляет приложения от необходимости знать специфику работы с конкретным оборудованием, установленным в компьютере, и его набором команд. Оно имеет дело только с операционной системой, выступающей посредником между приложением и аппаратной частью. Поскольку приложение оказывается полностью изолированным от оборудования, оно может выполняться на любом компьютере, на котором установлена операционная система, интерфейс API которой задействован в программе.

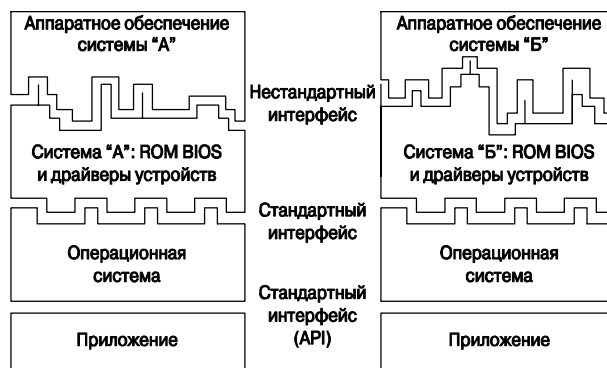


Рис. 5.1. Условное разделение PC-совместимой системы на несколько уровней

Операционная система, в свою очередь, через BIOS обращается непосредственно к аппаратному обеспечению. Эта связь реализована в виде драйверов устройств. Обычно выпуском драйверов устройств занимаются их производители. Поскольку драйверы обеспечивают взаимодействие между аппаратным устройством и операционной системой, они, как правило, предназначены для конкретной ОС. Таким образом, производителям приходится создавать драйверы для таких операционных систем, как DOS, Windows 9x/NT/2000/XP, OS/2, Linux и др. Тем не менее многие операционные системы имеют одинаковые внутренние интерфейсы, и некоторые драйверы подходят для нескольких операционных систем. Например, драйвер для Windows Me обычно подходит для Windows 98/95, а драйвер для Windows XP можно использовать в Windows 2000/NT, и наоборот. Это связано с тем, что операционные системы Windows 95/98/Me имеют одно и то же ядро; то же можно сказать и о системах Windows NT/2000/XP. В новой системе Windows Vista в значительной мере изменено ядро NT, так что в ней зачастую нельзя использовать драйверы, предназначенные для предыдущих версий Windows семейства NT.

Как видно из рис. 5.1, уровни приложений и операционной системы могут быть идентичны для разных систем, в то время как уровни оборудования могут значительно различаться. Поскольку BIOS содержит драйверы, обеспечивающие взаимодействие программного и аппаратного обеспечения, уровень BIOS, с одной стороны, учитывает уникальные особенности оборудования, а с другой — оказывается неизменным с точки зрения операционной системы.

На аппаратном уровне сосредоточены основные различия между разными системами. Именно BIOS отвечает за маскирование различий между разными устройствами, чтобы обеспечить нормальную работу операционной системы. В настоящей главе внимание уделяется особенностям работы системной BIOS персонального компьютера.

Аппаратная и программная части BIOS

Итак, BIOS представляет собой набор драйверов устройств и прочих программ, выступающих в качестве интерфейса между аппаратной частью компьютера и операционной системой. В отличие от остальных программ BIOS частично «прошита» в ПЗУ материнской платы и отдельных устройств и частично загружается в оперативную память с диска.

BIOS в ПК обычно можно найти в следующих компонентах системы:

- ПЗУ системной платы;
- ПЗУ платы адаптера (например, видеоадаптера);
- данные на диске, загружаемые в ОЗУ (драйверы устройств).

ПЗУ BIOS материнской платы часто относят к аппаратным, а не к программным средствам из-за того, что эта система находится в ПЗУ одной из микросхем. Много лет назад, во времена господства операционной системы DOS, этого было вполне достаточно для обеспечения жизнедеятельности компьютера — дополнительные драйверы не требовались. Системная BIOS содержит драйверы основных компонентов (клавиатуры, дисковод, жесткого диска, последовательного и параллельных портов и т.д.), необходимые для начального запуска компьютера. По мере усложнения компьютерных систем и появления новых устройств (видеоадаптеров, накопителей CD-ROM, жестких дисков с интерфейсом SCSI, портов USB и т.д.) их процедуры инициализации не добавлялись в системную BIOS. Острая необходимость в таких устройствах при запуске компьютера отсутствует, поэтому нужные драйверы загружаются с диска во время запуска операционной системы. Это относится к звуковым адаптерам, сканерам, принтерам, устройствам PC Card (PCMCIA) и т.д.

В то же время существует целый ряд драйверов, которые должны быть активны во время начальной загрузки. Например, как выполнить загрузку с жесткого диска, если нужные для этого драйверы находятся именно на нем? Очевидно, что они должны быть предварительно загружены из ПЗУ системной платы или платы адаптера.

Спрашивается, как увидеть что-либо на экране, если видеокарта не имеет необходимых драйверов в своем ПЗУ? Естественно, можно соответствующими драйверами дополнить ПЗУ материнской платы, однако это непрактично, поскольку существует великое множество карт видеоадаптеров и каждой из них нужен свой драйвер. Все могло бы закончиться созданием сотен типов разных ПЗУ, каждое из которых предназначено для определенной видеокарты. Однако когда компания IBM проектировала свой первый персональный компьютер, она использовала другой подход. Она так сконструировала ПЗУ системной платы, чтобы оно сканировало все разъемы на предмет наличия в установленных картах расширения своих ПЗУ. Если такая плата обнаруживалась, программа, прошитая в ее ПЗУ, выполнялась на этапе начальной загрузки компьютера, до загрузки операционной системы с диска.

Такое распределение BIOS позволяет избежать необходимости постоянно модернизировать системную BIOS при появлении новых моделей устройств, особенно устройств, используемых при начальной загрузке компьютера. Собственная BIOS, как правило, устанавливается на следующих платах.

- **Видеоадаптеры.** Всегда имеют собственную микросхему BIOS.
- **Адаптеры SCSI.** Эта BIOS не поддерживает все устройства SCSI, т.е. с диска необходимо загружать дополнительные драйверы для накопителей CD-ROM, сканеров и прочих устройств с интерфейсом SCSI. Большинство новых адаптеров SCSI поддерживают загрузку с накопителя SCSI CD-ROM, однако при загрузке с другого диска или устройства все равно понадобятся драйверы.
- **Сетевые адаптеры.** Платы, поддерживающие загрузку непосредственно с файлового сервера; имеют так называемое *загрузочное ПЗУ* (Boot ROM) или модуль *IPL ПЗУ* (Initial program load — первоначальная загрузка системы), которые необходимы для начальной инициализации устройства либо нормального функционирования в бездисковых рабочих станциях или терминалах.
- **Платы контроллеров АТА или дисковода.** Платы расширения, позволяющие подключить дополнительные устройства этого типа к материнской плате. BIOS материнской платы должны поддерживать загрузку с таких устройств.

- **Контроллеры RAID-массивов.** Адаптеры, позволяющие подключить к материнской плате множество дисковых устройств и организовать их в виде единого массива. Такой способ подключения дисков повышает быстродействие системы и ее надежность за счет избыточности хранения данных. Системная BIOS должна допускать загрузку с таких устройств.
- **Платы Y2K.** Платы, предназначенные для коррекции байта века в системной BIOS. Они содержат небольшой драйвер, который контролирует переход года с 99 на 00. Когда такой переход выполняется, байт века меняется с 19 на 20, корректируя тем самым так называемую “ошибку 2000 года” в старых материнских платах.

BIOS и CMOS RAM

Иногда пользователи путают BIOS и CMOS RAM. Причиной путаницы является то, что программа настройки BIOS используется для установки и хранения параметров конфигурации в CMOS RAM. Следует заметить, что это совершенно разные компоненты.

Обычно BIOS находится в отдельной микросхеме системной платы. Кроме того, на системной плате расположена так называемая микросхема RTC/NVRAM, содержащая часы истинного времени и энергонезависимую память. По сути, эта микросхема представляет собой цифровой датчик времени с несколькими дополнительными байтами памяти. Обычно она называется CMOS-микросхемой, поскольку создана на основе комплементарных металлооксидных полупроводников (Complementary Metal-Oxide Semiconductor — CMOS).

Микросхема Motorola MC146818, использованная впервые в качестве RTC/NVRAM, содержала 64 байт памяти, из которых 14 байт были выделены для функционирования часов. Несмотря на то что она называется энергонезависимой, при отсутствии электроснабжения параметры времени/даты и данные, находящиеся в памяти, уничтожаются. Микросхема, созданная на основе технологии Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS), имеет пониженное потребление электроэнергии, и для нее вполне достаточно мощности батареи компьютера. Именно поэтому микросхема называется CMOS RAM, хотя с технической точки зрения ее следовало бы назвать микросхемой RTC/NVRAM. Сила тока, потребляемого большинством микросхем RTC/NVRAM, не превышает одного микроампера (миллионной доли ампера), поэтому для их работы достаточно одной небольшой батареи. В течение последних пяти лет для этого использовалась литиевая батарея, при выходе из строя которой вся хранимая в микросхеме информация разрушалась.

При загрузке программы BIOS Setup и последующем конфигурировании/сохранении параметров жесткого диска или других устройств установочные параметры системы записываются в соответствующую область памяти RTC/NVRAM (или CMOS RAM). При каждой загрузке системы для определения ее конфигурации проводится считывание параметров, хранящихся в микросхеме CMOS RAM. Несмотря на наличие определенной связи между BIOS и CMOS RAM, это абсолютно разные компоненты.

Некоторые системы использовали особые версии этой микросхемы, выпускаемые компаниями Dallas Semiconductor, Benchmarq и Odin (например, DS12885 и DS12887), которые объединяли в одном компоненте батарею и RTC/VNRAM, однако сегодня эти модули не так широко распространены. Несмотря на то что компонент CMOS RAM свой путь начинал с отдельной микросхемы, сейчас его функции включаются в южный мост или микросхему Super I/O набора микросхем системной логики.

Системная BIOS

Во всех системных платах есть микросхема, в которой записано программное обеспечение, называемое BIOS или ROM BIOS. Эта микросхема содержит стартовые программы и драйверы, необходимые для запуска системы и функционирования основного аппаратного обеспечения. В ней также содержится процедура POST (самотестирование при включении питания) и данные системной конфигурации. Все эти параметры записаны в CMOS-память, которая питается от литиевой батарейки, установленной на системной плате. Эту энергонезависимую память часто называют NVRAM (Non-Volatile RAM).

Таким образом, BIOS представляет собой комплект программ, хранящихся в одной или нескольких микросхемах. Эти программы выполняются при запуске компьютера до загрузки операционной системы. BIOS в большинстве PC-совместимых компьютеров выполняет четыре основные функции.

- **POST** — самотестирование при включении питания процессора, памяти, набора микросхем системной логики, видеоадаптера, контроллеров диска, дисководов, клавиатуры и других жизненно важных компонентов системы.
- **Настройка BIOS** — конфигурирование параметров системы. Эта программа запускается при нажатии определенной клавиши (или комбинации клавиш) во время выполнения процедуры POST. Предлагая систему каскадных меню, эта программа позволяет настроить параметры материнской платы и набора микросхем системной логики, дату и время, пароль входа в компьютер, дисковые устройства и прочие важные компоненты. Также в ней настраиваются множитель частоты процессора, частота системной шины и последовательность устройств, используемых для загрузки системы. В старых компьютерах на базе процессоров 286 и 386 для запуска этой программы была необходима специальная дискета, а в некоторых современных системах настройку BIOS можно выполнять с помощью специализированных приложений Windows.
- **Загрузчик операционной системы** — подпрограмма, выполняющая поиск действующего основного загрузочного сектора (Master Boot Record — MBR) на дисковых устройствах. При обнаружении такого сектора, соответствующего определенному минимальному критерию (его сигнатура должна заканчиваться байтами 55AAh), выполняется код начальной загрузки. Программный код MBR продолжает процесс загрузки, считывая первый физический сектор загрузочного тома, который представляет собой начало записи загрузки тома (Volume Boot Record — VBR). Посредством записи VBR загружается первый файл инициализации операционной системы, будь то `Io.sys` (DOS/Windows 9x/Me), `ntldr` (Windows NT/2000/XP) или `bootmgr` (Vista), которому передается управление загрузкой операционной системы.
- **BIOS** — набор драйверов, предназначенных для взаимодействия операционной системы и аппаратного обеспечения при загрузке системы. При запуске DOS или Windows в *режиме защиты от сбоев* используются драйверы устройств только из BIOS; драйверы с диска практически не загружаются.

Микросхемы ROM

Память типа ROM (Read-Only Memory, или ПЗУ) может постоянно (или практически постоянно) хранить данные. Эти записанные данные хранятся в памяти даже при отключении питания. Таким образом, для хранения стартовых процедур (и BIOS) лучше всего подходит память ROM. Аналогичная память используется и в других устройствах с собственной BIOS, например в видеоадаптерах.

Особо отмечу, что ROM и оперативная память — не противоположные понятия. На самом деле ROM представляет собой часть оперативной памяти системы. Другими словами, часть адресного пространства оперативной памяти отводится для ROM. Это необходимо для хранения программного обеспечения, которое позволяет загрузить операционную систему; в противном случае процессор сразу после включения питания не найдет в памяти команды, которые ему следует выполнить.

Например, сразу при включении компьютера счетчик команд автоматически принимает значение (адрес) FFFF0h; команды, размещенные по этому адресу, должны обеспечить загрузку операционной системы. Этим командам отводится ровно 16 байт, от конца первого мегабайта оперативной памяти и от конца ROM. Если бы эти адреса указывали на ячейки обычной памяти, все хранимые в ней данные, в том числе и команды, исчезли бы при выключении питания и процессор при следующем включении не нашел бы там никаких команд. Но, если этот адрес указывает на ячейку ROM, программа запуска системы в неизменном виде выполняется каждый раз при включении компьютера.

Обычно первым адресом ROM системы является F0000h или E0000h, расположенный за 64 или 128 Кбайт от конца первого мегабайта. Поскольку емкость ROM обычно равна 128 Кбайт,

программы ROM полностью занимают последние 128 Кбайт первого мегабайта, включая критический адрес FFFF0h первой команды запуска. Емкость современных микросхем ROM может достигать 256 или 512 Кбайт. Такой увеличенный объем позволяет хранить драйверы интегрированных на системной плате устройств. К примеру, ROM интегрированной на системной плате видеосистемы обычно находится в адресах C0000h–C7FFFh, а ROM прочих интегрированных устройств, таких как адаптеры сети и SCSI, — в адресах C8000h–DFFFFh.

На рис. 5.2 показана карта распределения первого мегабайта памяти. Замечу, что верхние адреса памяти, зарезервированные для ROM BIOS материнской платы и адаптеров, находятся в конце первого мегабайта.

. - память, доступная программам (стандартная память)
G - область памяти для видеопамати графического режима
M - область памяти для видеопамати монохромного текстового режима
C - область памяти для видеопамати цветного текстового режима
V - область памяти для BIOS видеоадаптеров
a - область памяти плат адаптеров и памяти специального назначения
r - дополнительная область памяти системной BIOS в других системах
R - область памяти системной BIOS

Основная память:

```

    : 0---1---2---3---4---5---6---7---8---9---A---B---C---D---E---F---
000000: .....
010000: .....
020000: .....
030000: .....
040000: .....
050000: .....
060000: .....
070000: .....
080000: .....
090000: .....

```

Область верхней памяти:

```

    : 0---1---2---3---4---5---6---7---8---9---A---B---C---D---E---F---
0A0000: GGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGGG
0B0000: MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
    : 0---1---2---3---4---5---6---7---8---9---A---B---C---D---E---F---
0C0000: VVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVVV
0D0000: aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa
    : 0---1---2---3---4---5---6---7---8---9---A---B---C---D---E---F---
0E0000: rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr
0F0000: RRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRR

```

Рис. 5.2. Логическая карта памяти первого мегабайта

Кажется странным, что при запуске компьютер начинает выполнять команду, расположенную за 16 байт от конца ROM, но в этом есть свой смысл. Просто по этому адресу помещается команда перехода JMP, после выполнения которой процессор переходит к фактическому началу программы; в большинстве случаев оно близко к адресу F0000h, который расположен примерно на 64 Кбайт ранее в карте памяти. Это все равно что начинать чтение книги с 16-й страницы от конца; причем на ней должен быть указан номер страницы, с которой фактически начинается изложение. Зато подобное соглашение позволяет свободно изменять объем ROM.

Основной код BIOS содержится в микросхеме ПЗУ на системной плате, но на платах адаптеров также есть аналогичные микросхемы. Они содержат вспомогательные подпрограммы BIOS и драйверы, необходимые для конкретной платы, особенно для тех плат, которые должны быть активизированы на раннем этапе начальной загрузки, например для видеоадаптера. Платы, не нуждающиеся в драйверах на раннем этапе начальной загрузки, обычно не имеют ПЗУ, поскольку их драйверы могут быть загружены с жесткого диска позже — в процессе начальной загрузки.

Программа, хранящаяся в ПЗУ системной платы, сканирует специальную область ROM оперативной памяти (адреса C0000–DFFFFh) в поисках пары байтов сигнатуры (55AAh), которая указывает на начало ПЗУ адаптеров.

Адреса ПЗУ всех адаптеров должны начинаться с 55Aah, иначе системная плата просто их не распознает. Третий байт указывает размер ПЗУ в единицах, кратных 512 байт, которые называются *абзацами*, а четвертый байт соответствует фактическому началу драйверов. Байт размера используется ПЗУ системной платы в целях тестирования. ПЗУ системной платы складывает все байты в ПЗУ, после чего делит полученную сумму на количество байтов. Остаток от деления должен быть равен 100h. Поэтому при написании программы для ПЗУ адаптера программист обычно использует байт “дополнения”, позволяющий получить необходимую контрольную сумму. Используя значение контрольной суммы, системная плата проверяет ПЗУ каждого адаптера во время выполнения процедуры POST и помечает те из них, которые были повреждены.

Базовая система ввода-вывода системной платы автоматически выполняет программы в ROM любого адаптера, который она находит в процессе сканирования. Процесс обнаружения и инициализации видеоадаптера можно наблюдать в большинстве компьютеров при включении питания и во время выполнения POST.

Затенение ПЗУ

Микросхемы ПЗУ по своей природе очень “медленные” — время доступа равно 150 нс при времени доступа запоминающего устройства DRAM 10 нс или меньше. Поэтому во многих системах ROM *затеняется*, т.е. ее содержимое при запуске копируется в микросхемы динамической оперативной памяти, чтобы сократить время доступа в процессе функционирования. Процедура затенения копирует содержимое ROM в оперативную память, присваивая ей адреса, первоначально использовавшиеся для ПЗУ, которое затем фактически отключается. При этом имитируется работа ПЗУ на полной скорости оперативной памяти.

Затенение эффективно главным образом в 16-разрядных операционных системах типа DOS или Windows 3.x. Если компьютер работает под управлением 32-разрядной операционной системы, то затенение фактически бесполезно, так как эти системы не используют 16-разрядный код из ROM. Вместо него они загружают в оперативную память 32-разрядные драйверы, заменяя ими 16-разрядный код BIOS, который был использован в процессе запуска системы.

Средство управления затенением находится в программе настройки BIOS, о которой мы поговорим ниже.

Типы микросхем ПЗУ

Существует четыре типа микросхем памяти ПЗУ.

- **ROM** (Read Only Memory). Память, доступная только для чтения.
- **PROM** (Programmable ROM). Программируемая ROM.
- **EPROM** (Erasable PROM). Стираемая программируемая ROM.
- **EEPROM** (Electrically Erasable PROM). Электронно-стираемая программируемая ROM, также называемая *Flash ROM*.

Независимо от типа ROM данные в ней сохраняются до тех пор, пока не будут стерты или перезаписаны преднамеренно.

В табл. 5.1 приведены идентификационные номера, обычно используемые для маркировки микросхем памяти ROM каждого типа.

Таблица 5.1. Идентификационные номера микросхем памяти ROM

Тип	Идентификационный номер
ROM	Больше не используется
PROM	27nnnn
EPROM ¹	27nnnn

nnnn. Обычно это емкость в килобитах или мегабитах.

1. Содержит прозрачное окно над кристаллом микросхемы, позволяющее стирать память с помощью ультрафиолетового излучения.

Прожигаемая при изготовлении память ROM

Первоначально в большинстве микросхем ROM уже на этапе изготовления прожигаются нули и единицы, т.е. такую память ROM можно представить в виде матрицы из нулей и единиц, находящейся в кремниевом кристалле. Такие микросхемы называются *прожигаемыми при изготовлении*, потому что данные записываются в маску, с которой фотолитографическим способом изготавливается матрица. Подобный производственный процесс экономически оправдывает себя при изготовлении сотен тысяч микросхем с одинаковой информацией. Чтобы изменить хотя бы один бит, приходится переделывать маску, а это весьма недешево. Поэтому такой тип памяти ROM не используется.

Подобный тип памяти можно сравнить с фабрично записанными компакт-дисками. Некоторые полагают, что компакт-диск сначала производится пустым, а затем на него с помощью лазера записываются данные. На самом деле это не так. На поверхности диска в процессе производства выдавливаются углубления; при этом используется специальная матрица, которую также называют мастер-диском.

Память PROM

В память PROM выпускается в чистом виде, и в нее можно записать любые данные. Она была разработана в конце 1970-х годов компанией Texas Instruments и имела емкость от 1 Кбайт (8 Кбит) до 2 Мбайт (16 Мбит) и больше. Эти микросхемы могут быть идентифицированы по номерам вида 27nnnn в маркировке, где 27 — PROM типа TI, а nnnn — емкость кристалла (микросхемы) в килобитах. Например, в большинстве компьютеров с PROM использовались микросхемы 27512 и 271000, которые имели емкость 512 Кбит (64 Кбайт) или 1 Мбит (128 Кбайт).

Примечание

Начиная с 1981 года во всех автомобилях, продаваемых в США, использовались бортовые компьютеры с различными микросхемами ROM, содержащими программное обеспечение системы управления. Например, под приборной панелью автомобиля Pontiac Turbo Trans Am 1989 года выпуска находился бортовой компьютер, содержащий микросхему 2732 PROM электронного блока управления (Electronic Control Module — ECM) с объемом памяти 32 Кбит (или 4 Кбайт). В эту микросхему также входила часть системного программного обеспечения автомобиля и полные таблицы данных, описывающих процесс зажигания, подачи топлива и другие параметры двигателя. Микросхемы PROM, используемые для хранения рабочих программ, очень часто применялись в интегрированных компьютерах различных устройств.

Хотя мы говорим, что эти микросхемы изначально не содержат никакой информации, на самом деле при изготовлении они прописываются двоичными единицами. Другими словами, микросхема PROM емкостью 1 Мбит содержит 1 млн. единиц (если быть точным, то 1 048 576). При программировании такой “пустой” PROM в нее записываются нули. Этот процесс обычно выполняется с помощью специального программирующего устройства (рис. 5.3).

Процесс программирования часто называется *прожигом*, так как именно этот термин технически правильно описывает сам процесс. Каждую единицу можно представить как неповрежденный плавкий предохранитель. Большинство таких микросхем работают при напря-

жени 5 В, но при программировании PROM подается более высокое напряжение (обычно — 12 В) по различным адресам в пределах адресного пространства, отведенного для микросхемы. Это более высокое напряжение фактически записывает “0”, сжигая плавкие предохранители в тех местах, где необходимо преобразовать 1 в 0. Хотя превратить единицу в нуль можно, этот процесс необратим (т.е. нельзя преобразовать 0 в 1).

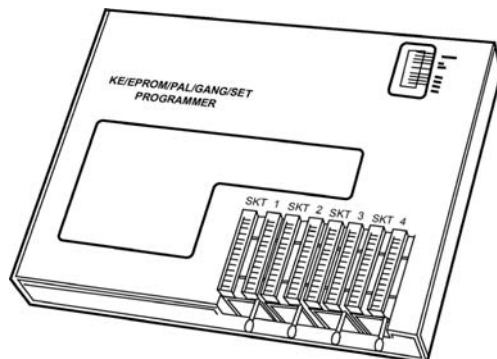


Рис. 5.3. Типичное программирующее устройство (многоразъемное) для прожига памяти PROM

Программирующее устройство исследует программу, которую необходимо записать в микросхему, и затем выборочно изменяет в микросхеме 1 на 0 только там, где это необходимо.

Поэтому микросхемы PROM часто называются *микросхемами OTP* (One Time Programmable — программируемые один раз). Они могут быть запрограммированы только однажды. Большинство микросхем PROM стоит совсем недорого, примерно 3 доллара. Поэтому при замене программы в PROM старая микросхема выбрасывается, а новая прожигается в соответствии с новыми данными.

Процесс программирования PROM длится от нескольких секунд до нескольких минут в зависимости от емкости микросхемы и применяемого алгоритма. На рис. 5.3 показано типичное программирующее устройство, которое имеет несколько разъемов. Это устройство может программировать несколько микросхем сразу, экономя время при записи одних и тех же данных в нескольких микросхемах. Менее дорогие программирующие устройства имеют только один разъем.

Рекомендую использовать недорогое программирующее устройство компании Andromeda Research Labs (www.arlabs.com). Несмотря на невысокую цену оно может быть подключено к параллельному порту ПК; после подключения данные для программирования из файла на компьютере передаются в программирующее устройство. Кроме того, это устройство переносное. Управление им осуществляется с помощью меню, выводимого прилагаемой к нему программой. Программа содержит несколько функций, одна из них позволяет считывать данные с микросхемы и сохранять их в резервном файле; можно также записать данные в микросхему из файла и убедиться, что микросхема записана правильно или что она “пуста” перед началом программирования.

Перепрограммирование PROM

Для перепрограммирования микросхемы PROM моего “Turbo Trans Am” 1989 года выпуска я даже воспользовался программатором ППЗУ, изменив заводскую регулировку скорости и ограничения оборотов, характеристики турбокомпрессора и блокировки гидротрансформатора, параметры зажигания, подачу топлива, скорость холостого хода и многое другое! Кроме того, я вывел на панель управления распределительную коробку, которая позволяла переключаться на одну из четырех микросхем даже во время движения автомобиля. Одна из созданных мною микросхем, которую я назвал “камердинером”, отключает топливный инжектор при достижении скорости 36 миль/час и перезапускает его при уменьшении скорости до 35 миль/час и ниже. Думаю, что подобная модернизация будет особенно полезна для начинающих водителей, так как она позволяет определенным образом ограничивать скорость автомобиля или частоту оборо-

тов его двигателя. Вторая созданная мною микросхема может использоваться в качестве противоугонного средства — она отключает подачу топлива во время парковки автомобиля, так что даже самый талантливый вор не сможет его угнать. Если вас интересуют микропроцессорные устройства переключения или какие-либо нестандартные микросхемы для Turbo Trans Am или Buick Grand National, обратитесь в компанию Casper's Electronics. Некоторые компании, например Fastchip, Superchips, Hypertech и Mopar Performance, предлагают целый ряд специальных микросхем PROM, позволяющих улучшить технические характеристики транспортных средств. Я установил в автомобиль "5.9l Jeep Grand Cherokee" микросхему Mopar Performance PCM, которая значительно улучшила рабочие характеристики двигателя и эксплуатационные качества машины.

Память EPROM

Это разновидность памяти PROM, которая одно время была весьма популярна. Данные в памяти EPROM можно стирать. Микросхема EPROM четко видна через кварцевое окошко, расположенное прямо над кристаллом (рис. 5.4). Фактически сквозь это окно вы можете видеть кристалл! Микросхемы EPROM имеют тот же номер $27nnnn$, что и стандартные PROM, причем они функционально и физически идентичны, если бы не прозрачное кварцевое окно над матрицей.

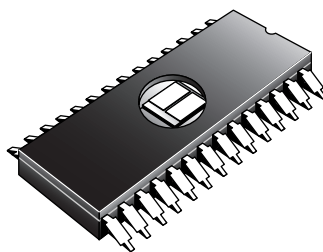


Рис. 5.4. Внешний вид микросхемы EPROM

Окно пропускает ультрафиолетовые лучи. Интенсивное ультрафиолетовое облучение стирает информацию на матрице (микросхеме) EPROM. Окно сделано из кристалла кварца, потому что обычное стекло не пропускает ультрафиолетовых лучей. (Ведь вы не можете загорать при закрытых окнах!) Кварцевое окно повышает стоимость микросхемы EPROM.

Ультрафиолетовые лучи стирают информацию на микросхеме, вызывая химическую реакцию, которая как бы восстанавливает (спаивает) плавкие предохранители. Так, любой двоичный ноль в микросхеме становится двоичной единицей. Для этого длина волны ультрафиолетовых лучей должна достигать примерно 2,537 ангстрема, а их интенсивность должна быть довольно высокой (12000 мВт/см^2). Источник должен располагаться в непосредственной близости — не дальше 2–3 см (приблизительно 1 дюйм), а время экспозиции должно составлять от 5 до 15 мин. Устройство стирания EPROM содержит источник ультрафиолетовых лучей (обычно это ультрафиолетовая лампа дневного света), расположенный над выдвижным ящичком, в котором размещаются стираемые микросхемы.

На рис. 5.5 показано устройство, которое может обрабатывать до 50 микросхем одновременно. Я использую более дешевое переносное устройство компании Walling Co, называемое DataRase, которое стирает до четырех микросхем одновременно. Последняя модель этого устройства называется DataRase II.

Кварцевое окно на микросхеме EPROM обычно заклеивается липкой лентой, чтобы предупредить случайное проникновение ультрафиолетовых лучей. Они входят в состав солнечного света и, конечно, присутствуют даже в обычном комнатном освещении, так что через какое-то время в микросхеме, подвергающейся экспозиции, может произойти потеря данных. Поэтому после программирования микросхемы ее окно заклеивается.

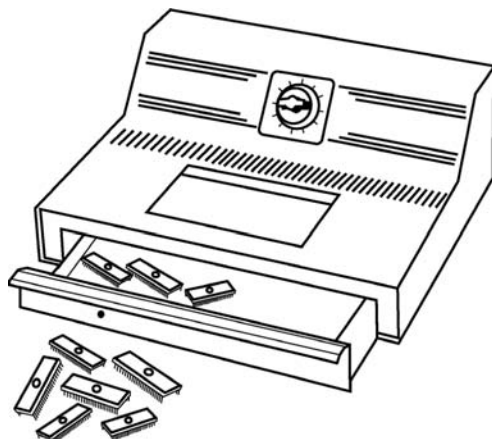


Рис. 5.5. Профессиональное устройство стирания памяти EPROM

Память EEPROM, или Flash ROM

Это более новый тип памяти ROM — электрически-стираемая программируемая постоянная память. Данные микросхемы также называются Flash ROM, и их можно перепрограммировать, не снимая с платы, на которую они установлены, без специального оборудования. Используя микросхемы Flash ROM, можно стирать и перепрограммировать ПЗУ непосредственно на системной плате, не удаляя микросхему из системы и даже не открывая системный блок.

Для перепрограммирования или удаления кода памяти Flash ROM или EEPROM специальное устройство не нужно. Практически все системные платы, равно как и автомобили, выпущенные после 1993 года, оснащены памятью подобного типа.

Память Flash ROM можно узнать по номеру 28xxxx или 29xxxx и отсутствию окна в микросхеме. При наличии Flash ROM на системной плате можно легко модернизировать ROM, не меняя микросхемы. В большинстве случаев достаточно загрузить модифицированную программу, полученную с сайта изготовителя системной платы, а затем запустить программу модификации.

Рекомендуется периодически посещать сайт изготовителя системной платы, чтобы следить за модификациями BIOS для своего компьютера. В модифицированной BIOS могут быть исправлены обнаруженные в ходе эксплуатации ошибки или поддерживаться новые устройства, которые изначально не были предусмотрены.

Обновление не компьютерной памяти ROM

Те, кто относят себя к числу заядлых автолюбителей, могут значительно улучшить собственный автомобиль. В первую очередь, следует выяснить, существуют ли модификации ROM для бортового компьютера. В настоящее время такие модификации достаточно просты и недороги, поэтому компании, занимающиеся производством автомобилей, выпускают обновления ROM с коррекцией обнаруженных ошибок, позволяющие исправить операционные проблемы и улучшить рабочие характеристики транспортных средств. Владельцы автомобилей компании GM для получения информации о существующих обновлениях BIOS могут обратиться к информационной базе Vehicle Calibration компании General Motors по адресу <http://calid.gm.com>.

По идентификационному номеру автомобиля (VIN) на указанном сайте можно найти список всех существующих модификаций микросхемы Flash ROM, начиная со дня выпуска первого автомобиля указанной марки. Например, введя VIN автомобиля "Impala" 1994 года выпуска, я обнаружил, что за это время было выполнено в общей сложности пять различных модификаций Flash ROM, т.е. три последние версии были мною пропущены. Кроме того, на странице был приведен список всех выполненных исправлений. Последняя версия программного обеспечения позволила мне решить несколько проблем, связанных, в частности, с колебанием частоты коленчатого вала двигателя при определенных условиях, появлением ложного светового сигнала "check engine" и т.д.

Возможности Flash ROM позволили мне начать серию экспериментов, связанных с другими транспортными средствами. В частности, я загрузил в микросхему Flash ROM автомобиля "Impala" модифицированную калибровку Comoro. Эта калибровка имеет улучшенные характеристики зажигания, подачи топлива, а также системы переключения передач. Если вы хотите установить в микросхему Flash ROM автомобиля ту или иную про-

грамму, обратитесь к компании Fastchip (www.fastchip.com) или Superchips (www.superchips.com). Для получения дополнительной информации по поводу записи и программирования Flash ROM своего автомобиля обратитесь на сайт www.diy-efi.org.

Обновления Flash-ROM можно использовать и для добавления новых возможностей в существующие периферийные устройства. К примеру, можно установить в модемы поддержку новых коммуникационных протоколов, а в записывающие приводы оптических дисков — функции поддержки новых носителей.

Сегодня многие объекты, управляемые с помощью компьютеров, имеют собственные микросхемы Flash ROM. Например, я модифицировал программы в микросхемах Flash ROM своего сетевого маршрутизатора, беспроводной точки доступа, сетевых дисковых устройств и даже цифровой камеры. Для установки таких обновлений достаточно загрузить соответствующие программы с сайта производителя и запустить их. Кто знает, может быть, в один прекрасный день начнется выпуск обновлений флэш-памяти и для тостеров.

Производители ROM BIOS

Практически все современные производители BIOS предоставляют ее код производителям системных плат и готовых компьютеров. В этом разделе речь идет о существующих версиях BIOS.

На разработке PC-совместимых программ ROM BIOS специализируются такие компании, как American Megatrends, Inc. (AMI), Phoenix Software и Award Software (ныне принадлежит компании Phoenix Software). Изготовители системных плат получают от них лицензии на установку ROM BIOS, после чего могут работать над аппаратной частью, не занимаясь программным обеспечением. Для того чтобы установить на плату микросхему памяти ROM с записанной программой BIOS, разработчику приходится решать множество задач, связанных с устройством компьютера. Добиться совместимости ROM BIOS и системной платы — задача непростая. Универсальных микросхем ROM BIOS не существует. Компании AMI, Award, Microid Research и Phoenix поставляют различным изготовителям варианты BIOS, выполненные для конкретных материнских плат.

За последние несколько лет индустрия BIOS пережила серьезные изменения. Компания Intel — крупнейший заказчик микросхем BIOS — перешла от устройств Phoenix к AMI, затем снова к Phoenix и опять к AMI. До 1995 года в системных платах Intel устанавливалась BIOS компании Phoenix. После этого до 1997 года приоритет сместился к BIOS AMI и затем снова вернулся к Phoenix. Наконец, в 1999 году Intel в очередной раз перешла на использование продукции AMI. В любом случае Intel брала за основу ядро BIOS того или иного производителя, после чего модифицировала его для собственных нужд. Intel является крупнейшим производителем системных плат, поэтому используемая в них BIOS имеет большое значение для всей компьютерной индустрии. Одним словом, во многих продаваемых в настоящее время компьютерах установлены системные платы с BIOS AMI или Phoenix.

В середине 1998 года Phoenix перекупила компанию Award, и теперь разработанные ею новые программы будут продаваться под этими торговыми марками. Award BIOS теперь продается как стандартный продукт, в то же время Phoenix BIOS предназначена для высокопроизводительных систем верхнего ценового сегмента рынка. Таким образом, сегодня рынок BIOS большей частью поделен между двумя крупнейшими производителями — AMI и Phoenix, однако ведущей компанией в области разработки BIOS является Phoenix. Ею не только разрабатываются новые BIOS для компьютеров последних поколений, но и внедряются новые стандарты.

Еще одна современная тенденция характеризуется созданием отдельных моделей BIOS для настольных и мобильных систем, 32- и 64-разрядных серверов, а также для встроенных устройств. Все микросхемы BIOS в той или иной степени выполняют одинаковые функции, однако BIOS, оптимизированные для мобильных систем, поддерживают стыковочные модули и расширенное управление энергопитанием, в то время как серверные BIOS предоставляют функции мониторинга аппаратного обеспечения и 64-разрядных разъемов PCI. Создание специализированных версий BIOS для различных типов компьютеров позволяет реализовыв-

вать функции, характерные для конкретных платформ, обеспечивая их лучшую производительность и надежность.

BIOS OEM-производителей

Многие производители компьютерных систем заключают контракты с AMI и Phoenix на программирование BIOS конкретных материнских плат и наборов микросхем системной логики. Однако некоторые из них создают и собственные, независимые системы BIOS. К числу таких компаний относятся Dell, HP/Compaq, AT&T и Acer. Чаще всего за основу берется приобретенная несколько лет назад система BIOS от AMI или Phoenix и в нее вносятся необходимые дополнения.

Несмотря на то что оригинальная версия системы BIOS была выпущена AMI или Phoenix, в данном случае ее обновления будут доступны только на сайте производителя компьютера или материнской платы, поскольку только он отвечает за внесенные в базовую систему изменения и дополнения.

BIOS компании AMI

Эта система BIOS сегодня на рынке занимает лидирующее положение. Некоторые ее версии называют *Hi-Flex* благодаря повышенной гибкости конфигурирования BIOS. Hi-Flex BIOS от AMI используют многие крупные компании, такие как Hewlett-Packard. Одной из отличительных черт компании AMI является то, что она единственная из производителей BIOS выпускает собственные материнские платы и прочие аппаратные компоненты компьютера.

Любая версия AMI BIOS после включения компьютера во время самотестирования выводит первую идентификационную строку сообщений в нижнем левом углу экрана, сразу под информацией об авторских правах. В этой строке сообщаются версия BIOS, а также некоторые параметры системы, определенные встроенной программой настройки BIOS.

Совет

Чтобы эта строка не исчезла, можно перед включением питания отключить клавиатуру или во время включения питания удерживать какую-нибудь клавишу нажатой. Это будет воспринято, как ошибка клавиатуры, и строка останется на экране.

Также можно загрузить с сайта <http://www.ami.com/support/mbid.cfm> утилиту идентификации, которая покажет отображаемую во время загрузки информационную строку.

Если во время выполнения процедуры POST нажать клавишу <Insert>, то новые версии AMI Hi-Flex BIOS выведут две дополнительные идентификационные строки с информацией о параметрах, установленных в BIOS.

Первая строка старых версий AMI BIOS имеет формат, описанный в табл. 5.2. Форматы первой, второй и третьей строк новых версий AMI Hi-Flex BIOS приведены в табл. 5.3–5.5 соответственно.

Таблица 5.2. Формат ABBB-NNNN-mmddyy-KK первой строки старых версий AMI BIOS

Позиция	Описание
A	Параметры BIOS: D — встроенная диагностика; S — встроенная настройка; E — расширенная встроенная настройка
BBBB	Компания — изготовитель системной платы или набора микросхем: C&T — набор микросхем Chips & Technologies; NET — набор микросхем NEAT 286 от C&T; 286 — стандартная системная плата 286; SUN — набор микросхем Suntac; PAQ — системная плата Compaq; INT — системная плата Intel; AMI — системная плата AMI; G23 — системная плата 386 с набором микросхем G2
NNNN	Номер лицензии изготовителя
mmddyy	Дата выпуска BIOS: месяц/число/год
KK	Версия BIOS клавиатуры AMI

Таблица 5.3. Формат AB-CCcc-DDDDDD-EFGHIJKL-mmddyy-MMMMMMMM-N первой строки новых версий AMI Hi-Flex BIOS

Позиция	Описание
A	Тип процессора: 0 — 8086 или 8088; 2 — 286; 3 — 386; 4 — 486; 5 — Pentium; 6 — Pentium Pro/II/III/Celeron/Athlon/Duron
B	Объем BIOS: 0 — 64 Кбайт; 1 — 128 Кбайт
CCcc	Основной и дополнительный номера версии BIOS
DDDDDD	Номер лицензии изготовителя: 0036xx — системная плата AMI 386; 0046xx — системная плата AMI 486; 0056xx — системная плата AMI Pentium; 0066xx — системная плата AMI Pentium Pro (xx — порядковый номер)
E	1 — прекращать работу при возникновении ошибки выполнения теста POST
F	1 — обновлять CMOS-память при каждой загрузке
G	1 — заблокировать контакты 22 и 23 контроллера клавиатуры
H	1 — поддерживать мышь в BIOS-контроллере клавиатуры
I	1 — ожидать нажатия клавиши <F1> при ошибке выполнения теста POST
J	1 — выводить сообщение о неисправности дисководов во время выполнения теста POST
K	1 — выводить сообщение о неисправности видеоадаптера во время выполнения теста POST
L	1 — выводить сообщение о неисправности клавиатуры во время выполнения теста POST
mmddyy	Дата выпуска BIOS: месяц/число/год
MMMMMMMM	Идентификатор набора микросхем или имя BIOS
N	Тип контроллера клавиатуры

Таблица 5.4. Формат AAB-C-DDDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJJ второй строки AMI Hi-Flex BIOS

Позиция	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры, используемого для переключения синхронизации
B	Режим управления выводом переключения синхронизации: H — высоким уровнем устанавливается высокая частота синхронизации; L — высоким уровнем устанавливается низкая частота синхронизации
C	Переключение синхронизации с помощью регистров микросхем: 0 — запрещено; 1 — разрешено
DDDD	Адрес порта для включения высокой частоты
EE	Значение данных для включения высокой частоты
FF	Значение маски для включения высокой частоты
GGGG	Адрес порта для включения низкой частоты
HH	Значение данных для включения низкой частоты
II	Значение маски для включения низкой частоты
JJJ	Номер вывода для включения режима Turbo

Таблица 5.5. Формат AAB-C-DDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJ-K-L третьей строки AMI Hi-Flex BIOS

Позиция	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры для управления кэш-памятью
B	Режим управления выводом управления кэш-памятью: H — высокий уровень включает кэш-память; L — высокий уровень выключает кэш-память
C	1 — контроллером клавиатуры управляет сигнал высокого уровня
DDD	Управление кэш-памятью с помощью регистров микросхем: 0 — выключено; 1 — включено
EE	Адрес порта включения кэш-памяти

Позиция	Описание
FF	Значение данных для включения кэш-памяти
GGGG	Значение маски для включения кэш-памяти
HH	Адрес порта выключения кэш-памяти
II	Значение данных для выключения кэш-памяти
JJ	Значение маски для выключения кэш-памяти
K	Номер вывода для сброса контроллера памяти 82335
L	Флаг модификации BIOS: 0 — BIOS не модифицирована; 1–9, A–Z — количество предыдущих модификаций BIOS

Возможности AMI BIOS очень велики. Она содержит программу настройки, которая вызывается с помощью клавиши <Delete> или <Esc> в течение нескольких первых секунд после начала загрузки компьютера. BIOS напомнит вам, когда и какую клавишу надо нажать. Вы можете самостоятельно указать тип жесткого диска, что важно для оптимального использования многих накопителей IDE и ESDI. С 1995 года версии BIOS могут работать с усовершенствованными накопителями EIDE (Enhanced IDE) и автоматически устанавливать параметры драйвера.

Уникальной особенностью AMI BIOS является встроенная и управляемая с помощью меню программа диагностики — сокращенная версия программы AMIDIAG. Конечно, она не заменит серьезных диагностических программ, но в критических случаях может пригодиться. Эта программа, например, не выполняет полного тестирования памяти; форматирование жесткого диска осуществляется на уровне BIOS, а не на уровне регистров контроллера. Это ограничивает возможности BIOS при форматировании серьезно поврежденных дисков. Большинство новых версий AMI BIOS не предлагает функции полной диагностики.

AMI издала детализированную версию документации BIOS под названием *Programmer's Guide to the AMIBIOS* (Руководство программиста по AMIBIOS), вышедшую в издательстве Windcrest/McGraw-Hill (ISBN 0-07-001561-9). В этой книге, написанной инженерами AMI, рассматриваются все функции BIOS, ее возможности, коды ошибок и т.д. К сожалению, это руководство больше не переиздавалось, в то же время его до сих пор можно встретить в розничной продаже (в частности, на Amazon.com).

Компания AMI выпускает обновления только для BIOS собственных материнских плат. Если материнская плата изготовлена другим производителем, в ее BIOS, скорее всего, были внесены изменения, так что все обновления можно получить у производителя либо у сторонних поставщиков BIOS, таких как eSupport.com.

BIOS компании Award

С легкой руки компании Phoenix модели Award BIOS в первое время назывались FirstBIOS, теперь же в имени отражены названия создателя и владельца — Phoenix Award BIOS. Они поддерживают все возможные функции, в том числе встроенную программу настройки, для активации которой достаточно нажать определенную клавишу (соответствующие сведения, как правило, отображаются на экране). Поскольку процедура POST поддерживает лишь несколько звуковых кодов, для идентификации проблем может потребоваться специальная POST-плата. Компания Phoenix предлагает техническую поддержку на своем сайте www.phoenix.com. Компания eSupport.com также предлагает ограниченные обновления Award BIOS для некоторых систем.

BIOS компании Phoenix

Phoenix BIOS в настоящее время лицензируется с торговыми марками *SecureCore* и *TrustedCore*. На протяжении многих лет она являлась эталоном совместимости, с которым сравнивалась продукция других компаний. Phoenix одной из первых легально переработала IBM BIOS по методу “чистой комнаты”. Группа инженеров изучила IBM BIOS и составила

список возможностей данной программы и требований, которым она должна удовлетворять. Эта информация была передана другой группе инженеров, которые не были знакомы с IBM BIOS. Таким образом, они могли легально разрабатывать новую BIOS, соответствующую спецификациям, предоставленным первой группой. Полученная система была оригинальной и не являлась копией IBM BIOS, однако функционировала аналогично.

Phoenix BIOS имеет собственную программу настройки, обычно активизируемую с помощью клавиши <F2> или <F1> во время выполнения теста POST. В некоторых случаях BIOS отображает на экране информацию о клавише активизации программы настройки.

Также Phoenix опубликовала серию технических справочников, которые являются основой промышленных стандартов BIOS. В эту серию входят три книги: *System BIOS for IBM PC/XT/AT Computers and Compatibles*, *CBIOS for IBM PS/2 Computers and Compatibles* и *ABIOS for IBM PS/2 Computers and Compatibles*. В справочниках Phoenix содержится исчерпывающая информация не только о Phoenix BIOS, но и о BIOS всех PC-совместимых компьютеров. Эти справочники также больше не переиздаются, однако их можно встретить на вторичном рынке.

Компания Phoenix предоставляет техническую поддержку и документацию по адресу www.phoenix.com. Дополнительную информацию можно найти на сайте eSupport.com.

BIOS компании Microid Research (MR)

Эта компания разрабатывает BIOS для устаревших систем с процессорами 486 и Pentium и имеет свою нишу на рынке, поскольку все крупные поставщики BIOS уже давно не выпускают продуктов для этих систем. Эта компания была впоследствии приобретена Unicore и спустя некоторое время перепродана компании Phoenix.

Совет

Если вам приходится работать с множеством типов BIOS, приобретите книгу Фила Круше *The BIOS Companion* (или загрузите ее в виде файла PDF). В этой книге содержится детальная информация о функциях и настройке BIOS всех современных крупнейших производителей. Если такая книга у вас уже есть, получите ее обновленные версии на сайте ElectroCution.com.

Обновление BIOS

Производители материнских плат адаптируют стандартную BIOS к конкретным аппаратным средствам. Именно этот факт создает проблемы при обновлении BIOS. BIOS обычно находится в одной (или нескольких) из микросхем материнской платы и содержит программный код, специфичный для модели и даже версии материнской платы. Таким образом, если возникла потребность в обновлении BIOS, нужно обращаться не к компании, выпустившей ее ядро (AMI или Phoenix), а к изготовителю материнской платы или компании, осуществляющей ее поддержку.

Часто при модернизации аппаратных средств компьютера требуется обновить и BIOS. К примеру, необходимость в таком обновлении может возникнуть при установке на более старые системные платы современного процессора или высокочастотного жесткого диска. Дело в том, что в старой BIOS могла быть не предусмотрена поддержка устройств, которых на тот момент еще не было и в проекте.

В частности, обновление ROM BIOS может понадобиться в следующих случаях:

- при установке новых, более скоростных процессоров;
- для поддержки загрузочных оптических устройств (называемых *спецификацией El Torito*);
- для поддержки загрузочных устройств USB;
- для ускорения теста POST;
- для поддержки режимов ATA Ultra-DMA/100 и Ultra-DMA/133;
- для поддержки устройств SATA в режиме AHCI;
- при добавлении жестких дисков объемом более 8,4 или 137 Гбайт (48-разрядный режим LBA);

- при добавлении или улучшении поддержки Plug and Play;
- при исправлении ошибок, связанных с изменением системной даты в 2000 году и с високосными годами;
- при исправлении известных ошибок или проблем совместимости с некоторыми аппаратными средствами и программным обеспечением;
- при добавлении поддержки для системы управления режимом электропитания ACPI;
- при добавлении/модификации функции контроля за температурным режимом процессора или работой вентилятора;
- при установке старых устройств USB (клавиатуры и мыши);
- при реализации технологии защиты от несанкционированного открытия системного блока;
- для поддержки включения по запросу из сети или для загрузки из сети.

К основным требованиям стандарта PC 2001, опубликованного компаниями Intel и Microsoft, относится поддержка так называемой функции *Fast POST*. Эта функция подразумевает, что на загрузку системы, начиная от включения питания и заканчивая загрузкой файлов операционной системы, должно уходить не более 12 секунд (для систем, не использующих SCSI в качестве соединения основной памяти). В это время входит инициализация клавиатуры, видеоплаты и шины ATA. Системам, содержащим адаптеры со встроенной памятью ROM, даны дополнительные 4 секунды на каждую плату. Эта функция, получившая в Intel название Rapid BIOS Boot (RBB), поддерживается во всех системных платах компании, выпущенных после 2001 года. Некоторые из них позволяют выполнить загрузку системы менее чем за 6 секунд.

Если новое программное или аппаратное обеспечение установлено в строгом соответствии с приводимыми инструкциями, но все равно не работает, проблема может заключаться в BIOS, которую требуется обновить. Особенно это относится к современным операционным системам. Дело в том, что для поддержки устройств PnP и системы управления электропитанием ACPI, реализованных в Windows XP и Vista, BIOS старых материнских плат следует обновить. Так как эти проблемы специфичны для конкретных типов материнских плат, следует периодически заходить на сайт производителя и проверять наличие обновлений BIOS (там же можно узнать, какие именно проблемы решены в каждом из обновлений). Установка несовместимого аппаратного и программного обеспечения может привести к нарушению работы компьютера, поэтому перед установкой такого оборудования, как процессоры, рекомендуется обновлять BIOS системной платы.

Для проверки совместимости установленной BIOS с современными технологиями можно воспользоваться утилитой BIOS Wizard, доступной на сайте eSupport.com.

Где взять обновленную версию BIOS

Чаще всего обновленные версии BIOS можно загрузить с сайта производителя системной платы. Производители BIOS обновления не предлагают, так как в каждой модели материнской платы используются модифицированные версии BIOS. Поэтому не следует искать обновление на сайте Phoenix, AMI или Award. Обращаться за обновлением следует к производителю системной платы или всей системы. Обновления можно найти и на сайте eSupport.com, особенно если сайт производителя найти не удалось или если эта компания вообще прекратила свое существование.

Определение версии BIOS

Для замены или обновления BIOS необходима следующая информация:

- модель системной платы;
- текущая версия BIOS.

Идентифицировать BIOS можно по сообщениям, появляющимся на экране при включении системы. Правда, на экране версия BIOS отображается только несколько секунд и, чтобы немного “задержать” ее, нажмите клавишу <Pause>. Зафиксировав нужную информацию, нажмите любую клавишу, и загрузка компьютера возобновится.

Примечание

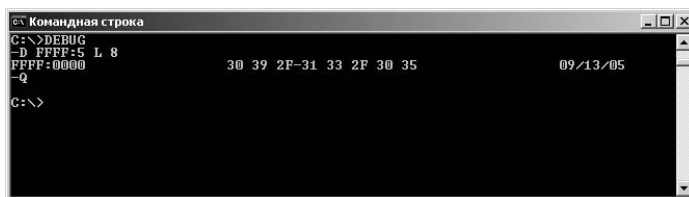
Многие современные компьютеры во время загрузки системы не выводят на экран монитора привычную таблицу POST. Вместо этого на экране появляется логотип производителя системной платы или компьютера. В этом случае для загрузки программы BIOS Setup необходимо нажать какую-либо клавишу или комбинацию клавиш (определяемую каждым производителем BIOS). Более подробно эта процедура описана ниже. Вам, наверное, приходилось слышать, что вывод на экран логотипа компании-изготовителя вместо заданного по умолчанию экрана POST называется *тихой загрузкой* (*quiet boot*). Сейчас появилась реальная возможность заменить “рекламные плакаты” BIOS, например, логотипом собственной компании или любым графическим символом. Программное обеспечение, позволяющее заменить или, напротив, восстановить выводимый на экран логотип системных плат Intel, можно найти по адресу:

http://developer.intel.com/design/motherbd/gen_indx.htm

Кроме того, идентификационный номер BIOS часто указывается на экранах программы BIOS Setup. Для получения подобной информации, а также для определения параметров наборов микросхем и микросхемы Super I/O, встроенных в системную плату, может быть использована программа BIOS Agent (ее можно загрузить с сайта esupport.com). Затем можно обратиться к производителю системной платы или на соответствующий сайт, чтобы загрузить и установить более новую версию BIOS (если такая существует).

Проверка даты создания BIOS

Один из способов определить относительный возраст и возможности BIOS системной платы — проверить дату ее создания. Дата создания BIOS сохраняется практически всеми компьютерными системами в виде 8-байтовой текстовой строки по адресу памяти FFFF5h. Данное значение позволяет узнать, когда в BIOS производителем системной платы вносились последние исправления или улучшения. Дата создания BIOS позволяет оценить, на поддержку каких именно функций можно рассчитывать. Для просмотра содержимого определенных адресов можно использовать утилиту командной строки DEBUG, поставляемую вместе с Windows и DOS. Программа DEBUG запускается из командной строки и отображает собственное приглашение, после чего можно вводить различные команды. Например, для получения справочных сведений достаточно ввести команду?. Для получения сведений о дате создания BIOS отобразите окно командной строки (или загрузите DOS с дискеты), после чего выполните команду DEBUG. После отображения приглашения программы DEBUG введите **D FFFF:5 L 8**; в результате команда DEBUG получит указание отобразить содержимое памяти по адресу FFFF5 длиной 8 байт. При этом DEBUG отобразит соответствующие значения в виде шестнадцатеричных значений и кодов ASCII. После этого можно ввести **Q** для завершения работы команды DEBUG. Пример выполнения программы DEBUG представлен на рис. 5.6.



```
Командная строка
C:\>DEBUG
D FFFF:5 L 8
FFFF:0000          30 39 2F-31 33 2F 30 35          09/13/05
-Q
C:\>
```

Рис. 5.6. Использование программы DEBUG для отображения даты создания BIOS

В данном примере дата создания BIOS — 13 сентября 2005 года.

Создание резервной копии BIOS

Перед обновлением BIOS рекомендуется создать резервную копию текущего содержимого ПЗУ. Дело в том, что многие производители материнских плат помещают на своих сайтах только последние версии BIOS, которые иногда могут вызывать проблемы или не соответствовать вашим потребностям. Имея резервную копию, всегда можно вернуться к ранее существовавшей на компьютере версии BIOS. Для создания резервной копии запустите программу обновления BIOS своей материнской платы и посмотрите, предлагает ли она резервное копирование. Если не предлагает, посмотрите на сайте производителя материнской платы, какие версии BIOS на нем доступны для загрузки и есть ли среди них та, которая установлена в текущий момент на вашем компьютере. Если возможности создать резервную копию нет и на сайте отсутствует текущая версия BIOS вашего компьютера, придется использовать альтернативные методы.

Одним из достоинств программатора EPROM является то, что его можно использовать в качестве устройства резервного копирования съемных ПЗУ на случай, если они впоследствии выйдут из строя. В то же время большинство выпускаемых сегодня материнских плат содержит припаянные микросхемы ПЗУ. В данном случае единственный выход — воспользоваться программой DEBUG для чтения содержимого ПЗУ и его сохранения в файле на диске.

Хранимая в файле резервная копия содержимого ПЗУ может пригодиться и для других целей. К примеру, в ней можно найти выводимые на экран информационные строки; также можно дизассемблировать программный код и выяснить, как он работает.

Код ПЗУ обычно занимает 128 Кбайт ОЗУ в виде двух сегментов по 64 Кбайт: E000–EFFFF и F000–FFFFFF. BIOS видеоадаптеров или других плат хранятся по адресам C000–CFFFF и D0000–DFFFF. В связи с особенностями программы DEBUG каждый сегмент объемом 64 Кбайт необходимо сохранять отдельно.

Чтобы воспользоваться программой DEBUG для сохранения сегментов E000 и F000, введите ряд команд.

```
C:\>DEBUG ; Запуск программы DEBUG
-R BX ; Изменение регистра BX (размер файла высокого по-
; рядка)
BX 0000 ; Со значения 0
:1 ; На значение 1 (указывает на файл объемом 64
; Кбайт)
-N SEG-E.ROM ; Название файла
-M E000:0 FFFF CS:0 ; Перемещение 64 Кбайт данных из BIOS в текущий
; сегмент кода
-W 0 ; Запись файла со смещением 0 в сегмент кода
Запись 10000 байт ; 10000h = 64К
-N SEG-F.ROM ; Имя файла
-M F000:0 FFFF CS:0 ; Перемещение 64 Кбайт данных из BIOS в текущий
; сегмент кода
-W 0 ; Запись файла со смещением 0 в сегмент кода
Запись 10000 байт ; 10000h = 64К
-Q ; Завершение работы DEBUG
```

Результат работы этой совокупности команд в Windows XP представлен на рис. 5.7.

Приведенные выше инструкции позволяют сохранить сегменты объемом 64 Кбайт по адресам E000–EFFFF и F000–FFFFFF в файлах. Для этого вначале указывается размер файла, затем — его имя, после чего код BIOS копируется в выделенный сегмент. После этого данные можно записать на диск.

Если вы решили сохранить содержимое ПЗУ, в том числе BIOS видеоадаптера и ПЗУ других адаптеров, повторите описанные выше действия, однако при запуске программы DEBUG необходимо указать начальные адреса C000:0 и D000:0. Не забудьте указывать различные имена файлов. Следует заметить, что BIOS видеоадаптера может занимать не весь сегмент C0000 и, кроме того, некоторые адаптеры могут использовать сегменты C0000 и D0000 не полностью. В данном случае Windows может использовать соответствующие участки памяти для хранения других данных.

```
Командная строка
C:\>debug
P BX
BX 0000
:1
-N SEG-E.ROM
-M E000:0 FFFF CS:0
-I 0
Запись 10000 байт
-N SEG-P.ROM
-M F000:0 FFFF CS:0
-I 0
Запись 10000 байт
-Q
C:\>_
```

Рис. 5.7. Использование программы DEBUG для сохранения содержимого сегментов E0000–EFFFF и F0000–FFFFF в файлах

Обратите внимание, что приведенные выше команды необходимо выполнять в строго определенном порядке. Например, команда Name всегда должна предшествовать команде Move; в противном случае часть данных в начале текущего сегмента кода будет удалена.

Восстановление параметров CMOS BIOS

Модернизация BIOS системной платы обычно приводит к удалению параметров BIOS Setup в ПЗУ (далее – ROM) микросхемы CMOS. Таким образом, эти параметры, особенно относящиеся к конфигурации жесткого диска, следует записать и в дальнейшем надежно хранить. Некоторые программы настройки BIOS позволяют резервировать и восстанавливать параметры CMOS, однако это скорее исключение, чем правило. Также в некоторых случаях новые BIOS предлагают другие параметры или места хранения данных в CMOS RAM; в этих случаях резервирование и восстановление неприменимы.

Наилучший выход – запись параметров BIOS Setup вручную или подключение принтера и использование комбинации клавиш <Shift+PrtSc> для распечатки содержимого определенного экрана. Включите принтер, загрузите обычным образом компьютер и перезагрузите его (но не выключайте) для инициализации принтера, после чего попробуйте распечатать параметры CMOS. Следует заметить, что эта операция возможна только при наличии принтера, подключенного через параллельный порт, а не через порт USB, поскольку только он поддерживается системой BIOS. При записи настроек особое внимание уделите жесткому диску: их режиму SATA (IDE/ACHI/RAID), геометрии диска (количеству цилиндров, дорожек и секторов) и преобразованию (LBA, Large или CHS). Если вам не удастся восстановить прежние значения этих параметров, доступ к диску и тем более загрузка с него окажутся невозможными.

Совет

Если распечатать содержимое экрана невозможно, воспользуйтесь цифровым фотоаппаратом и сделайте снимок каждого окна настроек BIOS. Настройте фотоаппарат на режим ближней съемки и вместо оптического видоискателя используйте жидкокристаллический экран, что поможет снять весь экран, а не его отдельную область.

Микросхемы контроллера клавиатуры

Компьютеры ранних версий класса АТ (начиная с 286-го) включают в себя, помимо основной системной памяти, контроллер клавиатуры, представляющий собой микропроцессор со встроенной памятью. В более современных системных платах этот контроллер входит в состав южного моста или микросхемы Super I/O.

Контроллер клавиатуры используется для управления сбросом и строками A20, а также для дешифровки кода опроса клавиатуры. Строка A20 используется в расширенной памяти и при выполнении операций в защищенном режиме. Во многих системах для выбора тактовой частоты процессора используется один из свободных портов.

Проблемы, связанные с контроллером клавиатуры, были решены в большинстве систем в начале 1990-х годов, когда происходил переход от DOS к Windows, поэтому с ними можно столкнуться только в системах более ранних версий.

Обновление Flash BIOS

Начиная с 1996 года во всех компьютерах BIOS записывается в микросхему Flash ROM. Информацию в этой микросхеме можно стирать и перепрограммировать непосредственно в компьютере без специального оборудования. Для стирания и перепрограммирования старых микросхем PROM требовались специальный источник ультрафиолетового излучения и устройство программирования, а в Flash ROM данные могут быть удалены и перезаписаны даже без извлечения микросхем из системы.

Flash ROM позволяет загрузить новую версию BIOS из Интернета или, имея ее на диске, загрузить в микросхему Flash ROM на системной плате без ее удаления и замены. Обычно эти обновления загружаются с сайта изготовителя материнской платы. В зависимости от подхода программы обновления могут помещать программы на загрузочный гибкий или оптический диск, а могут выполняться в Windows, как приложение.

Иногда микросхема Flash ROM в системе защищена от записи; тогда, прежде чем приступить к модификации, следует отключить защиту. Обычно это делается с помощью переключателя, который управляет блокировкой модификации ROM. Без блокировки любая программа (в том числе и вредоносная) может перезаписывать ROM в вашей системе, а это опасно. Даже без физической защиты от записи современные BIOS в микросхемах Flash ROM имеют алгоритм защиты, который предотвращает несанкционированные модификации. Эту методику Intel использует на своих системных платах.

Обратите внимание, что изготовители системных плат не сообщают, когда они обновляют BIOS для конкретной платы. Вы должны сами периодически посещать их сайт. Как правило, все обновления BIOS бесплатны.

Перед обновлением BIOS необходимо сначала отыскать и загрузить модифицированную версию BIOS. Зайдите на сайт производителя и поищите в его системе меню страницу обновлений BIOS (BIOS Update), после чего выберите нужную вам модель материнской платы и загрузите новую BIOS.

Примечание

Если обновление Flash BIOS предназначено только для определенных версий или моделей системных плат, перед его установкой проверьте, совместимо ли оно с имеющейся у вас платой. В частности, посмотрите номер версии системной платы или ее конкретных компонентов. Более подробную информацию можно получить на сайте производителя системной платы.

Некоторые производители материнских плат предлагают различные варианты обновления BIOS: как непосредственно из Windows, так и с помощью создаваемой загрузочной дискеты, оптического диска или флэш-карты USB. Можете воспользоваться любым из этих вариантов, тем, который покажется вам самым простым в вашей ситуации. Все зависит от текущего состояния системы. К примеру, если BIOS повреждена, остается только пройти процедуру полного восстановления, описанную в следующем разделе. Если обновляется BIOS нового компьютера, на котором еще не установлена операционная система Windows, можно воспользоваться методом, создающим загрузочный диск. Если файлы и программы обновления слишком велики для дискеты, подумайте о загрузке с оптического диска или флэш-карты USB.

В целом все процедуры обновления BIOS можно отнести к одному из следующих типов:

- выполнение программ под Windows;
- автоматизированное создание загрузочных образов;
- создание загрузочных носителей вручную;
- создание носителей экстренного восстановления.

Все эти методы подробно описываются в следующих разделах.

Выполнение программы Windows

Это, пожалуй, самый простой и популярный из всех методов. Он может оказаться недоступным для старых материнских плат, однако все новые материнские платы его поддерживают. Процесс обновления сводится к загрузке программы из Интернета и ее запуску. Обновление может производиться либо сразу же после запуска программы, либо посредством копирования программой некоторой информации на диск и последующей перезагрузки операционной системы. В любом случае после завершения обновления система выполнит еще одну перезагрузку, и задачу можно будет считать выполненной. Единственным недостатком является необходимость в операционной системе Windows 2000 или более поздней версии. Таким образом, данный метод не подойдет пользователям, на чьих компьютерах либо вообще не установлена операционная система, либо они работают под управлением альтернативной системы, такой как Linux.

Автоматизированное создание загрузочных образов

Этот метод — второй по сложности; он работает практически с любыми операционными системами, а также вообще без ОС. Он идеально подходит для всех компьютерных систем, использующих альтернативные ОС. Возможность применения этого метода зависит исключительно от того, предоставил ли производитель материнской платы дискету или оптический диск с необходимыми файлами обновления, который впоследствии можно использовать для создания других загрузочных дисков обновления.

При наличии гибкого диска можно загрузить программу создания образа с сайта производителя. После запуска эта программа предложит вставить в дисковод чистую дискету, на которой будут записаны образ загрузочного диска, содержащего собственно ядро операционной системы (вероятнее всего, DOS или одной из ее версий), а также файлы, необходимые для выполнения обновления. После создания такого диска нужно проверить в настройках BIOS последовательность загрузки, чтобы сначала выполнялось обращение к дисководу. Затем необходимо вставить дискету и перезагрузить компьютер. Операционная система начнет загружаться с гибкого диска, после чего будет автоматически запущена программа обновления. По завершении обновления следует извлечь дискету из привода и перезагрузить компьютер.

Поскольку приводы гибких дисков в большинстве современных компьютеров уже не устанавливаются (а также учитывая размеры образов BIOS новых материнских плат), многие обновления предлагаются в виде образов загрузочных компакт-дисков. Обычно они имеют вид файла *.ISO, содержащего точную копию исходного компакт-диска. В данном случае для выполнения обновления нужно записать этот образ на чистый диск CD-R или CD-RW. К сожалению, ни Windows Vista, ни XP, ни одна из более ранних версий этой операционной системы не предлагают программ создания или чтения образов компакт-дисков. Так что придется воспользоваться какой-либо сторонней программой прожига CD/DVD. Такие коммерческие программы (например, от Roxio, Nero или Sonic) иногда включаются в состав программного обеспечения, входящего в комплект поставки устройств прожига оптических дисков. Следовательно, одна из таких программ уже может быть установлена в вашей системе. Если это не так, разрешите откомендовать бесплатную программу ImgBurn, которую можно загрузить с сайта www.imgburn.com.

С помощью программы прожига скопируйте файл образа ISO на чистый диск CD-R или CD-RW. После этого проверьте в настройках BIOS последовательность устройств загрузки (привод компакт-дисков должен быть первым). Вставьте созданный загрузочный диск в привод и перезагрузите компьютер. Операционная система должна загрузиться с компакт-диска, после чего автоматически будет запущена программа обновления BIOS. Следуйте инструкциям на экране, а по завершении обновления извлеките компакт-диск из привода и перезагрузите компьютер.

Создание загрузочных носителей вручную

Многие производители материнских плат предлагают обновления в виде флэш-утилит DOS и предназначенных для них файлов образов. Эти утилиты следует запускать вручную с

загрузочного диска. Для этого можно использовать любой носитель — дискету, компакт-диск или флэш-карту, — и совершенно не важно, какая операционная система установлена в компьютере, Windows или Linux, и установлена ли она вообще. Все необходимые для обновления файлы обычно находятся в архиве, который загружается с сайта производителя материнской платы. К сожалению, этот вид обновления требует от пользователя больше усилий, чем другие. Самым сложным этапом является ручное создание загрузочного носителя, на который будут скопированы файлы. Загрузочную дискету создать исключительно просто, в то время как загрузочный компакт-диск или флэш-карту — намного сложнее.

В этом вам помогут некоторые бесплатные утилиты. Для создания загрузочного компакт-диска с целью обновления BIOS рекомендуется воспользоваться пакетом Clean Boot CD, который можно загрузить по адресу www.nu2.nu/bootcd/#clean. Загрузите самораспаковывающийся архив в свободную папку и запустите его на выполнение; при этом в папку будут разархивированы дополнительные файлы, необходимые для установки. После этого следуйте указаниям по копированию флэш-утилиты и файлов образов в соответствующую папку. После того как все нужные файлы будут собраны в папке, выполните команду **Build⇒Clean**, и будет автоматически сформирован образ ISO загрузочного диска с файлами операционной системы и обновления BIOS. Затем с помощью любой программы прожига оптических дисков (например, ImgBurn) можно скопировать образ компакт-диска на чистый носитель CD-R или CD-RW.

После прожига компакт-диска загрузитесь с него, перейдите в папку, в которую помещены флэш-утилита и файлы образов BIOS, и введите команду выполнения обновления. К примеру, для материнских плат от Intel используется утилита IFLASH.EXE, а файлы образов имеют расширения *.BIO. Команда запуска обновления в данном случае имеет следующий вид:

```
IFLASH /PF XXX.BIO
```

Здесь XXX.BIO — имя файла образа BIOS.

Данная процедура применима и для создания загрузочного флэш-диска USB, однако в этом случае вас также подстерегают некоторые сложности, правда, несколько отличные от тех, которые возникают при создании загрузочного компакт-диска. Но и здесь приходит на помощь бесплатная утилита форматирования, доступная по адресу tinyurl.com/ydao7p. Чтобы сделать флэш-диск загрузочным, программа потребует предоставить системные файлы DOS (command.com, io.sys и msdos.sys), которые в процессе форматирования перенесет на флэш-диск. В данном случае можно воспользоваться любой версией DOS, однако лично я рекомендую DOS 6.22. Если у вас нет этих системных файлов, можете загрузить их в виде образа загрузочной дискеты с сайта www.bootdisk.com.

Примечание

Производители BIOS и материнских плат добавили поддержку загрузки с флэш-дисков только в 2001 году, так что, если ваша система датирована 2001 или более ранним годом, возможность загрузки с флэш-диска может отсутствовать.

Естественно, перед загрузкой с флэш-диска его нужно вставить в порт USB, а в настройках BIOS назначить его первым загрузочным устройством. Следует отметить, что в настройках BIOS флэш-диск может быть упомянут как некоторый съемный носитель или как обычный жесткий диск. В большинстве систем, если во время включения компьютера флэш-диск не подключен к порту USB, он автоматически удаляется из последовательности устройств загрузки.

После форматирования флэш-диска как загрузочного добавьте на него флэш-утилиты и файлы образов с жесткого диска. Затем перезагрузите компьютер, предварительно вставив в порт флэш-диск и выполнив настройку последовательности устройств загрузки в настройках BIOS. С флэш-диска должна загрузиться операционная система DOS, после чего в командной строке нужно ввести корректную команду обновления BIOS.

Совет

Перед запуском процедуры обновления BIOS отсоедините от системного блока все устройства USB и FireWire, за исключением, возможно, клавиатуры и мыши. Если загрузка выполняется с флэш-диска USB, никакие другие устройства USB не должны быть подключены к компьютеру. В некоторых системах наличие дополнительных внешних устройств может вызвать некорректное обновление BIOS.

Если в настройках BIOS включен параметр Byte Merge (это относится к Award BIOS), отключите его до начала обновления. Дело в том, что в некоторых старых системах обновление BIOS при включенном параметре Byte Merge может вызвать срыв процедуры обновления, в результате чего будет повреждена системная BIOS. После обновления можете включить этот параметр снова. Некоторые обновления BIOS учитывают данную проблему, так что, возможно, в будущем мы с ней уже не встретимся.

Восстановление Flash BIOS

Во время перепрограммирования микросхемы Flash BIOS на экране монитора появится предупреждение примерно следующего содержания:

The BIOS is currently being updated. DO NOT REBOOT OR POWER DOWN until the update is completed (typically within three minutes)...

(В настоящее время происходит обновление BIOS. До завершения процесса модификации (обычно в течение трех минут) не перезагружайте и не выключайте систему.)

Если невнимательно отнестись к этому предупреждению или если в процессе обновления BIOS что-нибудь случится, базовая система ввода-вывода будет повреждена. В зависимости от модели системной платы может возникнуть необходимость в замене микросхемы Flash BIOS микросхемой, перепрограммированной производителем системной платы или поставщиком аналогичных микросхем. И это — насущная необходимость, поскольку без ПЗУ с базовой системой ввода-вывода материнская плата не может выполнять свои функции. Именно по этой причине я держу под рукой программатор ПЗУ — он исключительно полезен при наличии в материнской плате съёмных микросхем ROM. За считанные минуты я могу “перепрошить” микросхему ПЗУ и снова вставить ее в материнскую плату. Если вы тоже хотите купить программатор ПЗУ, рекомендую модель EPROM+ компании Andromeda Research Labs (www.arlabs.com).

Во многих современных компьютерах микросхема Flash BIOS впаявается в системную плату, поэтому идея о ее замене и последующем перепрограммировании весьма сомнительна. Но это не означает, что единственный выход из положения состоит в замене системной платы. В большинстве материнских плат, содержащих впаянную микросхему Flash BIOS, для этого используется специальная процедура восстановления содержимого BIOS. Она скрыта в специальной защищенной части флэш-ПЗУ, зарезервированной для этой цели, которая называется *блоком загрузки*. В этом блоке хранится процедура, используемая для восстановления основного программного кода BIOS.

Примечание

Ввиду малого размера блока загрузки выполнение процедуры не сопровождается какими-либо текстовыми пояснениями. Как правило, экран остается чистым, как будто ничего не происходит. Основными признаками выполнения процедуры восстановления BIOS являются шум встроенного динамика и индикатор доступа к устройству, на котором находится обновление. Как правило, при нормальном ходе процесса обновления одиночный звук воспроизводится в его начале и несколько — в конце. Мигание индикаторов на носителе указывает на чтение информации с него и запись в ПЗУ.

Разные модели материнских плат и версии BIOS требуют различных процедур восстановления. Большинство материнских плат (в том числе выпускаемые Intel) содержат переключку конфигурирования BIOS, позволяющую установить несколько режимов функционирования ПЗУ, в том числе его восстановление. На рис. 5.8 показана эта переключка на типичной материнской плате.

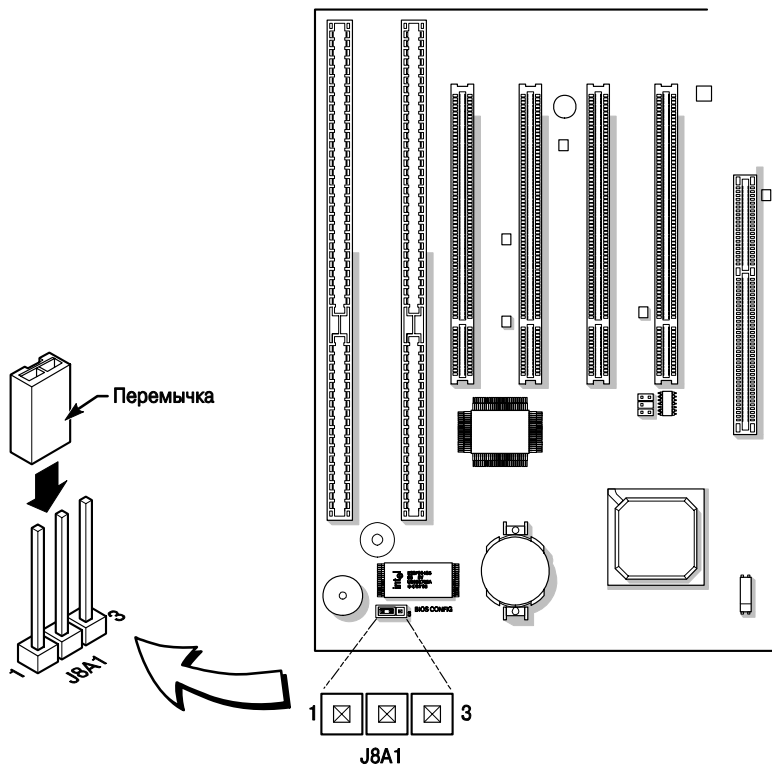


Рис. 5.8. Перемычка конфигурирования BIOS

Наряду с установкой перемычки для процедуры восстановления BIOS требуется наличие в приводе оптических или гибких дисков носителя с файлом образа BIOS. Некоторые материнские платы воспринимают оба типа этих устройств, однако большинство — только одно из них. Абсолютное большинство старых материнских плат поддерживает восстановление BIOS только с гибкого диска. В то же время новые материнские платы могут вообще не поддерживать дисководы; к тому же их BIOS слишком велика для того, чтобы поместиться на обычную дискету. В данном случае существует одно общее правило. Если файл образа BIOS достаточно мал, чтобы поместиться на дискету (1,44 Мбайт или менее), а материнская плата содержит контроллер гибких дисков, значит, для восстановления BIOS следует использовать гибкий диск. Если привода гибких дисков в системе нет, нужно на время подключить его к контроллеру. Как специалист могу сказать, что на всякий случай под рукой всегда нужно иметь привод гибких дисков и шлейф к нему, даже если эту технологию вы считаете отжившей свое. Гибкий диск, вставленный в привод, должен содержать только файл образа BIOS с расширением .ВТО, при этом диск необязательно должен быть загрузочным. Более того, если записать на дискету дополнительные файлы, на нее может не поместиться сам файл образа .ВТО.

Перед началом процедуры восстановления BIOS с гибкого или оптического диска нужно загрузить с сайта производителя материнской платы образ восстанавливаемой BIOS. Как можно догадаться, это придется сделать на другом компьютере, поскольку компьютер с поврежденной BIOS по определению не может функционировать. Файл .ВТО может быть доступен для загрузки отдельно, а может входить в состав некоторого архивного файла наряду с утилитами и документацией. Для восстановления BIOS нужен только файл образа — все остальное использоваться не будет. Также необходимо проверить, правильно ли в системе установлен привод гибких или оптических дисков.

Для восстановления BIOS с помощью гибкого диска выполните следующие действия.

1. Скопируйте файл образа BIOS (*.ВТО) на чистую дискету.
2. Вставьте дискету в дисковод компьютера, BIOS которого подлежит восстановлению.
3. Выключите питание системы и снимите перемычку конфигурирования BIOS, переведя тем самым микросхему в режим восстановления (см. рис. 5.8).
4. Включите питание системы; восстановление должно начаться автоматически. В начале процедуры вы услышите писк; в ходе восстановления индикатор чтения привода гибких дисков должен мигать.
5. Процедура восстановления обычно продолжается от 2 до 5 минут, после чего система останется включенной, автоматически выключится или попросит выключить питание вас.
6. Выключите питание системы, извлеките из привода дискету с образом BIOS и верните на место перемычку конфигурирования BIOS.

На новых материнских платах, не имеющих контроллера гибких дисков, или в случае, когда размер файла образа BIOS превышает 1,44 Мбайт, можно использовать восстановление с оптического диска. Несмотря на то что сам привод может поддерживать любые оптические диски (CD или DVD), записывать файл *.ВТО следует на носитель CR-R или CD-RW, после чего диск нужно закрыть (“финализировать”). Для прожига компакт-диска можно воспользоваться программой ImgBurn (www.imgburn.com), учитывая, что она бесплатна, проста в использовании и к тому же способна работать в старых версиях Windows.

Для восстановления BIOS с помощью оптического диска выполните следующие действия.

1. Запишите на компакт-диск копию файла образа BIOS (*.ВТО), после чего “финализируйте” диск.
2. Вставьте компакт-диск в привод компьютера, BIOS которого подлежит восстановлению.
3. Выключите питание системы и снимите перемычку конфигурирования BIOS, переведя тем самым микросхему в режим восстановления.
4. Включите питание системы; восстановление должно начаться автоматически.
5. Процедура восстановления должна завершиться в течение 2–5 минут, после чего система останется включенной, автоматически выключится или попросит вас выключить питание.
6. Выключите питание системы, извлеките из привода дискету с образом BIOS и установите на место перемычку конфигурирования BIOS.

Примечание

Операция восстановления BIOS может привести к повреждению настроек BIOS в микросхеме CMOS RAM. Если после обновления BIOS и включения компьютера вы увидите сообщение об ошибке контрольной суммы “CMOS/GPNV Checksum Bad... Press F1 to Run Setup”, нажмите клавишу <F1>, в меню программы настройки BIOS выберите пункт загрузки параметров по умолчанию (Load Defaults) и нажмите <F10> для сохранения параметров и выхода из программы.

Даже если перемычки конфигурирования BIOS на материнской плате отсутствуют, все равно должна существовать процедура восстановления BIOS. К примеру, некоторые версии микросхем AMI BIOS содержат программу блока загрузки, которая запускается и без перемычки восстановления. Если BIOS повреждена, эта процедура пытается найти на гибком диске файл AMIBOOT.ROM, и если найдет, переносит его содержимое в системную BIOS. В этом случае достаточно загрузить файл образа BIOS, переписать его на чистую дискету, переименовать в AMIBOOT.ROM, выключить питание восстанавливаемой системы, вставить записанную дискету в привод и снова включить питание компьютера. После этого процесс восстановления начнется автоматически.

Некоторые BIOS от Award также содержат загрузочный блок, обладающий способностью восстанавливать BIOS. Он предназначен для автоматической загрузки с гибкого диска при повреждении основной BIOS. Для восстановления прежде всего нужно загрузить последние файлы обновления BIOS, извлечь их из архива и скопировать на отформатированный системный гибкий диск программу `awdf1ash.exe` и образ BIOS (`*.bin`). После этого на загрузочной дискете следует создать файл `AUTOEXEC.BAT` всего с одной строкой: `awdf1ash.exe имя_файла_образа.bin`. Выключите питание восстанавливаемого компьютера, вставьте дискету в привод и снова включите питание. Система будет загружена с гибкого диска, и автоматически начнется процесс восстановления BIOS.

В любой из описанных процедур следует выждать несколько минут после того, как индикатор обращения к дисководу перестанет мигать, извлечь дискету и перезагрузить компьютер. После перезагрузки восстановленная система BIOS должна корректно возобновить свою работу. Если этого не случилось, возможно, процесс восстановления не был завершен корректно или микросхема CMOS материнской платы не имеет зарезервированного блока загрузки (содержащего команды восстановления).

Примечание

Описанная выше процедура восстановления BIOS представляет собой самый быстрый и простой метод обновления BIOS на большом количестве компьютеров в производственной среде (в частности, когда на компьютерах еще нет установленной операционной системы или выполняется ее обновление). Кстати, именно этот метод используется при сборке новых компьютерных систем.

Использование системы IML

В некоторых старых моделях компьютеров IBM и Compaq (в частности, Pentium и 486) вместо Flash BIOS используется система IML (Initial Microcode Load — начальная загрузка микрокода). В данном случае часть BIOS записывается в скрытую область жесткого диска и считывается при включении питания. Естественно, ядро BIOS при этом находится в микросхеме на материнской плате, однако все его функции сводятся к обнаружению и запуску кода BIOS из системного раздела жесткого диска. Это позволяет компаниям IBM и Compaq распространять обновления BIOS на дисках для установки в системном разделе. IML BIOS загружается в оперативную память при каждом включении или перезагрузке компьютера.

Системный раздел, помимо кода BIOS, содержит полную копию установочного, диагностического или эталонного диска (Setup, Diagnostics или Reference Disk), которая обеспечивает установку и настройку системы во время перезагрузки компьютера. Это позволяет изменить конфигурацию системы без загрузки с указанного диска и создает впечатление, что все средства диагностики находятся в ПЗУ.

Основным недостатком этого метода является то, что код BIOS записан на жестком диске. При неправильном подсоединении установочного жесткого диска система не сможет функционировать должным образом. Следует заметить, что в этом случае стандартная загрузочная системная дискета не подходит, так как загрузиться можно только с дискеты *Reference Disk*.

Хотя это немного похоже на защищенную область (расположенную “после конца” жесткого диска), отличия, безусловно, существуют. Системы используют защищенную область НРА для хранения приложений восстановления, диагностики и резервного копирования. Сама BIOS, а также программа настройки BIOS, все равно сохраняется в микросхеме ПЗУ (flash ROM).

Распределение CMOS-памяти

В оригинальной системе AT микросхема Motorola 146818 использовалась как часы (14 байт) и как энергонезависимая память (50 байт), в которую можно было записать любую информацию. В компьютере IBM AT эти 50 байт использовались для записи системной конфигурации.

В современных компьютерах микросхема Motorola 146818 не используется. Часть ее функций передана набору микросхем системной логики (южный мост) или микросхеме Super I/O.

Вместо нее также могут использоваться специальная батарейка и модуль памяти NVRAM (Non-Volatile RAM) таких компаний, как Dallas и Benchmarq.

В табл. 5.6 описано назначение всех 64 байт стандартного модуля CMOS-памяти. В них хранятся данные, определяющие конфигурацию системы. Эти данные записываются и считываются программой Setup BIOS.

Таблица 5.6. Распределение CMOS-памяти в компьютерах AT

Адрес HEX	Адрес DEC	Размер поля, байт	Назначение
00h	0	1	Текущая секунда в двоично-десятичном коде (коде BCD) (00–59)
01h	1	1	Установленная секунда “будильника” в BCD
02h	2	1	Текущая минута в BCD (00–59)
03h	3	1	Установленная минута “будильника” в BCD
04h	4	1	Текущий час в BCD (00–24)
05h	5	1	Установленный час “будильника” в BCD
06h	6	1	Текущий день недели в BCD (00–06)
07h	7	1	Текущая дата (день месяца в BCD) (00–31)
08h	8	1	Текущий месяц в BCD (00–12)
09h	9	1	Текущий год в BCD (00–99)
0Ah	10	1	Регистр состояния A
0Bh	11	1	Регистр состояния B
0Ch	12	1	Регистр состояния C
0Dh	13	1	Регистр состояния D
0Eh	14	1	Байт состояния диагностики
0Fh	15	1	Коды отключения
10h	16	1	Типы накопителей на гибких дисках
11h	17	1	Зарезервирован
12h	18	1	Типы накопителей на жестких дисках
13h	19	1	Зарезервирован
14h	20	1	Установленные устройства
15h	21	1	Младший байт размера основной памяти
16h	22	1	Старший байт размера основной памяти
17h	23	1	Младший байт размера дополнительной (extended) памяти
18h	24	1	Старший байт размера дополнительной (extended) памяти
19h	25	1	Расширенный тип накопителя 0 на жестких дисках (0–255)
1Ah	26	1	Расширенный тип накопителя 1 на жестких дисках (0–255)
1Bh	27	9	Информация пользовательского типа накопителя 0 на жестких дисках
24h	36	9	Информация пользовательского типа накопителя 1 на жестких дисках
2Dh	45	1	Дополнительные параметры BIOS Setup
2Eh	46	1	Старший байт контрольной суммы CMOS-памяти
2Fh	47	1	Младший байт контрольной суммы CMOS-памяти
30h	48	1	Младший байт реального размера дополнительной памяти
31h	49	1	Старший байт реального размера дополнительной (extended) памяти
32h	50	1	Номер столетия в BCD (00–99)
33h	51	1	Информационный флаг процедуры POST
34h	52	2	Зарезервированы
36h	54	1	Опции BIOS Setup, относящиеся к набору микросхем
37h	55	7	Пароль на включение питания (обычно в зашифрованном виде)
3Eh	62	1	Старший байт контрольной суммы дополнительной (extended) CMOS-памяти
3Fh	63	1	Младший байт контрольной суммы дополнительной (extended) CMOS-памяти

BCD. Binary-Coded Decimal (двоично-десятичное число).

POST. Power On Self Test (самотестирование при включении питания).

Следует отметить, что в современных системных платах устанавливаются микросхемы CMOS-памяти объемом 2 или 4 Кбайт и даже более. Эта дополнительная память использует-

ся для сохранения информации об устройствах Plug and Play. Приведенная в табл. 5.6 информация может не соответствовать тем данным, которые записаны в CMOS-памяти вашей системной платы; кроме того, она отличается у каждого производителя системной BIOS. Это всего лишь пример того, насколько тесна взаимосвязь BIOS с аппаратным обеспечением материнской платы.

Существуют программы и утилиты, позволяющие сохранять и затем восстанавливать конфигурацию CMOS RAM. Однако подобные программы предназначены исключительно для конкретных версий BIOS и моделей системных плат, поэтому не подходят для обновления парка разнообразных систем.

В табл. 5.7 перечислены значения так называемого *байта состояния диагностики*, которые могут быть сохранены системной BIOS в CMOS-памяти. Проанализировав его значение с помощью той или иной диагностической программы, можно выяснить, формировались ли в компьютере коды ошибок, и какие проблемы возникали в процессе его работы.

Таблица 5.7. Значение байта состояния диагностики

Номер бита								Байт HEX	Описание
7	6	5	4	3	2	1	0		
1	80	Пропало питание микросхемы часов
.	1	.	.	.	.	.	.	40	Неправильная контрольная сумма памяти CMOS
.	.	1	.	.	.	.	.	20	При выполнении POST обнаружена неправильная конфигурация
.	.	.	1	.	.	.	.	10	Ошибка при сравнении размеров памяти в процессе выполнения POST
.	.	.	.	1	.	.	.	08	Не удалась инициализация жесткого диска или адаптера
.	1	.	.	04	Неправильное время, отсчитываемое часами
.	1	02	Адаптеры не соответствуют установленной конфигурации
.	1	01	Пауза в считывании идентификатора адаптера
.	00	Нет ошибок (нормально)

Если байт диагностического состояния имеет значение, отличное от нуля, то при загрузке компьютера обычно выводится сообщение о конфигурационной ошибке CMOS. Такие ошибки можно исправить, заново запустив программу настройки BIOS.

Замена микросхемы ROM BIOS

Микросхемы Flash ROM используются в компьютерах начиная с 1995 года. До того вместо них обычно использовались EPROM. Для обновления BIOS в этих системах микросхему EPROM следует заменить такой же микросхемой, содержащей новую версию BIOS. Чтобы получить обновленную версию BIOS для систем, использующих микросхемы Flash ROM, следует обращаться к производителю системной платы.

Процедура замены микросхемы BIOS может оказаться полезной, если предварительно была создана резервная копия системной BIOS, и возникла потребность заменить ею поврежденный оригинал. Также этой процедурой можно воспользоваться, если в системе установлена съемная микросхема Flash-ROM (это характерно для систем, не имеющих переключки восстановления BIOS).

Для замены микросхемы BIOS выполните следующие действия.

1. Сохраните все параметры CMOS-памяти.
2. Выключите питание и отсоедините кабель питания.
3. Снимите крышку корпуса и извлеките все компоненты, которые препятствуют свободному доступу к микросхеме ROM BIOS. Не забудьте одеть антистатический браслет! Если у вас его нет, перед выполнением описанных действий прикоснитесь рукой к шасси системы.

4. Используя инструмент для извлечения микросхем или отвертку, извлеките микросхему ROM BIOS из гнезда на системной плате.
5. Достаньте новую микросхему EPROM из антистатической упаковки.
6. Установите новую микросхему ROM BIOS в гнездо системной платы. Стандартная прямоугольная микросхема BIOS имеет на одном из концов выпуклость, соответствующую вырезу на разъеме, так что вам не удастся вставить микросхему неправильно, не повредив ее при этом.
7. Установите все извлеченные ранее компоненты на место.
8. Установите крышку корпуса, подключите кабель питания и включите компьютер.
9. Введите все ранее сохраненные параметры BIOS.
10. Сохраните параметры BIOS и перезагрузите компьютер.

Как видите, работать с Flash-ROM гораздо проще, так как не приходится даже снимать крышку корпуса.

Вопросы совместимости с 2000 годом

Все современные системы должны быть совместимы с датами XXI века; для этого используются обновления BIOS или программ. Однако, если речь идет о системах, выпущенных до 1999 года, вам следует проверить совместимость систем с датой “2000 год”. Подробности приведены в 12-м издании книги, которое находится на прилагаемом диске.

Среда предварительной загрузки

Стандартная версия Phoenix FirstBIOS, а также версия Pro поддерживают стандартную *среду предварительной загрузки* с графическим интерфейсом пользователя, который позволяет работать с программой настройки BIOS, выполнять диагностику, запускать утилиту резервного копирования, а также полностью восстанавливать исходное состояние системы. Все эти приложения (за исключением BIOS Setup) сохраняются в защищенной области НРА — скрытом разделе, расположенном в конце жесткого диска. Количество и тип приложений, доступных при использовании среды предварительной загрузки, зависят от компании, которая занималась разработкой и производством компьютерной системы. На рис. 5.9 представлен пример реализации Phoenix BIOS Pro компанией IBM/Lenovo. Для отображения данной оболочки достаточно нажать клавишу <Enter> при выполнении процедуры POST.

Среда предварительной загрузки с графическим интерфейсом пользователя может весьма пригодиться для восстановления работоспособного состояния системы. Например, многие крупные OEM-производители компьютерных систем, прежде чем продавать компьютеры, устанавливают не только Windows, но и все выпущенные на текущий момент пакеты обновлений, а также драйверы устройств, уникальные для определенной конфигурации. После этого вносятся другие изменения, например рисунки рабочего стола, изменяется интерфейс, а также устанавливаются документация и утилиты, упрощающие работу с системой. И наконец, устанавливаются различные приложения, такие как DVD-плееры, офисные приложения и т.д.

Подобные настройки довольно сложно воспроизвести, если пользователь захочет все сделать с самого начала, поэтому производители предоставляют возможность легко восстановить состояние системы, в том числе операционную систему, драйверы, приложения и т.д. Как правило, для этого используется несколько компакт-дисков, однако пользователь может их потерять или повредить. В результате восстановление системы значительно усложнится. В то же время, используя такие версии BIOS, как Phoenix FirstBIOS, производитель компьютерной системы может сохранить все необходимые данные на жестком диске, причем эти данные будут доступны только в меню предварительной загрузки в BIOS.

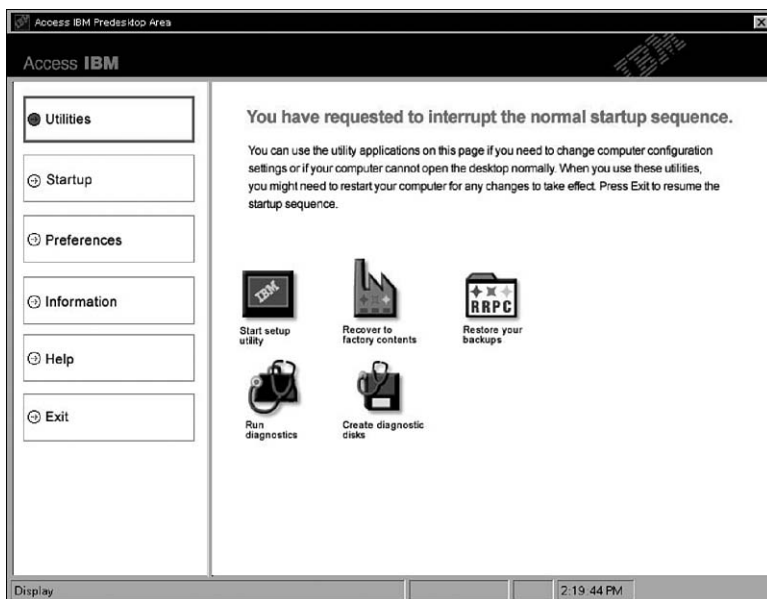


Рис. 5.9. Пример реализации Phoenix FirstBIOS Pro компанией IBM

Изначально для этого использовался скрытый раздел, который можно было по ошибке повредить или удалить с помощью специального программного обеспечения создания разделов, а также других утилит. В новых компьютерных системах все необходимые данные сохраняются в скрытой области HPA, для доступа к которой используются команды, определяемые стандартом PARTIES (Protected Area Run Time Interface Extension Services), поддерживаемым всеми жесткими дисками ATA-4 и более новых стандартов. Для того чтобы жесткий диск воспринимался операционной системой как диск меньшего объема, используется команда `SET MAX ADDRESS`. Многие производители компьютерных систем используют для размещения защищенной области HPA последние 3 Гбайт на жестком диске. Весь участок, который начинается с адреса, определяемого командой `SET MAX ADDRESS`, и заканчивается фактическим концом диска, считается областью HPA, доступ к которой возможен только с помощью команд PARTIES. Содержимое защищенной области HPA, а также структура жесткого диска, на котором она расположена, показаны на рис. 5.10.

Область HPA оказывается более защищенной, чем скрытый раздел, поскольку любые данные, которые находятся “после конца” диска, просто недоступны для обычных приложений, а также специализированных утилит, таких как Partition Magic и Partition Commander. Единственный способ удалить защищенную область HPA — указать с помощью команды `SET MAX ADDRESS` адрес, соответствующий фактическому концу диска. Некоторым пользователям это действительно необходимо, поскольку восстановить систему можно и с помощью компакт-дисков (которые далеко не всегда поставляются вместе с современными компьютерами), а для диагностики можно воспользоваться специальными утилитами, записанными на дискете или загрузочном компакт-диске. Кроме того, если вы заменяете жесткий диск, можно временно отобразить область HPA, после чего скопировать ее на новый диск. Для установки области HPA на новом диске можно также воспользоваться компакт-дисками, поставляемыми вместе с компьютером.

Многие компьютеры, в которых используется Phoenix BIOS, поставляются со специальным программным обеспечением для восстановления и диагностики, записанным в области HPA, поскольку это является составной частью новой управляемой среды Phoenix BIOS (cME), которая используется многими крупными производителями настольных и портативных систем начиная с 2003 года.

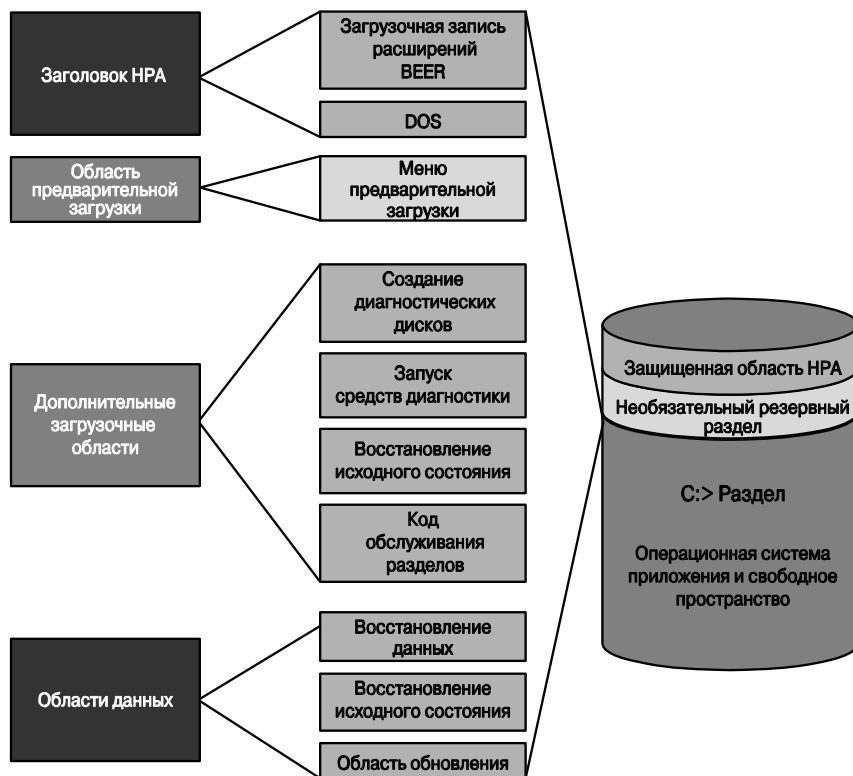


Рис. 5.10. Структура защищенной области HPA

Параметры CMOS

Микросхема CMOS RAM перед использованием компьютера должна содержать информацию об установленных дисках системы и выбранных пользовательских параметрах. Программа настройки BIOS позволяет выбрать такие параметры.

Запуск программы Setup BIOS

Для запуска этой программы необходимо во время загрузки системы нажать определенную клавишу или комбинацию клавиш. Обычно название этой клавиши отображается на экране во время выполнения теста POST. Если этот тест проходит настолько быстро, что вы не успеваете прочитать сообщение, попробуйте воспользоваться клавишей <Pause> и немного “задержать” сообщение на экране. Если после этого нажать любую клавишу, система продолжит загрузку в обычном режиме.

Ниже представлены стандартные клавиши запуска этой программы для BIOS различных производителей, которые необходимо нажимать во время выполнения процедуры POST.

- **AMI BIOS** – <Delete> или <F1>
- **Phoenix BIOS** – <F2> или <F1>
- **Award BIOS** – <Delete> или <Ctrl+Alt+Esc>
- **Microid Research BIOS** – <Esc>

Если ни одна из этих клавиш не обеспечивает запуска программы настройки BIOS, читайте документацию к своей системной плате или обратитесь к ее производителю.

В некоторых оригинальных компьютерных системах для запуска программы настройки BIOS используются особые клавиши.

- **IBM Aptiva/Valuepoint или ThinkPad** – <F1> (во время выполнения процедуры POST или включения питания)
- **Ноутбуки Toshiba** – <Esc> (после включения системы) и <F1>
- **Старые версии Phoenix BIOS** – <Ctrl+Alt+Esc> или <Ctrl+Alt+S> (в режиме командной строки)
- **Compaq** – <F10> (во время выполнения процедуры POST)

После запуска программы появится ее основной экран с меню и подменю. В следующих разделах мы рассмотрим всю систему меню, характерную для большинства материнских плат от Intel. Несмотря на то что не все материнские платы имеют подобные настройки, а некоторые производители используют иную терминологию, предлагаемое общее описание поможет вам разобраться в их смысловом значении.

Основное меню программы Setup BIOS

В большинстве современных программ Setup BIOS основное меню содержит параметры, приведенные в табл. 5.8.

Примечание

Параметры системных BIOS в основном одинаковы, поэтому в качестве примера я выбрал меню программы настройки, используемое одной из современных системных плат Intel. Производители системных плат подгоняют базовую систему ввода-вывода под определенную плату, т.е. одна и та же версия BIOS может иметь совершенно разные параметры. Предлагаемый обзор даст общее представление о том, как различные настройки BIOS влияют на режим работы компьютера.

Таблица 5.8. Параметры основного меню программы Setup BIOS

Параметр	Описание
Maintenance (Поддержка)	Определение рабочей частоты процессора и удаление паролей. Это меню доступно только в режиме конфигурирования, устанавливаемом с помощью переключки на системной плате
Main (Основные параметры)	Параметры процессора, а также даты и времени
Advanced (Дополнительные параметры)	Установка дополнительных параметров набора микросхем системной логики
Security (Безопасность)	Установка паролей и активизация других средств безопасности
Power (Питание)	Установка параметров управления питанием
Boot (Загрузка)	Определение параметров загрузки
Exit (Выход)	Сохранение или отмена установленных параметров

При выборе любого из этих пунктов открывается дополнительное меню, содержащее под-разделы настроек.

Параметры меню Maintenance

Параметры этого меню предназначены для установки рабочей частоты процессора и удаления паролей. Во всех старых системных платах рабочие параметры процессора устанавливаются с помощью переключек на системной плате. В системных платах Intel присутствует специальная конфигурационная переключка, которую следует установить в положение *Configure* для активизации меню **Maintenance** в BIOS.

Это меню отображается только в том случае, если система работает в режиме конфигурирования. Для активизации режима выключите компьютер и переставьте конфигурационную переключку из положения **Normal** в положение **Configure** (см. рис. 5.8). В современных системных платах Intel присутствует лишь данная переключка, поэтому найти ее не составит труда. При последующем включении компьютера автоматически запустится программа BIOS Setup, в которой появится меню **Maintenance**, пункты которого перечислены в табл. 5.9. Ука-

жите необходимые изменения и сохраните их, затем выключите систему и установите пере­мычку в режим Normal.

Таблица 5.9. Параметры меню Maintenance

Параметр	Значение	Описание
Board ID	—	Уникальный идентификатор материнской платы
C1E	Enabled/Disabled	Разрешение понижать напряжение питания процессора при отсутствии рабочей нагрузки
Clear All Passwords	OK/Cancel	Очистка паролей пользователя и администратора
Clear Trusted Platform Module	OK/Cancel	Очистка модуля TPM ¹ при передаче прав собственности другому пользователю компьютера
CPU Frequency Multiplier	User Defined	Множитель частоты шины процессора относительно частоты кварцевого генератора. Настройка доступна только при отключении принятой по умолчанию частоты (параметр Default Frequency Ratio)
CPU Microcode Update Revision	—	Показывает версию обновления микрокода процессора
CPU Stepping Signature	—	Версия обновления процессорного ядра
Default Frequency Ratio	Enabled/Disabled	Enabled: использование стандартного множителя частоты процессора. Disabled: разрешение изменения множителя частоты процессора вручную
Fixed Disk Boot Sector	Enable/Disable	Защита от вирусов главной загрузочной записи (MBR) жесткого диска. Enable: MBR защищена от записи
Microcode Revision	—	Показывает версию микрокода процессора
Processor Stepping	—	Показывает поколение процессорного ядра
Ratio Actual Value	—	Показывает соотношение между частотой ядра и частотой шины
Reset Intel AMT to default factory settings	—	Восстановление заводских настроек технологии AMT от Intel ²
Use Maximum Multiplier	Automatic/Disabled	Доступно только в процессорах с разблокированным множителем тактовой частоты. Установка максимального значения множителя или его значения, принятого по умолчанию

Следует отметить, что новые процессоры Intel работают только на номинальной или пониженной частоте (используется так называемая *блокировка частоты*), в то время как другие процессоры позволяют увеличить тактовую частоту (т.е. “разогнать” процессор).

Если пользователь забыл установленный пароль, необходимо активизировать с помощью пере­мычки системной платы режим конфигурирования, запустить программу настройки BIOS и удалить все типы паролей с помощью команды **Clear All Passwords** меню **Maintenance**. При выполнении этой команды старый пароль останется неизвестным — он просто будет стерт (при желании можно будет установить новый пароль). Таким образом, защищен­ность компьютерной системы можно обеспечить, только перекрыв доступ к содержимому системного блока, поскольку каждый, кто сможет переставить пере­мычку конфигурирования, сможет стереть пароль и получить доступ к системе. Именно поэтому хорошие компьютерные корпуса оснащены замком.

Параметры меню Main

Это меню присутствовало еще в первых версиях программы настройки BIOS для компью­теров серии 286. В нем устанавливаются системные дата и время, параметры жесткого диска и дисководов, а также основные параметры видео. Программы настройки BIOS современных

¹ TPM — аппаратное устройство, предназначенное для подтверждения идентичности и проверки рабочих параметров в среде с доверительными отношениями. Защищает пользовательские данные, вырабатывая индивидуальную цифровую подпись, подтверждающую идентичность платформы и жесткого диска, для которых разрешено обращение к конкретным данным. — *Примеч. ред.*

² Технология AMT (Advanced Management Technology) предназначена для удаленного обнаружения и устранения разнообразных проблем. Позволяет выполнять удаленную установку обновлений программ, настройку компьютера и прочие операции даже при выключении целевых систем или блокировке операционной системы. — *Примеч. ред.*

систем более сложные и содержат большое количество подменю, так что объем параметров в самом меню **Main** довольно скудный.

В новых системах в меню **Main** дополнительно отображается информация о версии BIOS, типе и скорости процессора, объеме памяти, а также о настройках кодов коррекции ошибок (ECC) в основной и кэш-памяти. Главное меню также используется для установки системных даты и времени.

В табл. 5.10 приведены параметры меню **Main**.

Таблица 5.10. Параметры меню Main

Параметр	Значение	Назначение
Additional System Information	—	Отображение информации о материнской плате, системе, корпусе и т.д.
BIOS Version (Версия BIOS)	---	Отображение версии BIOS
Core Multiplexing Technology	Enabled/Disabled	Disabled: отключение всех ядер процессора, кроме одного. Это может понадобиться при работе в старых операционных системах, которые не поддерживают несколько ядер. В некоторых моделях процессоров оставшееся ядро может получить доступ к дополнительной кэш-памяти, что увеличит быстродействие некоторых приложений
Front Side Bus (FSB) Frequency	---	Отображение частоты шины процессора
Hyper-Threading Technology	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии Hyper-Threading
L2 Cache RAM	—	Отображение объема кэш-памяти второго уровня
Language	English/ French	Выбор языка для BIOS
Processor Speed	---	Отображение скорости процессора
Processor Type (Тип процессора)	---	Отображение типа процессора
System Bus Speed	---	Отображение скорости системной шины
System Date	мм/дд/гг	Установка текущей даты
System Memory Speed	---	Отображение скорости системной памяти
System Time	чч:мм:сс	Установка текущего времени
Total Memory	---	Отображение общего объема физической памяти

Код коррекции ошибок (ECC) использует дополнительные биты модулей памяти для обнаружения и даже оперативного исправления ошибок памяти. Для активизации кода коррекции ошибок следует установить в системе более дорогие модули памяти ECC DIMM. Однако учтите, что для успешного функционирования кода коррекции ошибок все модули памяти DIMM должны поддерживать ECC. Поддержка функции коррекции ошибок памяти позволяет значительно повысить отказоустойчивость системы, а также предотвратить повреждение данных в результате случайных сбоев памяти. Частота случайных ошибок равна примерно одной ошибке в двоичном разряде в месяц для каждых 64–256 Мбайт установленной памяти. Код коррекции ошибок служит гарантией того, что подобные ошибки не затронут файлы данных и не станут причиной разрушения системы.

Перед приобретением модулей памяти ECC убедитесь в том, что системная плата поддерживает память с коррекцией ошибок; в противном случае функция коррекции ошибок не будет работать. Также убедитесь в соответствии устанавливаемых модулей памяти требованиям спецификации системной платы и не пытайтесь установить модули памяти, общий объем которых превышает поддерживаемый материнской платой. Дополнительные сведения о типе и объеме устанавливаемых модулей памяти можно получить из документации к системной плате.

В BIOS более ранних версий общий объем установленной памяти состоял из двух частей — основной и дополнительной памяти. Основная память, иногда называемая *обычной*, представляла собой первые 640 Кбайт ОЗУ. Весь объем памяти, начинавшийся с 1024 Кбайт, назывался *дополнительной* памятью.

Объем физической памяти отображается исключительно в информационных целях — его нельзя изменить. Если отображаемое число не совпадает с суммарным объемом модулей памяти, установленных в системе, значит, некоторые из них повреждены, некорректно установлены, либо не совместимы с материнской платой.

Параметры меню Advanced

В этой системе меню можно установить параметры, определяемые набором микросхем системной логики. Это та часть настроек BIOS, которая специфична для конкретной модели набора микросхем, используемого системной платой. Сегодня на рынке представлено великое множество различных наборов микросхем системной логики, и каждый из них имеет уникальные параметры. Самые распространенные настройки, которые можно встретить в меню Advanced, приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11. Параметры меню Advanced

Параметр	Назначение
PCI Configuration	Настройка приоритетов прерываний (IRQ) отдельных разъемов PCI
PCI Express Configuration	Настройка разъемов PCI Express
Memory Configuration	Конфигурация контроллера и модулей памяти
Boot Configuration	Конфигурирование устройств Plug and Play, а также клавиши <NumLock>
Chipset Configuration	Конфигурирование дополнительных параметров набора микросхем
Peripheral Configuration	Конфигурирование периферийных портов и устройств
Drive Configuration	Конфигурирование устройств ATA
Floppy Configuration	Конфигурирование жестких дисков
Event Log Configuration	Конфигурирование протоколирования событий
Video Configuration	Конфигурирование видеосистемы
USB Configuration	Конфигурирование поддержки USB
Fan Control Configuration	Конфигурирование работы вентилятора
Hardware Monitoring	Отображение рабочего напряжения, температуры и скорости вентилятора

Параметры подменю PCI Configuration

Подменю PCI Configuration используется для выбора приоритета прерываний (IRQ) плат расширения, подключаемых в разъемы PCI. При выборе значения Auto базовая система ввода-вывода и операционная система самостоятельно назначают прерывания IRQ для каждого разъема, за исключением специальных плат PCI, использующих уникальные значения прерываний. Параметры подменю PCI Configuration приведены в табл. 5.12.

Таблица 5.12. Параметры подменю PCI Configuration

Параметр	Значение	Назначение
PCI Slot 1 IRQ Priority	Auto/3/5/9/10/11	Выбор приоритетного прерывания для шины данных PCI 1
PCI Slot 2 IRQ Priority	Auto/3/5/9/10/11	Выбор приоритетного прерывания для шины данных PCI 2
PCI Slot 3 IRQ Priority	Auto/3/5/9/10/11	Выбор приоритетного прерывания для шины данных PCI 3
PCI Slot 4 IRQ Priority	Auto/3/5/9/10/11	Выбор приоритетного прерывания для шины данных PCI 4

Если отключены интегрированные устройства, такие как последовательные и параллельные порты, их стандартные прерывания также доступны для выбора.

Параметры подменю PCI Express Configuration

В этом подменю выполняется конфигурирование параметров шины и разъемов PCI Express. В табл. 5.13 приведен типичный пример этого подменю.

Таблица 5.13. Параметры подменю PCI Express Configuration

Параметр	Значение	Назначение
Compliance Test Pattern	Enabled/Disabled	Включение и отключение проверки соответствия плат PCI Express стандарту
Link Stability Algorithm	Enabled/Disabled	Проверка наличия соединения x16 PCIe с графической картой x16
PCIe x16 Link Retrain	GFX Card/Enabled/Disabled	Используется для конфигурирования самонастройки устройств. Некоторые карты PCI Express определяются некорректно. Перестройка связей позволяет системе использовать несколько итераций для правильного определения и конфигурирования карты, что также увеличивает время загрузки

Параметр	Значение	Назначение
PEG Negotiated Width	---	Отображает количество активных каналов для карты, вставленной в разъем PCIe x16 (x1/x4/x8/x16). Эта информация полезна при решении вопросов производительности карт PCIe x4, x8 и x16 при активной интегрированной графике и отключенном параметре PEG Allow>1 в меню Advanced Chipset

Параметры подменю Memory Configuration

Параметры, приведенные в табл. 5.14, определяют конфигурацию памяти. Некоторые из этих настроек можно изменить с целью “разгона” памяти, однако это может вызвать неустойчивую работу системы и прочие проблемы. В последнем случае рекомендуется вернуть исходные значения измененных параметров.

Таблица 5.14. Параметры подменю Memory Configuration

Параметр	Значение	Назначение
CPS Override	Auto/Enabled/Disabled	Во включенном состоянии позволяет контроллеру DRAM устанавливать общие тайминги для разных банков памяти
Memory Frequency	Разные варианты	Установка скорости памяти вручную
Memory Correction	Non-ECC/ECC	Включение и отключение проверки ошибок памяти, если система и все модули памяти поддерживают коды ECC
Memory Mode	—	Отображение режима работы памяти: одноканальный или двухканальный
CDRAM CAS# Latency	2.0/2.5/3.0	Количество тактов, необходимых для адресации столбца в памяти. Соответствует CL
SDRAM Frequency	Auto/266 MHz/333 MHz/400 MHz	Позволяет изменить установленную тактовую частоту памяти
SDRAM RAS Act. To Pre.	8/7/6/5	Время между чтением и предвари тельным изменением. Соответствует tRAS,min
SDRAM RAS# Prechange	4/3/2	Время, необходимое для перехода к новой строке
CDRAM RAS# to CAS# delay	4/3/2	Количество тактов между адресациями строки и столбца. Соответствует tRCD
SDRAM Timing Control	Auto/Manual-Agressive/Manual-User Defined	Настройка таймингов памяти: автоматическая, самая агрессивная или выбираемая пользователем
Total Memory	—	Отображение общего объема физической памяти

Параметры подменю Boot Configuration

В табл. 5.15 приведены системные параметры этапа загрузки системы, в том числе PnP и клавиатуры.

Таблица 5.15. Параметры подменю Boot Configuration

Параметр	Значение	Назначение
ASF Support	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки стандартного формата предупреждения (ASF)
Display Setup Prompt	On/Off	Отображение сообщения “F2 to enter BIOS setup” во время загрузки
Limit CPUID MaxVal	Enabled/Disabled	Enable: разрешение некоторым старым операционным системам загружаться на процессорах с расширенными функциями CPUID
Numlock	Off/On	Включение или отключение функции NumLock дополнительной клавиатуры при запуске компьютера
Plug&Play O/S	No/Yes	No: все системные устройства конфигурирует BIOS. Yes: устройства PnP конфигурирует операционная система

Параметры меню Chipset Configuration

Параметры набора микросхем системной логики открывают доступ к самому ядру системы. Из-за большого разнообразия доступных наборов микросхем, а также архитектур материнских плат состав их свойств в настройках BIOS может разительно отличаться.

Многие материнские платы имеют средства разгона системы, позволяющие плавно повышать частоту системной шины (а следовательно, и процессора) и независимо регулировать

скорости других шин. Эти настройки особенно полезны при тестировании систем на стойкость к перегрузкам после первоначальной сборки.

Настройки набора микросхем можно использовать для разгона процессора и связанных шин, таких как PCI и AGP. С этой целью некоторые производители разделяют настройку скорости специализированных шин и системной шины. Если вы собираетесь разгонять процессор, учтите, что это может дестабилизировать систему, а также сократить срок жизни процессора. К тому же подобные действия снимают с производителя любые гарантийные обязательства. Также потребуются дополнительные капиталовложения на отвод дополнительного тепла, выделяемого процессором при разгоне. В целом, если вам непонятно, для чего предназначены конкретные настройки, не изменяйте их или переведите в автоматический режим. При возникновении каких-либо проблем лучше восстановить все значения частот, установленные по умолчанию.

В табл. 5.16 показаны параметры подменю Chipset Configuration.

Таблица 5.16. Параметры подменю Chipset Configuration

Параметр	Значение	Назначение
AGP/PCI Burn Mode	Default 63.88/31.94 MHz 68.05/34.02 MHz 69.44/34.72 MHz 70.83/35.41 MHz 72.22/36.11 MHz 73.60/36.80 MHz	Уменьшение или увеличение скорости шины AGP/PCI; скорость главной шины при этом не изменяется. Если выбрано значение, отличное от заданного по умолчанию (66.66/33.33 MHz), параметр Host and I/O Burning Mode автоматически устанавливается равным значению, установленному по умолчанию (Default)
CSA Device	Auto/Disable	Включение и отключение интерфейса потоковой архитектуры (CSA). CSA устанавливает прямое быстрое соединение с интегрированным адаптером Gigabit Ethernet в обход шины PCI. Auto: интерфейс включается, если устройство обнаружено на шине, и отключается в противном случае
DDR2 Voltage	Autonatic/1.8/1.9	Automatic: напряжение устанавливается в соответствии с обнаруженной памятью. Установка напряжения вручную предназначена для разгона памяти
Extended Burn-in Mode	Enabled/Disabled	Режим Enabled позволяет пользователю выбирать дополнительные значения для разгона системы
Extended Configuration	Default/User Defined	Выбор настроек расширенных параметров конфигурации: автоматическое или определяемое пользователем
Host Burn-in Mode	<Процент>	Процент изменения тактовой частоты для коррекции быстродействия системы. Максимальное значение зависит от типа системной платы и обычно составляет 30%
Host Burn-in Mode Type	Positive/Negative	Интерпретация процента из предыдущего параметра как положительного (Positive) или отрицательного (Negative) числа
Host Spread Spectrum	Down/Center	Коррекция средней тактовой частоты системных часов во избежание электромагнитных помех. Увеличивает время теста POST
HPET	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки высокоточного таймера событий (HPET)
IOAPIC Enable	Enabled/Disabled	Включение и отключение программируемого контроллера прерываний ввода-вывода (IAPIC)
ISA Enable Bit	Enabled/Disabled	Во включенном состоянии распознает только 16-разрядные адреса ввода-вывода, которые не являются псевдонимами 10-разрядных адресов ISA (из диапазона, назначенного порту ISA). Это препятствует возникновению конфликтов ресурсов с устройствами ISA, присутствующими в системе (например, последовательными и параллельными портами), и позволяет устройствам ISA отображаться на VGA-совместимый диапазон адресов. Этот параметр должен быть включен при использовании некоторых старых плат расширения
MCH Voltage Override	Default 1.525 V 1.600 V 1.625 V 1.725 V	Установка повышенного напряжения на контроллере памяти (MCH) или северном мосту с целью разгона
PCI Burn-in Mode	Default 36.36 MHz 40.00 MHz	Выбор повышенной частоты шины PCI с целью разгона. По умолчанию установлено значение 33,33 МГц

Параметр	Значение	Назначение
PCI Express Burn-in Mode	Default 101.32 MHz 102.64 MHz 103.96 MHz 105.28 MHz 106.6 MHz 107.92 MHz 109.24 MHz	Выбор повышенной частоты шины PCI Express с целью разгона. По умолчанию установлено значение 100,00 МГц
PCI Latency Timer	32/64/96/128/160/ 192/224/248	Количество тактов шины, в течение которых агент удерживает шину PCI при поступлении запроса к шине от другого агента
PEG Allow>1	Enabled/Disabled	Enabled: позволяет системе связываться с устройствами x4, x8 и x16 в разъеме PCI Express x16, оставляя активной и интегрированную графику PCIe. Disabled: все устройства, вставленные в разъем PCI Express x16, подключаются по шине x1, если включен контроллер интегрированной графики PCIe
Watchdog Timer	Enabled/Disabled	Enabled: выполняется мониторинг аппаратных и программных сбоев и предпринимаются действия по их устранению

Параметры меню Peripheral Configuration

Эти параметры (табл. 5.17) используются для конфигурирования устройств, интегрированных в системную плату, например последовательных и параллельных портов, интегрированного звукового адаптера и портов USB.

Таблица 5.17. Параметры меню Peripheral Configuration

Параметр	Значение	Назначение
Auxiliary Configuration	Enabled/Disabled	Включение и отключение вспомогательного разъема питания
Base I/O Address (for the Parallel Port)	278/378	Определение адреса ввода-вывода параллельного порта, если он включен
Base I/O Address (for the Serial Port)	3F8/2F8/3E8/2E8	Определение адреса ввода-вывода первого последовательного порта, если он включен
ECP Mode Use DMA	—	По умолчанию используется канал DMA 3
Front Panel 1394 Port 1	1394A/1394B	Установка режима для первого порта IEEE 1394 передней панели
Front Panel 1394 Port 2	1394A/1394B	Установка режима для второго порта IEEE 1394 передней панели
Interrupt (for the Parallel Port)	IRQ5/IRQ7	Выбор прерывания для параллельного порта, если он включен
Interrupt (for the Serial Port)	IRQ3/IRQ4	Выбор прерывания для последовательного порта, если он включен
Legacy Front Panel Audio	Enabled/Disabled	Enabled: система предполагает отсутствие звукового разъема High Definition (присутствует только обычный разъем). Disabled: разъем High Definition присутствует в системе
Parallel Port Mode	Output only Bi-directional EPP ECP	Output only: AT-совместимый режим. Bidirectional: PS/2-совместимый двунаправленный режим. EPP: расширенный, высокоскоростной двунаправленный режим для устройств, отличных от принтера. ECP: высокоскоростной двунаправленный режим для принтеров и сканеров
Onboard 1394	Enabled/Disabled	Включение и отключение интегрированного порта IEEE 1394
Onboard Audio	Enabled/Disabled	Включение и отключение интегрированного звукового адаптера
Onboard LAN Boot ROM	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки из сети
Onboard LAN Parallel Port	Enabled/Disabled	Включение и отключение интегрированного сетевого адаптера
Parallel Port	Disabled/Enabled/ Auto	Включение и отключение параллельного порта. Auto: автоматическое назначение адреса 378h и прерывания IRQ7. Звездочка рядом с адресом указывает на конфликт с другим устройством
Secondary SATA Controller	Enabled/Disabled	Включение и отключение вторичного контроллера SATA
Serial Port	Disabled/Enabled/ Auto	Включение и отключение последовательного порта. Auto: автоматическое назначение адреса 3F8h и прерывания IRQ4. Звездочка рядом с адресом указывает на присутствие конфликта с другим устройством
Trusted Platform Module	Enabled/Disabled	Включение и отключение микросхемы защиты TPM

Рекомендуется отключать последовательные и параллельные порты, если они не используются. При этом высвобождаются ресурсы, которые могут использовать другие устройства, к тому же сокращается время загрузки.

Параметры меню Drive Configuration

Среди всех настроек BIOS параметры жесткого диска считаются самыми важными.

Как и большинство прочих настроек BIOS, рекомендованы параметры, установленные по умолчанию или назначенные автоматически. Когда установлен режим **Auto**, BIOS отправляет устройству специальную команду идентификации, в ответ на которую оно передает сведения о своей правильной конфигурации. С этого момента BIOS может корректно выбрать оптимальный режим работы практически всех жестких дисков ATA и SATA. После выбора режима **Auto** для жесткого диска его идентификация выполняется в ходе теста POST при каждой загрузке системы. Таким образом, система может автоматически найти все новые установленные диски после первого же включения питания.

В дополнение к режиму **Auto** большинство старых BIOS предлагает таблицу из 47 типов устройств со стандартными параметрами. Каждый из предопределенных типов устройств имеет заданное количество цилиндров, секторов и головок, множитель предкомпенсации записи цилиндров и номер цилиндра для парковки головок. Эти типы часто использовались много лет назад, и в современных системах ни одно из дисковых устройств по определению не может соответствовать старым параметрам.

Имейте в виду, что системы, выпущенные в 1997 году и ранее, обычно поддерживают максимальный объем дисков 8,4 Гбайт, если не было выполнено обновление BIOS. Системы, выпущенные после 1997 года, поддерживают дисковые устройства объемом до 137 Гбайт (поддержка 48-разрядной адресации LBA), а начиная с 2002 года — и более высокочемкие. В общем, более старым системам для поддержки высокочемких дисков может потребоваться обновление BIOS.

В табл. 5.18 представлены параметры меню Drive Configuration.

Таблица 5.18. Параметры меню Drive Configuration

Параметр	Значение	Назначение
Access Mode	CHS/LBA/Large/Auto	Выбор режима преобразования адресов для устройств объемом менее 137 Гбайт. Режим CHS (цилиндры-головки-секторы) поддерживает диски объемом до 528 Мбайт. Режим логической блочной адресации LBA поддерживает диски объемом до 137 Гбайт. Режим Large поддерживает диски, большие 528 Мбайт, однако не поддерживает режим LBA
ATA/IDE Configuration	Disabled/Legacy/Enhanced	Тип интегрированного контроллера ATA. Disabled: отключение контроллера. Legacy: включение до двух каналов PATA для ОС, требующих обычные операции IDE. Enhanced: включение всех ресурсов PATA и SATA
Cable Detected	—	Отображает тип кабеля, подключенного к интерфейсу IDE: 40- или 80-жильный, или Serial ATA
Configure SATA as...	IDE/ACHI/DAID	Режим IDE предназначен для обратной совместимости с драйверами и операционными системами, не поддерживающими интерфейс SATA. ACHI: включение расширенного интерфейса контроллера, поддерживающего такие функции, как Native Command Queuing (NCQ), Hot plugging и т.д. RAID: включение поддержки ACHI и RAID-массивов. Сам RAID-массив должен быть сконфигурирован с помощью специальной утилиты
DMA Mode	Auto SWDMA 0 SWDMA 1 SWDMA 2 MWDMA 0 MWDMA 1 WDMA 2 UDMA 0 UDMA 1 UDMA 2 UDMA 3 UDMA 4 UDMA 5	Задание режима DMA устройства

Параметр	Значение	Назначение
Drive Installed	—	Отображение типа установленного устройства
Hard Disk Pre-Delay	Disabled 3 Seconds 6 Seconds 9 Seconds 12 Seconds 15 Seconds 21 Seconds 30 Seconds	Определение задержки перед идентификацией устройств, установленных в системе. Это дополнительное время необходимо старым дискам для раскрутки
Intel RAID Technology	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии Intel Matrix Storage RAID
Legacy IDE Channels	PATA Pri only PATA Sec only PATA Pri and Sec SATA P0/P1 only SATA P0/P1, PATA Sec SATA P0/P1, PATA Pri	Конфигурирование ресурсов PATA и SATA для ОС, требующих поддержки старых операций IDE. P0 — разъем SATA 0; P1 — разъем SATA 1
Maximum Capacity	—	Отображение емкости устройства
Onboard Chip SATA	IDE Controller Sata Disabled	IDE Controller: будут определяться каналы IDE и SATA. SATA Disabled: не будут определяться каналы SATA
PCI IDE Bus Master	Disabled/Enabled	Позволяет устройству PCI ATA инициировать транзакции в качестве главного устройства
PIO Mode	Auto/0/1/2/3/4	Установка режима программируемого ввода-вывода
Primary IDE Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале IDE ([None], если устройство не установлено)
Primary IDE Slave	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале IDE ([None], если устройство не установлено)
Secondary IDE Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале IDE ([None], если устройство не установлено)
Secondary IDE Slave	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале IDE ([None], если устройство не установлено)
S.M.A.R.T	Auto/Disable/Enable	Включение и отключение поддержки технологии самоанализа жестких дисков (S.M.A.R.T), предназначенной для идентификации повреждений жесткого диска на ранних стадиях
First SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Second SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Third SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Fourth SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Fifth SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Sixth SATA Master	[устройство]	Отображение устройства, установленного на данном канале SATA ([None], если устройство не установлено)
Type	Auto/User	Определение режима конфигурирования устройств IDE. Auto: считывание параметров устройства. User: ввод характеристик вручную
Use Automatic Mode	Enabled/Disabled	Позволяет вручную задать загрузочное устройство для старых операционных систем, которые поддерживают только четыре устройства. Это значит, что следует использовать один контроллер IDE для четырех устройств

Режим функционирования контроллера SATA имеет важное значение. Эта настройка управляет функционированием жестких дисков SATA и их интерпретацией системой, а также влияет на установку ОС и работу драйверов.

Одним из требований к SATA является способность эмулировать интерфейс ATA в полном объеме. Это значит, что устройство SATA может поддерживаться теми же драйверами и программами, которые поддерживают устройства PATA. Однако такая тесная связь исключает поддержку дополнительных возможностей интерфейса SATA, например очереди команд NCQ. Для поддержки функций, выходящих за рамки стандартного интерфейса

ATA, в SATA поддерживается более совершенный интерфейс, называемый *ACHI* (Advanced Host Controller Interface).

Контроллер SATA в большинстве материнских плат имеет три режима работы.

- **IDE.** Эмуляция старого интерфейса ATA без поддержки ACHI и RAID.
- **ACHI.** Поддержка всех функций SATA без RAID.
- **RAID.** Поддержка всех функций SATA, включая RAID и ACHI.

Все операционные системы и программы, поддерживающие устройства ATA, будут поддерживать и SATA, если контроллер работает в режиме IDE. Это значит, что систему Windows XP можно установить на устройство SATA, не нажимая клавишу <F6> для загрузки дополнительных драйверов. В то же время, если выбран режим ACHI или RAID, стандартные драйверы ATA работать не будут, и вместо них нужно использовать драйверы ACHI/RAID. В данном случае при установке Windows XP на устройство SATA нужно нажать клавишу <F6> и установить с гибкого диска драйверы ACHI/RAID. Следует отметить, что система Windows Vista имеет драйверы для большинства контроллеров SATA непосредственно на установочном диске DVD; также можно дописать эти драйверы и на инсталляционный диск Windows XP.

Переключение режима SATA в BIOS *после* установки операционной системы может вызывать проблемы, если устройство SATA является загрузочным, а корректные драйверы не были предварительно загружены. К примеру, если изменить режим SATA, а затем попытаться загрузить Windows XP, скорее всего, будет отображен синий экран со следующим сообщением об ошибке:

```
STOP: 0x0000007B (parameter1, parameter2, parameter3, parameter4)
INACCESSIBLE_BOOT_DEVICE
```

В данном случае возвращение режима контроллера в IDE позволит снова загрузить систему. После этого можно установить драйверы ACHI/RAID и снова переключиться в режим ACHI или RAID. В системе Windows Vista с этой проблемой вы вряд ли столкнетесь, поскольку большинство драйверов ACHI/RAID содержатся на установочном диске.

Функция предварительного ожидания (*Pre-delay*) предназначена для доступа к медленно раскручивающимся дискам. Некоторые старые диски не успевают раскрутиться к тому моменту, когда BIOS начинает их искать в ходе загрузки. В результате будет отображено сообщение об ошибке жесткого диска, и загрузка выполнена не будет. Дополнительное время задержки позволяет диску прийти в состояние готовности к тому моменту, когда начнется идентификация устройств. Естественно, при этом процесс загрузки замедляется, так что, если в системе установлены современные диски, задержку лучше отключить.

Параметры меню Floppy Configuration

В этом меню можно установить параметры дисководов (табл. 5.19).

Таблица 5.19. Параметры меню Floppy Configuration

Параметр	Значение	Назначение
Diskette Controller	Enabled/Disabled	Включение и отключение интегрированного контроллера дисковода
Diskette Write Protect	Enabled/Disabled	Включение и отключение защиты от записи на устройстве
Floppy A	Disabled 360 KB 5 1/4" 1.2 MB 5 1/4" 720 KB 3 1/2" 1.44 MB 3 1/2" 2.88 MB 3 1/2"	Выбор типа дисковода

Установив защиту от записи дискеты, можно предотвратить несанкционированное копирование конфиденциальных данных или заражение дискеты вирусами, которые могут присутствовать в системе.

Параметры подменю Event Logging

Эти параметры используются для конфигурирования процесса регистрации событий в SMBIOS и AMT. *SMBIOS* (System Management BIOS) — это DMI-совместимый метод удаленного управления компьютерами в сети. *DMI* (Desktop Management Interface) — это специальный протокол, с помощью которого происходит взаимодействие программного обеспечения с системной платой. *AMT* (Active Management Technology) — это технология удаленного доступа и устранения ошибок, включая инспекцию аппаратного и программного обеспечения, а также операции восстановления.

Используя SMBIOS и AMT, системный администратор может удаленно получить необходимую информацию о системе. Программы, подобные Intel LANDesk Management Suite, позволяют получить следующую информацию DMI:

- данные BIOS, например дату последнего обновления и текущую версию;
- системные данные, например тип установленного оборудования и серийные номера;
- данные о ресурсах системы, например объем установленной памяти, объем кэш-памяти и скорость процессора;
- динамические данные, например протоколы событий и ошибок.

В табл. 5.20 приведены параметры меню Event Logging.

Таблица 5.20. Параметры меню DMI Event Logging

Параметр	Значение	Назначение
Clear All DMI Event Log	Yes/No	Yes: журнал событий DMI будет очищен при следующем тесте POST, после чего параметр автоматически устанавливается равным No
DMI Event Log	Enabled/Disabled	Включение и отключение регистрации ошибок POST в журнале событий DMI
ECC Event Logging	Enabled/Disabled	Включение и отключение регистрации ошибок ECC в журнале событий DMI
Event Log Capacity	—	Показывает, имеется ли доступное пространство в журнале событий
Event Log Validity	—	Показывает, правильная ли информация содержится в журнале событий
Mark DMI Events As Read	[Enter]	Пометка всех событий в журнале DMI как прочитанных
View Event Log	[Enter]	При нажатии <Enter> отображаются все записи в журнале событий

Некоторые системные платы, поддерживающие код коррекции ошибок (ECC), поддерживают и регистрацию событий ECC. Для того чтобы узнать, проводится ли обнаружение (и корректировка) ошибок в системе, воспользуйтесь параметром View Log.

Параметры меню Video Configuration

В этом меню можно установить параметры видеосистемы. В табл. 5.21 показано типовое меню системы BIOS современной материнской платы.

Таблица 5.21. Параметры меню Video Configuration

Параметр	Значение	Назначение
AGP Aperture Size	4MB 8MB 16MB 32MB 64MB (по умолчанию) 128MB 256MB	Определение максимального объема системной памяти, которую операционная система может использовать для графики. В основном используется для буферизации текстур видеоадаптерами AGP
DVMT Mode	DVMT/Fixed/Both	DVMT: динамическое выделение видеопамати по запросу приложений; эта память высвобождается по завершении работы программы. Fixed: память выделяется при инициализации драйвера и имеет постоянный объем. Both: комбинирование методов Fixed и DVMT, что позволяет гарантировать наличие минимального объема видеопамати, одновременно используя гибкость динамического выделения
Frame Buffer Size	1 MB 8 MB 16 MB	Установка размера буфера кадра, т.е. общего объема системной памяти, зарезервированного BIOS для видео. Большой размер буфера приводит к улучшенному воспроизведению видеоряда

Параметр	Значение	Назначение
Onboard Video Memory Size	32 MB 64 MB 128 MB 256 MB	Объем системной памяти, используемой для прямого доступа к графическому адаптеру
PCI/VGA Palette Snoop	Enabled/Disabled	Некоторые графические адаптеры VGA и декодеры MPEG должны иметь возможность просматривать палитру видеокарты, чтобы определять, какие цвета в настоящий момент доступны. Этот параметр следует оставлять отключенным, если само устройство во время установки не требует его включения
Primary Video Adapter	AGP/PCI/PCIe/Onboard/Auto	Выбор основного адаптера, на который будет выводиться информация при загрузке системы
Secondary Video Adapter	AGP/PCI/PCIe/Onboard/Auto	Выбор дополнительного графического адаптера

Это меню особенно полезно при работе с двумя мониторами. С помощью его параметров один из мониторов можно выбрать в качестве основного (который отображает информацию при загрузке системы). В качестве основного адаптера можно выбрать карту, установленную в соответствующий тип разъема: PCI Express, AGP или PCI.

Параметры подменю USB Configuration

Подменю USB Configuration используется для настройки портов USB. В табл. 5.22 представлены параметры этого меню в типичной BIOS.

Таблица 5.22. Подменю USB Configuration

Параметр	Значение	Назначение
USB 2.0	Enabled/Disabled	Включение и отключение шины USB. Отключение используется для защиты информации
USB 2.0 Legacy Support	Full-Speed/High-Speed	Переключение скорости передачи данных по шине USB для старых устройств: 12 Мбит/с (Full-Speed) или 480 Мбит/с (Hi-Speed)
USB EHCI Controller	Enabled/Disabled	Включение и отключение высокоскоростной передачи данных (Hi-Speed)
USB Function	Enabled/Disabled	Включение и отключение возможности изменения настроек в меню USB Configuration. Эта настройка доступна только при переключении переключки в режим конфигурирования
USB Legacy	Enabled/Disabled	Поддержка старых устройств USB, таких как клавиатура и мышь
USB Ports	Enabled/Disabled	Включение и отключение всех портов USB
USB ZIP Emulation Type	Floppy/Hard Disk	Установка типа эмуляции Zip-устройств USB

Режим **Legacy USB** обеспечивает поддержку мыши и клавиатуры с интерфейсом USB независимо от операционной системы и драйверов. Возможны ситуации, когда клавиатура и мышь не будут работать до загрузки операционной системы, поддерживающей USB. Речь идет об использовании такого рода устройств в DOS, а также в диагностических программах и других приложениях, работающих в ОС, которые не поддерживают шину USB.

Следует отметить, что даже несмотря на отключенный параметр **Legacy USB**, компьютер распознает клавиатуру USB при работе в меню BIOS и во время процедуры POST. Если режим **Legacy USB** отключен, компьютер будет работать следующим образом.

1. При включении компьютера отключается режим **Legacy USB**.
2. Начинается процедура POST.
3. Поддержка **Legacy USB** временно активизируется, что позволяет использовать клавиатуру USB для запуска программы настройки BIOS или меню **Maintenance**.
4. По окончании процедуры POST режим **Legacy USB** отключается (если только в настройках BIOS ему не был присвоен параметр **Enabled**).

5. Загружается операционная система, в процессе чего мышь и клавиатура USB распознаются. Эти устройства активизируются только после загрузки операционной системой драйверов USB.

Для установки операционной системы, поддерживающей USB, активизируйте в BIOS режим **Legacy USB** и следуйте выводимым на экран инструкциям. После загрузки операционной системы и настройки драйверов USB режим **Legacy USB** больше не применяется, и драйверы USB выполняют все необходимые функции. Тем не менее рекомендуется не отключать режим **Legacy USB**, чтобы клавиатура USB оставалась работоспособной в DOS при проведении диагностики или же в операционной системе, не поддерживающей USB.

Стоит отметить, что режим **Legacy USB** предназначен исключительно для мыши и клавиатуры — он не подходит для концентраторов USB или каких-либо других устройств. Для обеспечения работы прочих USB-устройств необходима операционная система, поддерживающая интерфейс USB с помощью системных драйверов.

Параметры подменю Fan Control Configuration

В большинстве компьютеров для охлаждения корпуса используется один или несколько вентиляторов. В табл. 5.23 представлены параметры подменю Fan Control Configuration в BIOS типового высокопроизводительного компьютера.

Таблица 5.23. Параметры подменю Fan Control Configuration

Параметр	Значение	Назначение
Automatic Fan Detection	Next Boot Disable Always	Определение добавления новых вентиляторов только при следующей загрузке (Next Boot); всегда (Always), что несколько замедляет загрузку, или никогда (Disable)
Processor Zone Response	Agressive/Normal/ Slow	Способ коррекции частоты вращения вентилятора процессора. В менее эффективных моделях теплоотводов следует установить режим Agressive, в более эффективных — Slow
Unlock Intel(R) QST	No/Yes	Разблокировав технологию QST (Quiet System Technology), можно управлять вентилятором с помощью программ
CPU Fan Control	Enabled/Disabled	Разрешается регулировать скорость вращения вентилятора процессора для уменьшения шума. Если управление не разрешено, вентилятор работает на 100% мощности
System Fan Control	Enabled/Disabled	Разрешается регулировать скорость вращения системного вентилятора для уменьшения шума. Если управление не разрешено, вентилятор работает на 100% мощности

Многие современные системные платы оснащены микросхемами мониторинга, которые позволяют получить сведения о температуре, напряжении и скорости вращения вентиляторов. Соответствующие данные отображаются в одном из разделов программы BIOS Setup. Как правило, подобные системные платы поставляются вместе с программным обеспечением, которое позволяет просматривать характеристики системы в среде Windows (табл. 5.24).

Таблица 5.24. Параметры контроля над оборудованием

Параметр	Назначение
+1.5V in	Уровень напряжения по каналу +1,5 В
+12V in	Уровень напряжения по каналу +12 В
+3.3V in	Уровень напряжения по каналу +3,3 В
+5V in	Уровень напряжения по каналу +5 В
Ambient Air Temperature	Температура внешнего термодиода
Aux Fan	Скорость вращения дополнительного вентилятора
Chassis Inlet Fan	Скорость вращения переднего вентилятора
Chassis Outlet Fan	Скорость вращения заднего вентилятора
CPU Cooling Fan	Скорость вращения вентилятора процессора
CPU Temperature	Температура процессора
ICH Temperature	Температура контроллера ввода-вывода (южного моста)
MCH Temperature	Температура контроллера памяти (северного моста)
VCORE Voltage	Напряжение на операционном ядре процессора

Параметры меню Security

В большинстве BIOS можно установить два типа пароля — администратора (Supervisor) и пользователя (User). Пароль администратора открывает доступ к настройкам BIOS, а пароль пользователя — к загрузке компьютера.

Если установлен пароль администратора, при запуске программы настройки BIOS открывается диалоговое окно с предложением ввести этот пароль. При вводе правильного пароля пользователь получает доступ к параметрам BIOS, в противном случае в доступе к параметрам BIOS будет отказано.

Если установлен пароль пользователя, перед началом загрузки BIOS будет предложено его ввести. При вводе правильного пароля загрузка компьютера будет продолжена. Следует отметить, что если в системе установлен только пароль администратора, ее загрузка осуществляется без ввода пароля. Если установлены оба типа паролей, то для продолжения загрузки необходимо ввести хотя бы один из них. В большинстве систем пароль имеет длину семь или восемь символов.

Многие системные платы имеют переключатель, с помощью которого, забыв пароль, вы можете удалить все типы паролей BIOS. Этот переключатель в целях безопасности никак не помечен, а найти его можно только в документации к системной плате.

Пароли можно удалить также с помощью меню Maintenance, но в этом случае необходимо знать пароль для доступа к программе настроек BIOS (т.е. пароль администратора). Для удаления паролей воспользуйтесь опцией Clear All Passwords. Если она недоступна, удалите пароль, выбрав функцию Set Password и нажав клавишу <Enter> в окне запроса.

В табл. 5.25 приведены параметры меню Security.

Таблица 5.25. Параметры меню Security

Параметр	Значение	Назначение
Chassis Intrusion	Enabled/Disabled	Включение и отключение сенсора снятия крышки корпуса
Clear User Password	Yes/No	Удаление пароля пользователя
Security Option	Setup/System	Когда требовать ввод пароля: при входе в настройки BIOS или перед загрузкой системы (если эти пароли установлены)
Set Supervisor Password	—	Ввод пароля администратора длиной до семи букв и цифр
Set User Password	---	Ввод пароля пользователя длиной до семи букв и цифр
User Access Level	Limited No Access View Only Full	Определение прав доступа пользователя к настройкам BIOS: ограниченные, полные, только для чтения или запрет доступа. Параметр доступен только при наличии установки паролей: администратора и пользователя
User Password	---	Индикатор установки пароля пользователя
VT Technology	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии виртуализации
XD Technology	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии запрета выполнения из памяти, способной предотвратить атаки с методикой переполнения буфера

В большинстве системных плат для обнуления пароля в том случае, если пользователь его забыл, предназначена специальная перемычка или переключатель. В системной плате Intel следует установить конфигурационную перемычку, войти в меню Maintenance программы настройки BIOS и выбрать команду Clear Password. Если же не удастся найти этот переключатель, то попробуйте извлечь из системной платы батарейку и через 15–20 минут установить ее на место (это время микросхема может подпитываться от конденсатора). Учтите, что в результате будут стерты и все остальные параметры BIOS, в том числе загрузочного жесткого диска, так что не забудьте перед обнулением CMOS записать существующие настройки.

Параметры меню Power

Управление электропитанием — это автоматический перевод компьютера на пониженное энергопотребление в периоды неактивности. В настоящее время существует две системы управления питанием: APM (Advanced Power Management — расширенное управление электропитанием), которая поддерживается практически всеми системами, начиная с систем на

базе процессоров 386 и 486, и *ACPI* (Advanced Configuration and Power Interface – расширенный интерфейс конфигурирования и электропитания), используемая во всех новых компьютерах с 1998 года. Отличие между этими системами следующее: в АРМ основная роль в управлении питанием отводится аппаратному обеспечению, а в *ACPI* – программному обеспечению и BIOS, что, естественно, упрощает настройку этой системы и работу с ней. Вместо использования многочисленных параметров BIOS достаточно активизировать поддержку интерфейса *ACPI* и затем задать параметры энергопитания в системе Windows 98 или более поздней версии.

В табл. 5.26 приведены используемые большинством BIOS параметры управления питанием.

Таблица 5.26. Параметры меню Power

Параметр	Значение	Назначение
ACPI Suspend Mode	S1 State S3 State	Определение спящего режима <i>ACPI</i>
After Power Failure	Stay Off Last State Power On	Выбор режима работы после сбоя электропитания и его восстановления. Stay Off: оставаться выключенным до нажатия кнопки питания. Last State: восстановление состояния энергоснабжения, существовавшего на момент сбоя. Power On: восстановление полного электроснабжения компьютера
APM	Enabled/Disabled	Включение и отключение расширенного управления электропитанием
EIST	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии электроснабжения процессора Enhanced Intel Speedstep Technology, позволяющей динамически корректировать напряжение на процессоре и его тактовую частоту в зависимости от нагрузки
Energy Lake	Enabled/Disabled	Включение и отключение технологии Energy Lake, предназначенной для поддержания состояния системы и целостности данных в периоды сбоев электропитания
Hard Drive Inactivity Timer	Enabled/Disabled Off 1 Minute 5 Minutes 10 Minutes 20 Minutes 30 Minutes 60 Minutes 120 Minutes	Включение и отключения питания жестких дисков в ждущем режиме АРМ Период неактивности перед переводом компьютера в ждущий режим АРМ
Intel Quick Resume Technology	Enabled/Disabled	Включение и отключение поддержки технологии QRT — составной части технологии Viiv
Keyboard Select	Disable/Keyboard	Keyboard: разрешить выход из ждущего состояния при нажатии клавиши на клавиатуре PS/2
Video Repost	Enabled/Disabled	Разрешение или запрет инициализации BIOS видеосистемы при выходе из ждущего режима. Эта настройка активна только при установке параметра <i>ACPI Suspend State</i> равным значению S3
Wake on LAN from S5	Stay Off Power-On	Только в программном режиме <i>ACPI</i> определяет, как отвечать на сигнал Wake-up из сети. Эта настройка доступна только в материнских платах Intel с интегрированным сетевым адаптером
Wake on Modem Ring	Stay Off Power-On	Определяет действие в ответ на сигнал модема PCI
Wake on PS/2 Mouse from S3	Stay Off Power-On	Определяет действие в ответ на движение мыши или щелчок мышью PS/2

При переходе в режим ожидания BIOS приостанавливает жесткий диск и снижает (или выключает) энергопотребление видеосистемы (монитор должен соответствовать спецификации VESA DPMS (Display Power Management Signaling – сигнализация управления питанием монитора)). В этом режиме система чувствительна к внешним воздействиям, т.е. реагирует на нажатие клавиш, перемещение мыши, сигналы факс-модема или сетевого адаптера. Появление одного из описанных событий приведет к немедленной активизации монитора.

В большинстве современных компьютеров операционная система берет на себя все функции управления электропитанием, позволяя даже переопределить настройки BIOS (естественно, если и материнская плата, и ОС поддерживают спецификацию *ACPI*).

Параметры меню Boot (Boot Sequence или Order)

В этом меню определяются параметры процесса загрузки системы (табл. 5.27). Если операционная система поставляется на загрузочном компакт-диске (например, Windows XP), воспользуйтесь данным меню для настройки инициализации привода оптических дисков перед работой с жестким диском.

Таблица 5.27. Параметры меню Boot

Параметр	Значение	Назначение
1st ATAPI CD-ROM Drive	Зависит от установленных устройств	Выбор из доступных приводов оптических дисков. В списке может быть отображено до 4 устройств
1st Hard Disk Drive	Зависит от установленных устройств	Выбор из доступных жестких дисков. В списке может быть отображено до 18 устройств
1st Removable Device	Зависит от установленных устройств	Выбор из доступных съемных дисков. В списке отображается до 4 устройств
1st Boot Device	Removable Device Hard Drive ATAPI CD-ROM Network Disabled	Выбор типа первого загрузочного устройства
2nd Boot Device	Removable Device Hard Drive ATAPI CD-ROM Network Disabled	Выбор типа второго загрузочного устройства
3rd Boot Device	Removable Device Hard Drive ATAPI CD-ROM Network Disabled	Выбор типа третьего загрузочного устройства
4th Boot Device	Removable Device Hard Drive ATAPI CD-ROM Network Disabled	Выбор типа четвертого загрузочного устройства
AddOn ROM Display Mode	Enabled/Disabled	Enabled: сообщения ПЗУ карты адаптера видимы. Disabled: сообщения ПЗУ карты адаптера скрыты
Boot to Network	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки из сети
Boot to Optical Devices	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки с оптических дисков (CD и DVD)
Boot to Removable Devices	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки со съемных носителей (гибких дисков и устройств USB)
Halt On	All Errors No Errors All, But Keyboard	Определение, какие типы ошибок должны вызвать прерывание процесса загрузки
Intel Rapid BIOS Boot	Enabled/Disabled	Пропуск некоторых тестов при загрузке
PXE Boot to LAN	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки из сети среды выполнения загрузки PXE
Scan User Flash Area	Enabled/Disabled	Разрешение или запрет сканирования флэш-памяти на предмет наличия двоичных пользовательских файлов, выполняемых в процессе загрузки
Silent Boot	Enabled/Disabled	Disabled: отображение обычных сообщений POST. Enabled: отображение логотипа производителя компьютера вместо сообщений POST
USB Boot	Enabled/Disabled	Включение и отключение загрузки с устройств USB
USB Mass Storage Emulation Type	Auto All Removable All Fixed Disc Size	Эмуляция типа для устройств USB. Auto: автоматический выбор типа в зависимости от характеристик устройства USB. All Removable: эмулируются съемные диски. На таких устройствах должна содержаться главная загрузочная запись (MBR). All Fixed Disc: эмулируются жесткие диски. Size: тип эмулируемого устройства зависит от емкости устройства USB
ZIP Emulation Type	Floppy Hard Disk	Установка типа эмуляции для Zip-устройств USB

Это меню BIOS позволяет настроить загрузочные устройства компьютера и порядок их инициализации, а также предоставляет доступ к подменю **Hard Drive** и **Removable Devices**.

Последние необходимы для настройки порядка инициализации загрузочных устройств; например, если первыми для загрузки будут задействованы жесткие диски, можно войти в соответствующее подменю и указать, что вторичный жесткий диск будет инициализирован первым, а основной — вторым. Как правило, базовая схема инициализации прямо противоположна подобной.

В списках меню **Boot** отображается до 12 жестких дисков и до 4 приводов съемных дисков, так что можно выбрать предпочтительную последовательность загрузки. В старых системах выбирать можно только из 4 устройств: первичный и вторичный ведущий и ведомый диски. Параметры BIOS позволяют установить более одного загрузочного жесткого диска и выбрать из них нужный на уровне BIOS, а не с помощью специальной программы диспетчера загрузки. Этот подход особенно удобен при работе с несколькими операционными системами.

Современные компьютеры также позволяют загружать операционную систему с внешних устройств USB, в том числе с флэш-карт.

Параметры меню Exit

В этом меню (табл. 5.28) определяется порядок сохранения установленных значений параметров, а также загрузки и сохранения значений, заданных по умолчанию.

Таблица 5.28. Параметры меню Exit

Параметр	Назначение
Exit Saving Changes	Выход из программы и сохранение изменений в CMOS-памяти
Exit Discarding Changes	Выход из программы без сохранения каких-либо изменений параметров
Load Optimal Defaults	Загрузка значений параметров по умолчанию, установленных производителем
Load Custom Defaults	Загрузка пользовательских значений параметров по умолчанию
Save Custom Defaults	Сохранение пользовательских значений параметров по умолчанию
Discard Changes	Отмена внесенных изменений без закрытия программы настройки BIOS

Установив оптимальные значения параметров, сохраните их как умолчания, заданные пользователем, которые можно быстро восстановить в случае сбоя. В противном случае все значения придется вводить заново. Установленные значения параметров BIOS сохраняются в CMOS-памяти, которая питается от батарейки, расположенной на системной плате.

Дополнительные параметры программы настройки BIOS

В некоторых системах в программе настройки BIOS используются дополнительные параметры, которые приведены в табл. 5.29.

Таблица 5.29. Дополнительные параметры программы Setup BIOS

Параметр	Назначение
Virus Warning	Если некоторая программа попытается записать какую-либо информацию в загрузочный сектор или таблицу разделов, при установленном значении Enabled отображается предупреждение. После его появления незамедлительно проверьте диск с помощью антивирусной программы. Эта функция защищает только главный загрузочный сектор, но не весь диск. Использование программ, записывающих данные в главный загрузочный сектор (таких, как FDISK), может привести к выдаче сообщения об опасном воздействии вируса
CPU Internal Cache/External Cache	Позволяет отключить кэш-память первого или второго уровня. Необходимо отключать при тестировании памяти, а при нормальной работе системы обязательно включать
Quick Power On Self Test	При установке значения Enabled не выполняются некоторые операции процедуры POST. Если вы полностью уверены в своей системе, можете включить этот параметр; в большинстве же случаев рекомендуется установить значение Disabled и выполнять процедуру POST полностью
Swap Floppy Drive	Этот параметр функционирует при установке двух дисководов. При установке значения Enabled физическому устройству B: будет присвоена логическая буква A, а устройству A: — буква B
Boot Up Floppy Seek	При установке значения Enabled BIOS выясняет формат всех установленных дисководов (40 или 80 дорожек). Поскольку лишь устаревшие модели (360 Кбайт) имеют 40 дорожек, для ускорения загрузки установите значение Disabled

Параметр	Назначение
Boot Up System Speed	При выборе значения High система будет работать с максимальным быстродействием, а при выборе значения Low частота шины будет составлять 8 МГц. Иногда такое снижение быстродействия необходимо для устаревших программ, схема защиты от копирования которых не срабатывает при загрузке на полной скорости. В современных системах этот параметр не используется
Gate A20 Option	Адресная шина A20 позволяет обращаться к памяти за первым мегабайтом. При установке значения Fast набор микросхем автоматически управляет шиной (максимальное быстродействие), а при выборе значения Normal управление шиной осуществляется с помощью контроллера клавиатуры. Установив значение Fast, можно увеличить быстродействие операционных систем, работающих в защищенном режиме (Windows 9x/2000/XP)
Typeomatic Rate Setting	При установке значения Disabled следующие два параметра (Typeomatic Rate и Typeomatic Delay) станут недоступными. При установке значения Enabled можно определить частоту и задержку повторения символов
Typeomatic Rate	Установка одного из следующих значений частоты повторения символов в секунду: 6, 8, 10, 12, 15, 20, 24 или 30
Typeomatic Delay (Msec)	Установка одного из следующих значений задержки повторения символов: 250, 500, 750 или 1000 миллисекунд
Report No FDD For WIN 95	Если в системе не используется дисковод, для освобождения прерывания IRQ6 выберите значение Yes. После этого установите значение Disabled параметра Onboard FDC Controller, описанного ранее
ROM Shadowing	Микросхемы ROM, как правило, обладают невысоким быстродействием (порядка 150 нс) и обрабатывают только 8 бит данных за такт, в то время как обновление данных в микросхемах RAM (32- или 64-разрядных) осуществляется за период 60 или 10 и меньше наносекунд. Затенение — это процесс копирования кода BIOS из памяти ROM в ОЗУ, благодаря чему процессор сможет считывать драйверы BIOS, пользуясь преимуществами высокого быстродействия оперативной памяти

Plug and Play BIOS

Установка и конфигурирование устройств в PC-совместимом компьютере — процесс довольно сложный. Пользователь должен назначить устройству прерывание, порты ввода-вывода и каналы DMA, т.е. ресурсы, не используемые в данный момент другими устройствами. В прошлом это выполнялось с помощью переключателей и перемычек на плате устанавливаемого устройства. При неверном выборе параметров возникал конфликт устройств, который чаще всего являлся причиной других ошибок (например, система отказывалась загружаться).

Технология Plug and Play значительно упростила процесс установки и конфигурирования новых устройств. Пользователю необходимо лишь вставить плату в свободный разъем, а система автоматически выделит ей необходимые ресурсы.

Технология Plug and Play состоит из следующих основных компонентов:

- Plug and Play BIOS;
- Extended System Configuration Data (ESCD);
- операционная система Plug and Play.

При загрузке компьютера, поддерживающего технологию Plug and Play, BIOS инициализирует конфигурирование устройств, соответствующих спецификации Plug and Play. Если адаптер в системе уже установлен, то BIOS считывает конфигурационную информацию из таблицы ESCD³, инициализирует устройство и продолжает загрузку. Если же устройство впервые появилось в системе, BIOS запрашивает у ESCD свободные ресурсы. Получив их, она конфигурирует новое устройство. Если же с помощью свободных ресурсов новое устройство сконфигурировать невозможно, BIOS продолжает загрузку компьютера, после чего конфигурированием занимается операционная система. Параметры всех корректно сконфигурированных устройств записываются в таблицу ESCD.

³ ESCD — таблица распределения свободных ресурсов компьютера.

Идентификаторы устройств, соответствующих спецификации Plug and Play

Каждое устройство, соответствующее спецификации Plug and Play, должно иметь идентификационный номер, по которому система может распознать его, и установить необходимые драйверы. Идентификационный номер определяется производителем устройства и должен быть уникальным.

Каждый производитель устройств Plug and Play имеет уникальный трехсимвольный идентификационный номер. Эти символы он дополняет кодом модели устройства, в результате чего получается идентификационный номер устройства. Таким образом, производитель устройства несет ответственность за назначение уникального номера каждой отдельной модели выпускаемой им продукции.

Примечание

Исчерпывающий список идентификационных номеров устройств PnP можно найти в файле PCDEVS.TXT, входящем в состав программы диагностики PCI32, доступной по адресу:

<http://members.datafast.net.au/dft0802>

Интерфейс ACPI

С помощью ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) определяется стандартный метод взаимодействия аппаратного обеспечения, операционной системы и приложений для управления питанием компьютера. В предыдущей системе управления питанием APM (Advanced Power Management) основное внимание уделялось энергопотреблению процессора, жесткого диска и монитора. ACPI же контролирует не только энергопотребление, но и конфигурацию устройств Plug and Play. При использовании ACPI конфигурирование устройств Plug and Play и управление энергопотреблением осуществляются на уровне операционной системы, а не с помощью программы установки параметров BIOS.

Спецификация ACPI была создана компаниями Intel, Microsoft и Toshiba. Ее первая версия увидела свет в 1996 году. Поддержка спецификации ACPI стала одним из главных требований для получения сертификации PC'97, что заставило производителей материнских плат и BIOS интегрировать ACPI в свою продукцию. Сама компания Intel интегрировала поддержку ACPI в южный мост PIIX4E в апреле 1998 года, а Microsoft внедрила ACPI в операционную систему Windows 98, увидевшую свет 25 июня 1998 года. На момент выхода ОС Windows 2000 спецификация ACPI полностью вытеснила APM в качестве основной системы управления электропитанием и управляющего интерфейса.

Система ACPI позволяет автоматически включать и отключать устройства по мере их необходимости. Это могут быть как внутренние (например, жесткие диски, сетевые адаптеры и приводы оптических дисков), так и внешние подключенные к компьютеру устройства (например, телевизоры, видеомагнитофоны, телефоны и стереосистемы). Эта же технология позволяет и внешним устройствам включать или активизировать компьютер. Например, после вставки видеокассеты в видеомагнитофон может включиться компьютер, который, в свою очередь, включит широкоформатный телевизор и высококачественную аудиосистему.

Интерфейс ACPI позволяет системным инженерам реализовывать различные схемы управления питанием оборудования с помощью одного и того же программного драйвера. ACPI также использует структуры данных Plug and Play BIOS и управляет интерфейсом PnP, создавая независимый от операционной системы интерфейс конфигурирования и управления. Компания Microsoft включает поддержку интерфейса ACPI во все операционные системы, начиная с Windows 98.

В процессе загрузки операционная система выполняет ряд тестов аппаратного обеспечения для определения совместимости с ACPI. Если какое-либо из устройств не поддерживает ACPI, то для него используется система управления питанием APM. Иногда при инициализации ACPI может появиться сообщение об ошибке на красном (проблемы с аппаратным

обеспечением или BIOS) или синем (проблемы с программным обеспечением) экране. Коды ошибок ACPI приведены в табл. 5.30.

Таблица 5.30. Коды ошибок ACPI

Код ошибки	Описание
1xxx-	Ошибка на этапе инициализации драйвера ACPI. Как правило, означает, что драйвер не может прочитать одну или несколько таблиц ACPI
2xxx-	Ошибка интерпретатора машинного языка ACPI
3xxx-	Ошибка дескриптора события драйвера ACPI
4xxx-	Ошибки управления температурой

Чаще всего эти ошибки являются следствием частичной или полной несовместимости реализации поддержки ACPI в BIOS или драйвере устройства. Если вы столкнулись с проблемами ACPI, обратитесь к производителю системной платы за обновлениями BIOS.

Инициализация устройств Plug and Play

При выполнении процедуры POST система BIOS инициализирует все адаптеры, удовлетворяющие спецификации Plug and Play, а затем назначает каждому уникальный номер — Card Select Number (CSN). После этого BIOS выделяет каждому устройству необходимые для его нормальной работы ресурсы. Таким способом BIOS идентифицирует только загрузочные устройства, остальные динамически конфигурирует операционная система.

При запуске компьютера (во время выполнения процедуры POST) Plug and Play BIOS осуществляет ряд операций.

1. Отключает все конфигурируемые устройства.
2. Идентифицирует все устройства Plug and Play.
3. Создает таблицу ресурсов устройств.
4. Активизирует устройства ввода-вывода.
5. Выполняет сканирование ROM-памяти устройств ISA.
6. Конфигурирует загрузочные устройства.
7. Активизирует устройства ISA Plug and Play.
8. Запускает загрузчик системы.

Если загружаемая система удовлетворяет спецификации Plug and Play, то все остальные устройства будут ею сконфигурированы. Насколько правильно выполнена конфигурация, можно проверить с помощью диспетчера устройств.

На этом этапе загруженная операционная система принимает на себя управление системными ресурсами устройств Plug and Play. Программа **Диспетчер устройств** позволяет управлять любыми устройствами Plug and Play.

Сообщения об ошибках BIOS и MBR

После включения питания компьютера начинает выполняться процедура тестирования POST. При возникновении ошибки появляется сообщение о ее причине. Если не удается инициализировать видеоадаптер, коды ошибок будут звуковыми. Кроме того, код ошибки в шестнадцатеричном виде отправляется в порт ввода-вывода с адресом 80h. Этот код может быть интерпретирован специальной платой, помещенной в разъем расширения (рис. 5.11).

Платы POST включают в себя двухрядный шестнадцатеричный дисплей, используемый для вывода номера выполняемой в определенный момент времени тестовой программы. Перед выполнением каждого теста шестнадцатеричный числовой код номера программы передается в порт. В том случае, если происходит сбой тестовой программы, который приводит к блокированию машины, шестнадцатеричный код последнего выполняемого теста остается на дисплее платы.

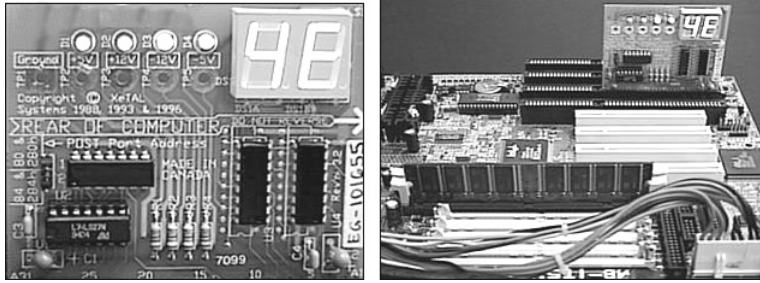


Рис. 5.11. С помощью такой платы можно узнать причину появления ошибки

Большинство тестовых программ выполняется в системе еще до включения видеоплаты, в частности при использовании дисплеев EGA и VGA. Таким образом, множество ошибок, приводящих к “зависанию” системы, могут произойти до того, как появится возможность вывести коды ошибок на монитор. Далеко не все ошибки приводят к генерированию звукового сигнала, поэтому при возникновении проблем определенного рода (например, при сбое памяти в банке 0) система может показаться совершенно безжизненной. В этом случае для определения причины “зависания” следует воспользоваться платой POST.

Коды ошибок, отображаемых платой POST, полностью зависят от базовой системы ввода-вывода. Некоторые версии BIOS содержат более расширенные процедуры POST, передавая этой плате более информативные коды. Для приобретения платы POST в исполнении ISA или PCI обратитесь к компании JDR Microdevices или другим производителям.

В большинстве версий BIOS существует целый ряд звуковых сигналов, используемых для выявления простых, но в то же время неисправимых ошибок, сообщения о которых не могут быть выведены на экран. Звуковые сигналы похожи на коды POST и отличаются только тем, что для их считывания используется не специальная плата, а встроенный динамик.

Подробнее сообщения об ошибках, звуковые сигналы и коды ошибок, используемых в наиболее распространенных версиях BIOS, рассматриваются в следующем разделе.

Основные сообщения об ошибках загрузки BIOS

При включении компьютера загрузчик операционной системы, размещенный в ROM BIOS системной платы, считывает первый физический сектор каждого загрузочного устройства, имеющий следующие характеристики: цилиндр 0, головка 0, сектор 1 в режиме CHS или адрес логического блока 0 в режиме LBA. Код первого сектора загружается в RAM, после чего проверяются два последних байта кода на предмет их соответствия значению сигнатуры 55AAh. Найденное совпадение указывает ROM на наличие работоспособной записи MBR, т.е. ROM может передать дальнейшее управление загрузкой коду главной загрузочной записи.

Если два последних байта не совпадают со значением 55AAh, ROM продолжает просматривать первые физические секторы следующих загрузочных устройств в загрузочной последовательности до тех пор, пока не будет найдена запись MBR. Если необходимое устройство с требуемыми байтами сигнатуры, указывающими на MBR, не найдено, ROM инициирует прерывание 18h, которое вызывает подпрограмму для вывода на экран сообщения об ошибке. Тип сообщения зависит от производителя и версии микросхемы ROM. Подробнее эти сообщения обсуждаются в следующем разделе.

Сообщения об ошибках загрузки IBM BIOS

Если не найден действенный главный загрузочный сектор или же работоспособное загрузочное устройство, печально известная BIOS очень старых компьютеров IBM отображает приведенные ниже строки командного интерпретатора ROM BASIC.

```
The IBM Personal Computer Basic
Version C1.10 Copyright IBM Corp 1981
```


62940 Bytes free
Ok

Интерпретатор IBM ROM BASIC

Карты распределения памяти большинства компьютеров подобны совместимым с ними оригинальным системам IBM, за исключением модуля Cassette BASIC (также называемого ROM BASIC). Это может показаться удивительным, но на задней панели первых компьютеров IBM находилось гнездо для подключения кассетного магнитофона. Когда-то он использовался для загрузки программ и данных с кассетной ленты. Стоимость накопителей на гибких магнитных дисках в то время была очень высока, поэтому для подобных целей использовалась магнитная лента. За короткое время гибкие диски быстро упали в цене, поэтому кассетный порт в последующих системах IBM и в совместимых с ними больше не использовался.

Оригинальные компьютерные системы содержали не более 16 Кбайт памяти в базовой конфигурации. В этих системах не было накопителей на гибких магнитных дисках, что не позволяло загрузиться с дискеты или переписать на нее файлы. Большинство пользователей в то время могли заняться разработкой собственных программ на языке BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) или воспользоваться сторонними программами. Первые версии IBM включали в себя интерпретатор языков BASIC, встроенный в микросхему ROM BIOS, конструкция которого позволяла обращаться к кассетному порту, расположенному на задней панели.

Как ни странно, в компьютерах IBM зависимость ROM BASIC сохранялась до начала 1990-х годов! Я бы сравнил это с наличием аппендикса у человека. ROM BASIC в системах IBM представляет собой рудиментарный "орган", который использовался в доисторических системах, но в настоящее время не имеет никакого функционального значения.

Для того чтобы получить какое-то представление о ROM BASIC, достаточно в одной из старых систем IBM отключить все имеющиеся дисководы. В этом случае при полном отсутствии загрузочных устройств большинством систем IBM будет выдан странный (образца 1981 года) экран ROM BASIC.

Сообщение ROM BASIC, приведенное в начале этого раздела, означало, что жесткий диск не распознается, поэтому его появление на экране монитора многих пользователей приводило в ужас. В системах, совместимых с IBM, интерпретатор Cassette BASIC отсутствовал, поэтому разработчикам пришлось придумывать различные сообщения для отображения ситуаций, возникающих при обращении системы IBM к этому языку. Аналоги, содержащие BIOS от компании AMI, выводят, например, малопонятное сообщение следующего содержания:

```
NO ROM BASIC — SYSTEM HALTED
```

Если главный загрузочный сектор (или загрузочное устройство) не найден, компьютеры IBM с более новой BIOS выводят на экран изображение, представленное на рис. 5.12.

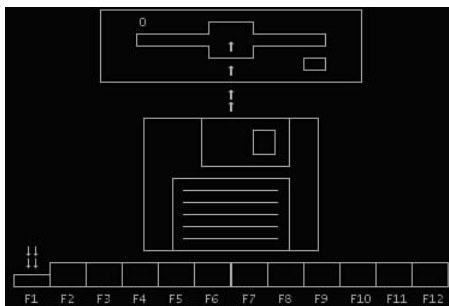


Рис. 5.12. Если компьютер IBM не в состоянии обнаружить главную загрузочную запись, может появиться подобное загадочное изображение

В сообщении на рис. 5.12 образно показано, что пользователь должен вставить загрузочный гибкий диск в дисковод A: и нажать клавишу <F1>.

Сообщения об ошибках загрузки AMI BIOS

В системах с AMI BIOS при отсутствии записи MBR или загрузочного устройства отображается такое сообщение:

```
NO ROM BASIC — SYSTEM HALTED
```

Это сообщение, казалось бы, указывает на проблемы в работе ROM BIOS, что совершенно не соответствует действительности. В микросхеме AMI ROM не включен командный интерпретатор языка BASIC (как и все другие микросхемы ROM, кроме их очень старых версий в компьютерах IBM). Таким образом, вместо запуска интерпретатора BASIC или вывода на экран сообщения об отсутствии установленных загрузочных устройств пользователям приходится наблюдать неверное по своей сути сообщение. На самом деле сообщение указывает на то, что ни один из загрузочных носителей не содержит байты сигнатуры, ссылающиеся на работоспособную главную загрузочную запись (MBR) в первом физическом секторе носителя (будь то жесткий диск, компакт-диск и т.д.).

Сообщения об ошибках загрузки Compaq BIOS

В системах с Compaq BIOS при отсутствии записи MBR или загрузочного устройства отображается следующее сообщение:

```
Non-System disk or disk error  
replace and strike any key when ready
```

Это сообщение тоже довольно странное, поскольку аналогичное (или очень похожее) сообщение выводится при отсутствии или порче системных файлов в загрузочной записи тома (VBR) DOS/Windows 9x/Me. Поэтому данное сообщение, выведенное, например, в системе Compaq, не дает понять, где искать проблему — в MBR, VBR или в системных файлах.

Сообщения об ошибках загрузки Award BIOS

В системах с Award BIOS при отсутствии записи MBR или загрузочного устройства отображается сообщение следующего содержания:

```
DISK BOOT FAILURE, INSERT SYSTEM DISK AND PRESS ENTER
```

По крайней мере, в нем нет ничего загадочного, и пользователю явно предписывается вставить системный диск и нажать <Enter>.

Сообщение об ошибках загрузки Phoenix BIOS

Система, использующая Phoenix BIOS, в зависимости от характера возникшей ошибки выведет на экран одно из двух сообщений:

```
No boot device available -  
strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
```

или

```
No boot sector on fixed disk -  
strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
```

Первое сообщение выводится, если в системе не найдено загрузочное устройство или с него невозможно выполнить чтение; второе — если загрузочный сектор найден, но не содержит правильной сигнатуры.

Сообщения об ошибках загрузки MBR

Если байты сигнатуры не повреждены, базовая система ввода-вывода выполняет код основного раздела загрузочной записи, который, в свою очередь, проверяет байты индикатора загрузки в таблицах каждого из четырех разделов. Номера этих байтов — 446 (1BEh), 462 (1CEh), 478 (1DEh) и 494 (1EEh) соответственно. Наличие указанных байтов является признаком того, что некоторая таблица разделов содержит активный (загрузочный) раздел. Значение 80h одной из величин смещения байтов указывает, что таблица содержит активный раздел, причем все остальные значения должны быть равны 00h. В соответствии с правилами, изначально установленными IBM и Microsoft, возможны два состояния данных четырех байтов индикатора загрузки:

- все четыре байта равны 00h, что указывает на отсутствие активного (т.е. загрузочного) раздела;

- только один байт индикатора равен 80h, все остальные равны 00h. Это указывает на наличие одного загрузочного раздела.

В первом случае (все четыре байта равны 00h) главная загрузочная запись возвращает управление ПЗУ материнской платы, которое выводит на экран одно из приведенных выше сообщений. Такая ситуация может возникнуть, если с диска удалены существующие разделы и не созданы новые, а также ни один из разделов не назначен активным. Если это произошло случайно, можете загрузиться с загрузочной дискеты или компакт-диска и запустить программу FDISK или DISKPART, после чего раздел, содержащий операционную систему, сделать активным.

Если же только один байт индикатора загрузки равен 80h, а все остальные равны 00h, стандартный процесс загрузки будет продолжен и из активного раздела будет загружена запись VBR (Volume Boot Record) тома.

Некорректная таблица разделов

Все остальные комбинации значений байтов индикаторов загрузки недопустимы, и, если таковые будут обнаружены, программа MBR выдаст сообщение об ошибке и прекратит выполнение. К примеру, если значение 80h имеют несколько байтов (что свидетельствует о наличии нескольких активных разделов) либо если значения байтов отличны от 80h или 00h, появится следующее сообщение об ошибке:

```
Invalid partition table
```

Если вы столкнулись с таким сообщением, попробуйте перезагрузить компьютер с альтернативного носителя и попытаться получить доступ к данным проблемного устройства. В зависимости от степени повреждения таблицы разделов, MBR или других секторов может понадобиться удаление и воссоздание разделов, что приведет к полной потере всех содержащихся в них данных. Если содержащаяся в этих разделах информация имеет особую ценность и ее резервная копия не была создана, можно предварительно попытаться восстановить данные с помощью специализированных утилит.

Ошибка загрузки операционной системы

После успешной проверки программой MBR байтов индикаторов загрузки (т.е. если одно из их значений равно 80h, а остальные — 00h) выполняется проверка остальной информации в строке активного раздела таблицы на предмет адреса начального сектора данного раздела. Этот адрес определяется по значениям CHS (цилиндр/головка/сектор) или LBA (адрес логического блока). Значение CHS используется в устройствах емкостью менее 8,4 Гбайт, а значение LBA — в дисках большего объема (сегодня в эту категорию попадают практически все жесткие диски). Первый сектор раздела содержит *загрузочную запись тома* (VBR), также называемую *загрузочной записью операционной системы*, так как она создается при установке ОС. После того как адрес первого сектора раздела найден, программа MBR считывает его содержимое.

Если чтение первого сектора активного раздела завершилось неудачей, будет предпринято еще пять попыток. Если и это не позволило считать запись VBR, будет выведено следующее сообщение об ошибке, после чего система остановится:

```
Error loading operating system
```

Как правило, такое сообщение свидетельствует о наличии на диске физического повреждения, что весьма плачевно. Однако существуют и другие причины. К примеру, в системной BIOS могли быть заданы некорректные параметры диска или в таблице разделов MBR была повреждена запись об активном разделе (и, к примеру, она указывает на сектор, находящийся за пределами физического диска).

Если вы неожиданно столкнулись с подобной ошибкой, прежде всего проверьте параметры устройства в настройках BIOS, затем просмотрите таблицу разделов и наконец выполните диагностику устройства. Если устройство оказалось поврежденным полностью или частично, для восстановления жизненно важных данных придется обратиться в специализированный сервисный центр.

Ошибка отсутствия операционной системы

Если программа MBR успешно считала код загрузочной записи тома, будет выполнена проверка последних двух байтов на наличие сигнатуры 55AAh. Если это значение не найдено, отображается следующее сообщение об ошибке, после чего система остановится:

```
Missing operating system
```

Если вы только что создали разделы и еще не выполнили форматирование высокого уровня (т.е. форматирование операционной системой) или в разделе еще не установлена ОС, такая ошибка будет вполне закономерной.

Ошибки преобразования геометрии

Еще одной причиной возникновения вышеупомянутых ошибок могут быть жесткие диски объемом от 528 Мбайт до 8,4 Гбайт. Они связаны с некорректным режимом преобразования геометрии жестких дисков в BIOS. Процедура преобразования используется для жестких дисков объемом от 528 Мбайт до 8,4 Гбайт и заключается в модификации указанной геометрии CHS диска в формат, посредством которого DOS и Windows получают полный доступ ко всему пространству жесткого диска (8,4 Гбайт). Как правило, существует три подхода к преобразованию: его отключение (зачастую указано в качестве параметра **Normal** (стандартное)), преобразование CHS или LBA. Преобразование с использованием значений CHS указывается в BIOS посредством параметра **Large**, а LBA — с помощью параметра **LBA**. Если жесткий диск разбит на разделы и отформатирован с помощью трансляции LBA, а затем преобразование изменено на **CHS (Large)**, загрузчик операционной системы в BIOS преобразует значения, указывающие на размещение секторов диска. В результате загрузчик может некорректно перейти из MBR к загрузочной записи тома (VBR). Это приводит к отображению на экране ранее упомянутых сообщений о невозможности загрузки или отсутствии операционной системы.

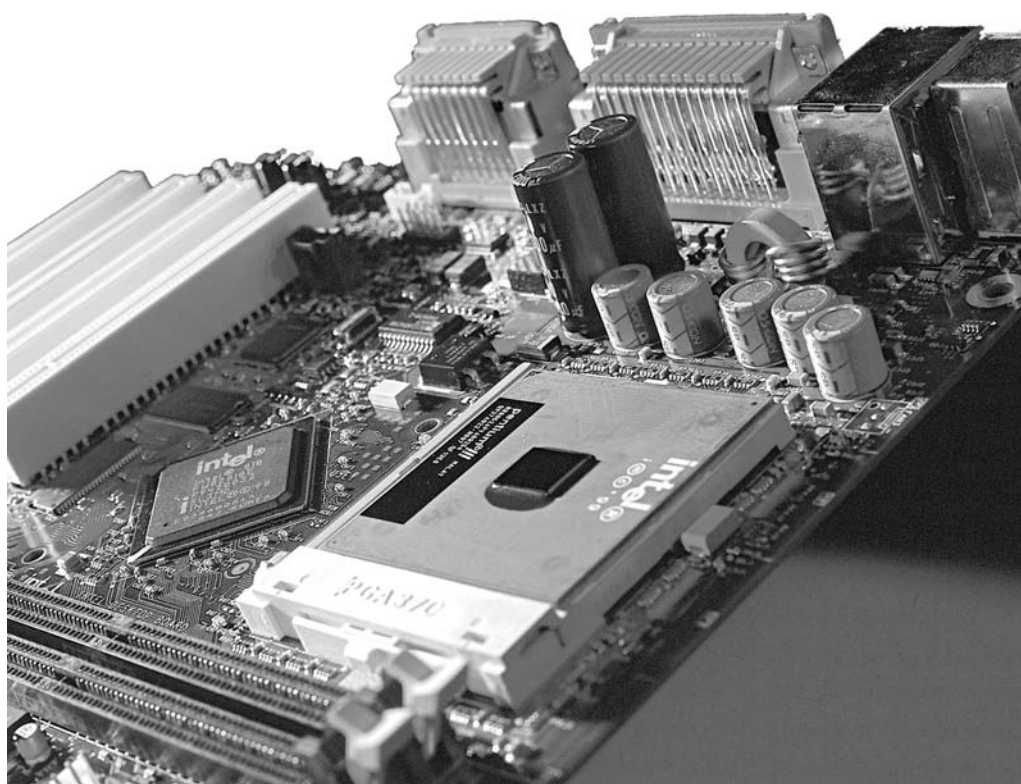
Таким образом, если подобное сообщение появляется в системе с установленным жестким диском объемом от 528 Мбайт до 8,4 Гбайт, следует проверить параметры жесткого диска в BIOS. В некоторых старых BIOS Hi-Flex и WinBIOS компании AMI параметры режима трансляции расположены не в окне вместе с другими свойствами жесткого диска, а в меню **Advanced** или **Built-in Peripherals**. Параметры трансляции можно отключить методом автоматического конфигурирования BIOS.

Внимание

Хотя 32-разрядные версии Windows не будут загружаться при изменении режима работы жесткого диска с LBA на Normal, наиболее опасной оказывается ситуация, когда жесткий диск объемом свыше 528 Мбайт (504 МиБ) был размечен в среде MS-DOS в режиме LBA, после чего был выключен. Если диску необходимо использовать больше 1024 цилиндров (это максимальное значение, поддерживаемое в режиме Normal) для сохранения новой информации, это приведет к уничтожению главной загрузочной записи! После этого все данные на диске окажутся недоступными, пока не будут восстановлены MBR и таблицы размещения файлов.

Глава 6

Оперативная память



Основные понятия

В этой главе память рассматривается как в логическом, так и в физическом аспектах. Здесь описываются микросхемы и модули памяти, которые можно установить в компьютере, и приводятся их характеристики.

Кроме того, рассматривается логическая структура памяти, определяющая различные области с точки зрения их использования системой. Поскольку логическая компоновка памяти происходит внутри процессора, вопросы ее отображения на физическую структуру довольно сложны для понимания. В этой главе вы найдете достоверную информацию, которая развеет все мифы, ассоциированные с памятью, и позволит эффективнее использовать компьютер.

Оперативная память — это рабочее пространство процессора компьютера. В нем во время работы хранятся программы и данные, которыми оперирует процессор. Оперативная память часто рассматривается как временное хранилище, потому что данные и программы в ней сохраняются только при включенном компьютере или до нажатия кнопки сброса (reset). Перед выключением питания или нажатием кнопки сброса все данные, изменившиеся во время работы, необходимо сохранить на устройстве долгосрочного хранения (обычно это жесткий диск). При очередном включении питания сохраненная информация вновь может быть загружена в память.

Оперативную память иногда называют *памятью с произвольным доступом* (Random Access Memory — RAM). Это означает, что обращение к данным, хранящимся в оперативной памяти, не зависит от порядка их расположения в ней. Однако этот термин вносит некоторую путаницу и является причиной заблуждений. Дело в том, что память, доступная только для чтения (Read-Only Memory — ROM), также имеет произвольный доступ, но отличается от RAM тем, что ее содержимое не пропадает при выключении питания и в нее ничего нельзя записать. Несмотря на то что жесткие диски также могут использоваться в качестве *виртуальной памяти с произвольным доступом*, их не относят к категории RAM.

За несколько лет определение RAM превратилось из обычной аббревиатуры в термин, означающий основное рабочее пространство памяти, создаваемое микросхемами *динамической оперативной памяти* (Dynamic RAM — DRAM) и используемое процессором для выполнения программ. Одним из свойств микросхем DRAM (и, следовательно, оперативной памяти в целом) является динамическое хранение данных, что означает, во-первых, возможность многократной записи информации в оперативную память и, во-вторых, необходимость постоянного обновления данных (т.е., в сущности, их перезапись) примерно каждые 15 мс (миллисекунд). Существует и так называемая *статическая оперативная память* (Static RAM — SRAM), не требующая постоянного обновления данных. Следует заметить, что в любом случае данные сохраняются в оперативной памяти только до выключения питания.

Примечание

В памяти DRAM и SRAM данные сохраняются только до тех пор, пока подается напряжение. Однако в случае флэш-памяти это не так. Именно поэтому флэш-память нашла широкое применение в цифровых фотоаппаратах, USB-брелоках и других подобных устройствах. В ПК устройство на основе флэш-памяти распознается как дисковый накопитель (а не ОЗУ), доступ к которому осуществляется стандартным образом — по букве диска, как при работе с любым жестким диском или оптическим накопителем.

Под компьютерной памятью обычно подразумевается ОЗУ (RAM), т.е. физическая память системы, которая состоит из микросхем или модулей памяти, используемых процессором для хранения основных, запущенных в текущий момент, программ и данных. При этом термин *хранилище данных* относится не к оперативной памяти, а к таким устройствам, как жесткие диски и накопители на магнитной ленте (которые, тем не менее, можно использовать как разновидность RAM, получившую название *виртуальная память*).

Термин *оперативная память* часто означает не только микросхемы, которые составляют устройства памяти в системе, но и такие понятия, как логическое отображение и размещение. *Логическое отображение* — это способ представления адресов памяти на фактически установ-

ленных микросхемах. *Размещение* — это расположение информации (данных и команд) определенного типа по конкретным адресам памяти системы.

Новички часто путают оперативную память с памятью на диске, поскольку емкость устройств памяти обоих типов выражается в одинаковых единицах — мега- или гигабайтах. Попробуем объяснить связь между оперативной памятью и памятью на диске с помощью следующей простой аналогии.

Представьте себе небольшой офис, в котором некий сотрудник обрабатывает информацию, хранящуюся в картотеке. В нашем примере шкаф с картотекой будет выполнять роль жесткого диска системы, на котором длительное время хранятся программы и данные. Рабочий стол будет представлять оперативную память системы, которую в текущий момент обрабатывает сотрудник, — его действия подобны работе процессора. Он имеет прямой доступ к любым документам, находящимся на столе. Однако, прежде чем конкретный документ окажется на столе, его необходимо отыскать в шкафу. Чем больше в офисе шкафов, тем больше документов можно в них хранить. Если рабочий стол достаточно большой, можно одновременно работать с несколькими документами.

Добавление к системе жесткого диска подобно установке еще одного шкафа для хранения документов в офисе — компьютер может постоянно хранить большее количество информации. Увеличение объема оперативной памяти в системе подобно установке большего рабочего стола — компьютер может работать с большим количеством программ и данных одновременно.

Впрочем, есть одно различие между хранением документов в офисе и файлов в компьютере: когда файл загружен в оперативную память, его копия все еще хранится на жестком диске. Обратите внимание, что, поскольку постоянно хранить файлы в оперативной памяти невозможно, все измененные после загрузки в память файлы должны быть вновь сохранены на жестком диске перед выключением компьютера. Если измененный файл не будет сохранен, то его первоначальная копия на жестком диске останется неизменной.

Во время выполнения программы в оперативной памяти хранятся ее данные. Микросхемы оперативной памяти (RAM) иногда называют *энергозависимой памятью*: после выключения компьютера данные, хранимые в них, будут потеряны, если они предварительно не были сохранены на диске или другом устройстве внешней памяти. Чтобы избежать этого, некоторые приложения автоматически создают резервные копии данных.

Файлы компьютерной программы при ее запуске загружаются в оперативную память, в которой хранятся во время работы с указанной программой. Процессор выполняет программно реализованные команды, содержащиеся в памяти, и сохраняет их результаты. В оперативной памяти хранятся коды нажатых клавиш при работе с текстовым редактором, а также результаты математических операций. При выполнении команды **Сохранить** содержимое оперативной памяти сохраняется в виде файла на жестком диске.

Физически оперативная память в системе представляет собой набор микросхем или модулей, содержащих микросхемы, которые обычно подключаются к системной плате. Эти микросхемы или модули могут иметь различные характеристики и, чтобы функционировать правильно, должны быть совместимы с системой, в которую устанавливаются.

Сумма, необходимая для приобретения модулей памяти для ПК, в значительной мере зависит от категории модулей памяти. Стандартные модули DDR и DDR2 DRAM объемом от 256 Мбайт до 1 Гбайт вряд ли окажутся самым дорогостоящим компонентом в вашем компьютере, так как стоимость модуля объемом 1 Гбайт уже опустилась ниже 50 долларов США. Однако стоимость модулей для производительных (а зачастую и разогнанных) систем значительно выше.

До обвального падения цен на память в середине 1996 года в течение многих лет цена одного мегабайта памяти держалась приблизительно на уровне 40 долларов; 16 Мбайт (в то время это была типичная конфигурация) стоили более 600 долларов. Фактически до середины 1996 года память была невероятно дорогой: ее цена превышала цену слитка золота, который весил столько же, сколько и модуль памяти. Высокие цены привлекли внимание преступников, и несколько складов крупных производителей модулей памяти подверглись вооруженным нападениям. Цена модулей

была значительной, спрос — ничуть не меньше, поэтому украденные микросхемы было практически невозможно найти. После нескольких нападений складам производителей модулей памяти пришлось нанимать вооруженную охрану, а также прибегать к другим мерам безопасности.

К концу 1996 года цена одного мегабайта памяти снизилась приблизительно до 4 долларов, а в 1997 году опустилась до самой низкой за всю ее историю отметки — 50 центов за 1 Мбайт. Все было неплохо до 1998 года, когда цены на модули памяти подскочили в четыре раза. Основным виновником этого была компания Intel, навязавшая компьютерной индустрии память стандарта Rambus DRAM (RDRAM) и не сумевшая вовремя предоставить соответствующие наборы микросхем системной логики. Производители были вынуждены перейти на изготовление типов памяти, для которых не существовало готовых системных плат и наборов микросхем, что привело к нехватке популярной памяти SDRAM. Землетрясение на Тайване еще больше усугубило ситуацию и привело к дальнейшему росту цен.

Со временем все вернулось на круги своя, и стоимость памяти достигла отметки 6 центов за мегабайт и меньше. 2001 год стал для полупроводниковой промышленности годом катастроф, что выразилось в заметном снижении объема продаж по сравнению с товарооборотом последних лет. Происшедшие события вынудили производителей максимально снизить цены на память и даже привели к объединению или репрофилированию некоторых компаний.

Хотя память значительно подешевела, модернизировать ее приходится намного чаще, чем несколько лет назад. В настоящее время новые типы памяти разрабатываются гораздо быстрее, и вероятность того, что в новые компьютеры нельзя будет установить память устаревшего типа, как никогда велика. Поэтому при замене системной платы зачастую приходится заменять и память.

В связи с этим при выборе типа устанавливаемой памяти следует все хорошо обдумать и просчитать, чтобы минимизировать затраты на будущую модернизацию (или ремонт) компьютера.

В современных компьютерах используются запоминающие устройства трех основных типов.

- **ROM.** Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), не способное записывать данные.
- **DRAM.** Динамическое запоминающее устройство с произвольным порядком выборки.
- **SRAM.** Статическая оперативная память.

Единственным типом памяти, которую приходится приобретать и устанавливать в компьютере, является динамическая (DRAM). Остальные типы встроены либо в материнскую плату (ROM), либо в процессор (SRAM), либо в другие компоненты, такие как видеокарты, жесткие диски и т.п.

Память типа ROM

В памяти типа ROM (Read Only Memory), или ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), данные можно только хранить; изменять их нельзя. Именно поэтому данная память используется только для чтения данных. ROM также часто называют *энергонезависимой памятью*, потому что любые записанные в нее данные сохраняются при выключении питания. Поэтому в ROM помещаются команды запуска ПК, т.е. программное обеспечение, которое загружает систему.

Заметьте, что ROM и оперативная память — не противоположные понятия, как думают многие. На самом деле ROM представляет собой часть оперативной памяти системы. Другими словами, часть адресного пространства оперативной памяти отводится для отображения ROM. Это необходимо для ускорения загрузки системы после включения питания.

Основной код BIOS содержится в микросхеме ROM на системной плате, но на платах адаптеров также имеются аналогичные микросхемы. Они содержат вспомогательные подпрограммы BIOS и драйверы, необходимые для конкретной платы, особенно для тех плат, которые должны быть активизированы на раннем этапе начальной загрузки (в частности, это ка-

сается видеоадаптера). Платы, не нуждающиеся в драйверах на раннем этапе начальной загрузки, обычно не имеют ROM, поскольку их драйверы могут быть загружены с жесткого диска позже — в процессе начальной загрузки.

В настоящее время в большинстве систем используется одна из форм флэш-памяти, которая называется *электрически стираемой программируемой постоянной памятью* (Electrically Erasable Programmable Read-only Memory — EEPROM). Флэш-память действительно является энергонезависимой и перезаписываемой и позволяет пользователям легко модифицировать ROM, программно-аппаратные средства системных плат и других компонентов (таких, как видеоадаптеры, платы SCSI, периферийные устройства и т.п.).

Более подробно типы микросхем ROM описываются в главе 5.

Память типа DRAM

Динамическая оперативная память (Dynamic RAM — DRAM) используется в большинстве систем оперативной памяти современных ПК. Основное преимущество памяти этого типа состоит в том, что ее ячейки очень плотно упакованы, т.е. в небольшую микросхему можно упаковать много битов, а значит, на их основе можно организовать память большой емкости.

Ячейки памяти в микросхеме DRAM — это крошечные конденсаторы, которые удерживают заряды. Именно так (наличием или отсутствием зарядов) и кодируются биты. Проблемы, связанные с памятью этого типа, вызваны тем, что она динамическая, т.е. должна постоянно регенерироваться, так как в противном случае электрические заряды в конденсаторах памяти будут “стекают” и данные будут потеряны. Регенерация происходит, когда контроллер памяти системы берет крошечный перерыв и обращается ко всем строкам данных в микросхемах памяти. Большинство систем имеют контроллер памяти (обычно встраиваемый в набор микросхем системной платы, однако он может быть встроено и в процессор, как в процессорах Athlon 64 и Opteron), который настроен на соответствующую промышленным стандартам частоту регенерации, равную 15 мс. Это означает, что каждые 15 мс прочитываются все строки в памяти для обеспечения регенерации данных.

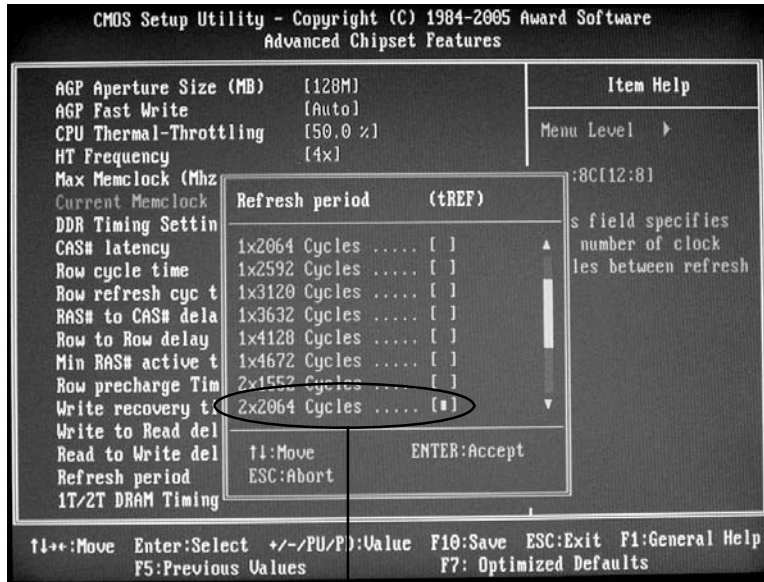
Регенерация памяти, к сожалению, отнимает время у процессора. Каждый цикл регенерации по длительности занимает несколько тактов центрального процессора. В старых компьютерах циклы регенерации могли занимать до 10% (или больше) процессорного времени, но в современных системах, работающих на частотах, равных сотням мегагерц, эти расходы составляют 1% или меньше. Некоторые системы позволяют изменить параметры регенерации с помощью программы настройки BIOS. Интервал между циклами обновления называется tREF и задается не в миллисекундах, а в тактах (рис. 6.1).

Очень важно понимать, что увеличение значения интервала между циклами обновления для повышения быстродействия системы может привести к случайным произвольным ошибкам.

Произвольная ошибка — это ошибка обработки данных, не связанная с дефектом микросхемы памяти. В большинстве случаев надежнее придерживаться рекомендуемой или заданной по умолчанию частоты регенерации. Поскольку затраты на регенерацию в современных компьютерах составляют менее 1%, изменение частоты регенерации оказывает незначительное влияние на характеристики компьютера. Одним из наиболее приемлемых вариантов является использование для синхронизации памяти значений по умолчанию или автоматических настроек, заданных с помощью программы Setup BIOS. Большинство современных систем не позволяют изменять заданную синхронизацию памяти, постоянно используя автоматически установленные параметры. При автоматической установке системная плата считывает параметры синхронизации из системы определения последовательности в ПЗУ (Serial Presence Detect — SPD) и устанавливает частоту периодической подачи импульсов в соответствии с полученными данными.

В устройствах DRAM для хранения одного бита используются только один транзистор и пара конденсаторов, поэтому они более вместительны, чем микросхемы других типов памяти. В настоящее время уже выпускаются микросхемы динамической оперативной памяти емкостью 2 Гбайт и больше. Это означает, что подобные микросхемы содержат более миллиарда

транзисторов! А ведь процессор Core 2 Duo имеет только 230 млн. транзисторов. Откуда такая разница? Дело в том, что в микросхеме памяти все транзисторы и конденсаторы размещаются последовательно, обычно в узлах квадратной решетки, в виде очень простых, периодически повторяющихся структур, в отличие от процессора, представляющего собой более сложную схему различных структур, не имеющую четкой организации.



Текущее значение tREF (период обновления) для данной системной платы

Рис. 6.1. Период обновления, а также другие временные настройки памяти задаются в соответствующем разделе программы настройки BIOS

Транзистор каждого одноразрядного регистра DRAM используется для чтения состояния смежного конденсатора. Если конденсатор заряжен, в ячейке записана единица; если заряда нет — записан ноль. Заряды в крошечных конденсаторах все время стекают, поэтому память должна постоянно регенерироваться. Даже мгновенное прерывание подачи питания или какой-нибудь сбой в циклах регенерации приводит к потере заряда в ячейке DRAM, а следовательно, и к потере данных. В работающей системе это приводит к появлению “синего экрана смерти”, глобальным отказам системы защиты, повреждению файлов или к полному отказу системы.

Динамическая оперативная память используется в персональных компьютерах. Поскольку она недорогая, микросхемы могут быть плотно упакованы, а это означает, что запоминающее устройство большой емкости может занимать небольшое пространство. К сожалению, память этого типа не отличается высоким быстродействием, обычно она намного “медленнее” процессора. Поэтому существует множество различных типов организации DRAM, позволяющих улучшить эту характеристику.

Кэш-память — SRAM

Существует тип памяти, совершенно отличный от других, — статическая оперативная память (Static RAM — SRAM). Она названа так потому, что, в отличие от динамической оперативной памяти (DRAM), для сохранения ее содержимого не требуется периодической регенерации. Но это не единственное ее преимущество. SRAM имеет более высокое быстродействие, чем DRAM, и может работать на той же частоте, что и современные процессоры.

Время доступа в памяти SRAM — не более 2 нс; это означает, что такая память может работать синхронно с процессорами на частоте 500 МГц и выше. Однако для хранения каждого бита в конструкции SRAM используется кластер из шести транзисторов. Использование транзисторов без каких-либо конденсаторов означает, что нет необходимости в регенерации. (Ведь если нет конденсаторов, то и заряды не теряются.) Пока подается питание, SRAM будет помнить то, что сохранено. Почему же тогда микросхемы SRAM не используются для всей системной памяти? Ответ можно найти в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Сравнение памяти DRAM и SRAM

Тип	Быстродействие	Плотность	Стоимость
Динамическая оперативная память --- DRAM	Низкое	Высокая	Низкая
Статическая оперативная память --- SRAM	Высокое	Низкая	Высокая

По сравнению с DRAM быстродействие SRAM намного выше, но плотность ее гораздо ниже, а цена довольно высока. Более низкая плотность означает, что микросхемы SRAM имеют большие габариты, хотя их информационная емкость намного меньше. Большое число транзисторов и кластеризованное их размещение не только увеличивает габариты микросхем SRAM, но и значительно повышает стоимость технологического процесса по сравнению с аналогичными параметрами для микросхем DRAM. Например, емкость модуля DRAM может равняться 64 Мбайт или больше, в то время как емкость модуля SRAM приблизительно того же размера составляет только 2 Мбайт, причем их стоимость будет одинаковой. Таким образом, габариты SRAM в среднем в 30 раз превышают размеры DRAM, то же самое можно сказать и о стоимости. Все это не позволяет использовать память типа SRAM в качестве оперативной памяти в персональных компьютерах.

Несмотря на это разработчики все-таки применяют память типа SRAM для повышения эффективности ПК. Но во избежание значительного повышения стоимости устанавливается только небольшой объем высокоскоростной памяти SRAM, которая используется в качестве кэш-памяти. Кэш-память работает на тактовых частотах, близких или даже равных тактовым частотам процессора, причем обычно именно эта память непосредственно используется процессором при чтении и записи. Во время операций чтения данные в высокоскоростную кэш-память предварительно записываются из оперативной памяти с низким быстродействием, т.е. из DRAM. Еще недавно время доступа DRAM было не менее 60 нс (что соответствует тактовой частоте 16 МГц). Для преобразования времени доступа из наносекунд в мегагерцы используется следующая формула:

$$1/\text{наносекунды} \times 1000 = \text{МГц.}$$

Обратное вычисление осуществляется с помощью такой формулы:

$$1/\text{МГц} \times 1000 = \text{наносекунды.}$$

Сегодня память может работать на частоте 1 ГГц и выше, однако до конца 1990-х годов память DRAM была ограничена быстродействием 16 нс (16 МГц). Когда процессор ПК работал на тактовой частоте 16 МГц и ниже, DRAM могла быть синхронизирована с системной платой и процессором, поэтому кэш был не нужен. Как только тактовая частота процессора поднялась выше 16 МГц, синхронизировать DRAM с процессором стало невозможно, и именно тогда разработчики начали использовать SRAM в персональных компьютерах. Это произошло в 1986 и 1987 годах, когда появились компьютеры с процессором 386, работающим на частотах 16 и 20 МГц. Именно в этих ПК впервые нашла применение так называемая кэш-память, т.е. высокоскоростной буфер, построенный на микросхемах SRAM, который непосредственно обменивается данными с процессором. Поскольку быстродействие кэша может быть сравнимо с процессорным, контроллер кэша может предугадывать потребности процессора в данных и предварительно загружать необходимые данные в высокоскоростную кэш-память. Тогда при выдаче процессором адреса памяти данные могут быть переданы из высокоскоростного кэша, а не из оперативной памяти, быстродействие которой намного ниже.

Эффективность кэш-памяти выражается *коэффициентом попадания*, или *коэффициентом успеха*. Коэффициент попадания равен отношению количества удачных обращений в кэш к общему количеству обращений. Попадание — это событие, состоящее в том, что необходимые процессору данные уже предварительно считаны в кэш из оперативной памяти; иначе говоря, в случае попадания процессор может считывать данные из кэш-памяти. Неудачным считается такое обращение в кэш, при котором контроллер кэша не предусмотрел потребности в данных, находящихся по указанному абсолютному адресу. В таком случае необходимые данные не были предварительно считаны в кэш-память, поэтому процессор должен отыскать их в более медленной оперативной памяти, а не в быстродействующем кэше. Когда процессор считывает данные из оперативной памяти, ему приходится некоторое время “ожидать”, поскольку тактовая частота оперативной памяти значительно ниже частоты процессора. Если процессор со встроенной в кристалл кэш-памятью работает на частоте 3,6 ГГц на шине 800 МГц, то продолжительность цикла процессора и интегральной кэш-памяти в этом случае достигнет 0,28 нс, в то время как продолжительность цикла оперативной памяти будет в пять раз больше, т.е. примерно 1,25 нс для памяти DDR2. Следовательно, в том случае, когда процессор с тактовой частотой 3,6 ГГц считывает данные из оперативной памяти, его рабочая частота уменьшается в 5 раз, достигая 800 МГц. Это замедление обусловлено *периодом ожидания* (wait state). Если процессор находится в состоянии ожидания, то на протяжении всего цикла (такта) никакие операции не выполняются; процессор, по существу, ждет, пока необходимые данные поступят из более медленной оперативной памяти. Поэтому именно кэш-память позволяет сократить количество “простоев” и повысить быстродействие компьютера в целом.

Чтобы минимизировать время ожидания при считывании процессором данных из медленной оперативной памяти, в современных ПК обычно предусмотрены три типа кэш-памяти: *кэш-память первого уровня (L1)*, *кэш-память второго уровня (L2)* и *кэш-память третьего уровня (L3)*. Кэш-память первого уровня также называется *встроенным* или *внутренним кэшем*; он непосредственно встроен в процессор и фактически является частью микросхемы процессора. Во всех процессорах 486 и более новых кэш-память первого уровня интегрирована в микросхему, что значительно повысило их быстродействие по сравнению с предыдущими моделями. Кэш-память второго уровня называется *вторичным* или *внешним кэшем*. В момент своего появления он устанавливался вне микросхемы процессора; так было во всех компьютерах на основе процессоров 386, 486 и Pentium. Если кэш-память второго уровня установлена на системной плате, то она работает на ее частоте. В этом случае кэш-память второго уровня обычно помещалась рядом с разъемом процессора.

Начиная с 1999 года кэш-память второго уровня стала частью процессора, поскольку была интегрирована непосредственно в процессорное ядро наравне с кэш-памятью первого уровня. При этом кэш-память второго уровня работает на полной частоте процессора, обеспечивая на порядок большую производительность. Кэш-память второго уровня во многих старых процессорах работала на частоте, составляющей половину или одну треть частоты ядра процессора. Быстродействие кэш-памяти имеет особое значение, поэтому компьютеры с кэш-памятью, представляющей собой отдельную микросхему, установленную на системной плате, обладали небольшой производительностью. Перенос кэш-памяти в один корпус с процессором улучшил положение дел, а добавление кэш-памяти непосредственно в ядро обеспечило оптимальные результаты. Таким образом, любой процессор с кэш-памятью второго уровня, интегрированной в ядро и работающей на полной частоте процессора, обладает значительным преимуществом в быстродействии по сравнению с другими схемами использования кэш-памяти второго уровня.

Кэш-память третьего уровня впервые была представлена в процессорах для рабочих станций и серверов. Первым процессором для настольных ПК, в котором использовался кэш третьего уровня, был представленный в конце 2003 года процессор Pentium 4 Extreme Edition; он был оснащен интегрированным кэшем третьего уровня объемом 2 Мбайт. Хотя на момент представления процессоров Pentium 4 Extreme Edition, оснащенных кэш-памятью третьего

уровня, казалось, что это станет стандартным свойством всех последующих процессоров, новые версии Pentium 4 Extreme Edition (а также его наследника, Pentium Extreme Edition) кэш-памятью третьего уровня уже не оснащались. Вместо этого был значительно увеличен объем кэш-памяти второго уровня.

Ключ к пониманию особенностей кэш-памяти и основной памяти состоит в понимании того, как память различных типов влияет на общее быстродействие системы.

Архитектуры систем на базе процессора Pentium 4 описываются в главе 4. В табл. 6.2 приведены параметры кэш-памяти первого и второго уровней в современных компьютерах.

Изначально кэш-память проектировалась как *асинхронная*, т.е. не была синхронизирована с шиной процессора и могла работать на другой тактовой частоте. При внедрении набора микросхем системной логики 430FX в начале 1995 года был разработан новый тип *синхронной* кэш-памяти. Она работает синхронно с шиной процессора, что повышает ее быстродействие и эффективность. В то же время был добавлен *конвейерный монополюсный режим* (pipeline burst mode), сокращающий общее количество циклов ожидания за счет нескольких операций считывания, выполняемых за один такт, после завершения первой операции. В новых модулях памяти присутствуют оба эти режима (синхронный и конвейерный монополюсный), что повышает общую производительность системы примерно на 20%.

В системах на базе процессора Pentium и более ранних контроллер кэш-памяти находился в микросхеме северного моста; во всех новых системах, начиная с Pentium II и Athlon, он встроен в процессор. Возможности этого контроллера определяют эффективность и характеристики кэш-памяти. Важно отметить, что контроллеры кэш-памяти большинства старых систем имели ограничение на объем кэшируемой памяти. Часто этот предел мог быть довольно низким, как в случае набора микросхем системной логики 430TX для компьютеров на основе Pentium. Этот набор микросхем мог кэшировать данные только первых 64 Мбайт оперативной памяти системы. Если установлен больший объем памяти, работа компьютера значительно замедляется, потому что все данные вне первых 64 Мбайт никогда не попадут в кэш, и при обращении к ним всегда будут необходимы все состояния ожидания, определяемые более медленной динамической оперативной памятью. Снижение эффективности зависит от программного обеспечения и от адресов, по которым хранятся данные в памяти. Например, 32-разрядные операционные системы Windows загружаются сверху вниз, так что если установлена оперативная память емкостью 96 Мбайт, то и операционная система, и прикладные программы будут загружаться в верхние 32 Мбайт, которые не кэшируются. Это значительно замедлит работу компьютера в целом. В данном случае можно удалить дополнительную память, чтобы уменьшить емкость до 64 Мбайт. Другими словами, неблагоприятно устанавливать большую емкость памяти, чем позволяет кэшировать набор микросхем системной логики. К счастью, это ограничение уже снято в процессорах Pentium III и более новых, которые способны кэшировать весь объем доступной памяти.

Наборы микросхем системной логики для Pentium Pro и более поздних моделей не позволяют управлять кэш-памятью второго уровня, так как она встраивается в процессор. Поэтому при использовании Pentium II и процессоров последующих версий устанавливаются определенные ограничения кэширования памяти. Pentium Pro и первые версии Pentium II могли кэшировать память только в пределах первых 512 Мбайт адресного пространства. В более поздних процессорах появилась возможность кэшировать всю адресуемую память, вплоть до 64 Гбайт, что намного больше того, что могут поддерживать наборы микросхем системной логики.

В табл. 6.2 представлены эволюционные изменения кэша и памяти всех поколений процессоров, начиная с Pentium. Обратите внимание на то, как кэш второго уровня постепенно был перемещен в микросхему процессора, а затем — в кристалл его ядра, при этом постоянно увеличиваясь в размерах. Наряду с этим происходил рост быстродействия процессора, кэша, памяти и скорости шин.

Таблица 6.2. Параметры кэш-памяти первого (внутреннего) и второго (внешнего) уровней

Тип процессора	Pentium	Pentium Pro	Pentium II	AMD K6-2	AMD K6-3
Частота процессора	233 МГц	200 МГц	450 МГц	550 МГц	450 МГц
Быстродействие кэш-памяти L1	4,3 нс (233 МГц)	5,0 нс (200 МГц)	2,2 нс (450 МГц)	1,8 нс (550 МГц)	2,2 нс (450 МГц)
Объем кэш-памяти L1, Кбайт	16	32	32	64	64
Тип кэш-памяти L2	Внешняя	Внутренняя	Внутренняя	Внешняя	Внутренняя
Соотношение быстродействия процессора и кэш-памяти L2	—	1/1	1/2	—	1/1
Быстродействие кэш-памяти L2	15 нс (66 МГц)	5 нс (200 МГц)	4,4 нс (225 МГц)	10 нс (100 МГц)	2,2 нс (450 МГц)
Объем кэш-памяти L2	—	256 Кбайт	512 Кбайт	—	256 Кбайт
Пропускная способность шины процессора	533 Мбайт/с	533 Мбайт/с	800 Мбайт/с	800 Мбайт/с	800 Мбайт/с
Быстродействие шины памяти	60 нс (16 МГц)	60 нс (16 МГц)	10 нс (100 МГц)	10 нс (100 МГц)	10 нс (100 МГц)

1. По 2 Мбайт на ядро.

Таблица 6.3. Зависимость между тактовой частотой в мегагерцах и продолжительностью цикла в наносекундах

Тактовая частота, МГц	Продолжительность цикла, нс	Тактовая частота, МГц	Продолжительность цикла, нс	Тактовая частота, МГц	Продолжительность цикла, нс
4,77	210	450	2,2	1900	0,53
6	167	466	2,1	2000	0,5
8	125	500	2,0	2100	0,48
10	100	533	1,88	2200	0,45
12	83	550	1,82	2300	0,43
16	63	566	1,77	2400	0,42
20	50	600	1,67	2500	0,40
25	40	633	1,58	2600	0,38
33	30	650	1,54	2700	0,37
40	25	667	1,5	2800	0,36
50	20	700	1,43	2900	0,34
60	17	733	1,36	3000	0,33
66	15	750	1,33	3100	0,32
75	13	766	1,31	3200	0,31
80	13	800	1,25	3300	0,30
100	10	833	1,20	3400	0,29
120	8,3	850	1,18	3500	0,29
133	7,5	866	1,15	3600	0,28
150	6,7	900	1,11	3700	0,27
166	6,0	933	1,07	3800	0,26
180	5,6	950	1,05	3900	0,26
200	5,0	966	1,04	4000	0,25
225	4,4	1000	1,0	4100	0,24
233	4,3	1100	0,91	4200	0,24
250	4,0	1133	0,88	4300	0,23
266	3,8	1200	0,83	4400	0,23
300	3,3	1300	0,77	4500	0,22
333	3,0	1400	0,71	4600	0,21
350	2,9	1500	0,67	4700	0,21
366	2,7	1600	0,63	4800	0,21
400	2,5	1700	0,59	4900	0,20
433	2,3	1800	0,56	5000	0,20

Pentium III	Athlon	Athlon XP	Pentium 4	Athlon 64 X2	Core 2 Duo	Core 2
1,4 ГГц	1,4 ГГц	2,2 ГГц	3,8 ГГц	3,0 ГГц	2,66 ГГц	2,93 ГГц
0,71 нс (1,4 ГГц)	0,71 нс (1,4 ГГц)	0,45 нс (2,2 ГГц)	0,26 нс (3,8 ГГц)	0,33 нс (3,0 ГГц)	0,37 нс (2,7 ГГц)	0,34 нс (2,93 ГГц)
32	128	128	20	256	64	64
Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1	Внутренняя 1/1
0,71 нс (1,4 ГГц)	0,71 нс (1,4 ГГц)	0,45 нс (2,2 ГГц)	0,26 нс (3,8 ГГц)	0,33 нс (3,0 ГГц)	0,37 нс (2,7 ГГц)	0,34 нс (2,93 ГГц)
512 Кбайт 1066	256 Кбайт 2133	512 Кбайт 3200	2 Мбайт 6400	2 Мбайт 4000	4 Мбайт ¹ 8533	8 Мбайт ² 8533
7,5 нс (133 МГц)	3,8 нс (266 МГц)	2,5 нс (400 МГц)	1,25 нс (800 МГц)	2,5 нс (400 МГц)	0,94 нс (1066 МГц)	0,94 нс (1066 МГц)

2. По 4 Мбайт на ядро.

Типы ОЗУ и производительность

В вопросах производительности памяти наблюдается некоторая путаница, поскольку обычно она измеряется в наносекундах, в то время как быстродействие процессоров — в мегагерцах и гигагерцах. В новых быстродействующих модулях памяти быстродействие измеряется в мегагерцах, что дополнительно усложняет ситуацию. К счастью, перевести одни единицы измерения в другие не составляет труда.

Наносекунда — это одна миллиардная доля секунды, т.е. очень короткий промежуток времени. В частности, скорость света в вакууме равна 299 792 км/с, т.е. за одну миллиардную долю секунды световой луч проходит расстояние, равное всего 29,98 см, т.е. меньше длины обычной линейки.

Быстродействие микросхем памяти и систем в целом выражается в мегагерцах (МГц), т.е. в миллионах тактов в секунду, или же в гигагерцах (ГГц), т.е. в миллиардах тактов в секунду. Современные процессоры имеют тактовую частоту от 2 до 4 ГГц, хотя гораздо большее влияние на их производительность оказывает их внутренняя архитектура (например, многоядерность). Ранее были приведены формулы, позволяющие преобразовывать единицы измерения быстродействия. В табл. 6.3 представлена зависимость между быстродействием, выраженным в наносекундах (нс) и в мегагерцах (МГц).

Как можно заметить, при увеличении тактовой частоты продолжительность цикла уменьшается.

В ходе эволюции компьютеров для повышения эффективности обращения к памяти создавались различные уровни кэширования, позволяющие перехватывать обращения процессора к более медленной основной памяти. Только недавно модули памяти DDR, DDR2 и DDR3 SDRAM сравняли свою производительность с шиной процессора. Когда частоты шин процессора и памяти равны, производительность памяти становится оптимальной для конкретной системы.

Так, из табл. 6.3 видно, что модули DRAM, использовавшиеся в первых версиях Pentium и Pentium II до 1198 года, работали на частоте всего 16,7 МГц. При этом сами процессоры работали с частотой до 300 МГц при частоте шины 66 МГц. Все это приводило к глобальным диспропорциям в производительности процессора и памяти. Однако начиная с 1998 года промышленность перешла к выпуску более быстродействующих модулей SDRAM, способных работать на частоте шины 66 МГц. С тех пор основное внимание уделялось выравниванию быстродействия памяти и процессора.

К 2000 году скорость шины процессора и памяти увеличилась до 100 и даже 133 МГц (эти модули назывались PC100 и PC133 соответственно). В начале 2001 года быстродействие памяти удвоилось и стало равным 200 и 266 МГц; в 2002 году выпускались модули памяти DDR

со скоростью 333 МГц, а в 2003 году — 400 и 533 МГц. В 2005 и 2006 годах рост быстродействия памяти соответствовал росту скорости шины процессора — от 667 до 800 МГц. В 2007 году скорость памяти DDR2 была доведена до 1066 МГц, и одновременно с этим была выпущена память DDR3 с такой же и более высокой частотой. В табл. 6.4 перечислены основные типы модулей памяти и их быстродействие.

Таблица 6.4. Типы и производительность компьютерной памяти

Тип памяти	Пик популярности, годы	Тип модуля	Напряжение, В	Макс. тактовая частота, МГц	Макс. пропускная способность одноканальной памяти, Мбайт/с	Макс. пропускная способность двухканальной памяти, Мбайт/с
FPM DRAM	1987–1995	30/72-контактный SIMM	5	22	177	—
EDO DRAM	1995–1998	72-контактный SIMM	5	33	266	—
SDR SDRAM	1998–2002	168-контактный DIMM	3,3	133	1066	—
Rambus DRAM	2000–2002	184-контактный RIMM	2,5	1066	2133	4266
DDR SDRAM	2002–2005	184-контактный DIMM	2,5	400	3200	6400
DDR2 SDRAM	2005–2008	240-контактный DDR2 DIMM	1,8	1066	8533	17066
DDR3 SDRAM	2008+	240-контактный DDR3 DIMM	1,5	1600	12800	25600

EDO. Extended Data Out (расширенные возможности вывода данных).

DIMM. Dual Inline Memory Module (модуль памяти с двухрядным расположением выводов).

DDR. Double Data Rate (удвоенная скорость передачи данных).

FPM. Fast Page Mode (быстрый постраничный режим).

SIMM. Single Inline Memory Module (модуль памяти с однорядным расположением выводов).

RIMM. Rambus Inline Memory Module (модуль памяти стандарта Rambus).

В следующих разделах все эти типы памяти рассматриваются более подробно.

Память FPM

Чтобы сократить время ожидания, стандартная память DRAM разбивается на *страницы*. Обычно для доступа к данным в памяти необходимо выбрать строку и столбец адреса, на что затрачивается некоторое время. Разбиение на страницы обеспечивает более быстрый доступ ко всем данным в пределах некоторой строки памяти, т.е. если изменяется не номер строки, а только номер столбца. Такой режим доступа к данным в памяти называется быстрым постраничным режимом (Fast Page Mode), а сама память — памятью FPM. Другие варианты постраничного режима называются *Static Column* и *Nibble Mode*.

Схема повышения эффективности памяти довольно проста: память разбивается на страницы длиной от 512 байт до нескольких килобайтов. Электронная схема пролистывания позволяет при обращении к ячейкам памяти в пределах страницы сократить количество состояний ожидания. Если нужная ячейка памяти находится вне текущей страницы, то добавляется одно или больше состояний ожидания, так как система выбирает новую страницу.

Для повышения скорости доступа к памяти были разработаны и другие схемы. Одним из наиболее существенных изменений было внедрение пакетного режима доступа в процессоре 486 и более поздних. В большинстве случаев доступ к памяти является последовательным. Если же установить строку и столбец адреса в пакетном режиме, можно обращаться к следующим трем смежным адресам без дополнительных состояний ожидания. И в этом несомненное преимущество использования данного режима. Однако доступ в пакетном режиме обычно ограничивается четырьмя операциями. Чтобы объяснить это, обратимся к схеме синхронизации по количеству циклов для каждой операции доступа. Схема синхронизации типичного доступа в пакетном режиме для стандартной динамической оперативной памяти вы-

глядит следующим образом: $x-y-y$, где x — время выполнения первой операции доступа (продолжительность цикла плюс время ожидания), а y — число циклов, необходимых для выполнения каждой последующей операции доступа.

Схема синхронизации в пакетном режиме для стандартной DRAM со временем доступа 60 нс обычно выглядит так: 5-3-3-3. Это означает, что первая операция доступа длится пять циклов на системной шине с частотой 66 МГц, что приблизительно равно 75 нс (5×15 нс; 15 нс — длительность одного цикла), в то время как последующие операции длятся по три цикла (3×15 нс = 45 нс). Без применения пакетной технологии схема синхронизации имела бы вид 5-5-5-5, так как для каждой операции выборки из памяти требовалось бы полное время ожидания. 45-наносекундный цикл при пакетной выборке и 64-разрядной шине данных обеспечивает пропускную способность 177 Мбайт/с ($22,2$ МГц \times 8 байт).

Память DRAM, поддерживающая разбиение на страницы и пакетный режим, называется *памятью с быстрым постраничным режимом* (Fast Page Memory — FPM). Этим подчеркивается, что для доступа к данным в памяти без смены страницы требуется меньше циклов ожидания. В большинстве компьютеров 386, 486 и Pentium, увидевших свет в 1987–1995 годах, используется память FPM, имеющая форму модулей с 30 или 72 контактами.

Другой метод ускорения FPM называется *чередованием*. Он совместно использует два отдельных банка памяти, распределяя между ними четные и нечетные байты. Когда происходит обращение к одному банку, в другом банке выбираются строка и столбец адреса. К моменту окончания выборки данных в первом банке во втором заканчиваются циклы ожидания, и он готов к выборке данных. Когда данные выбираются из второго банка, в первом идет процесс выборки строки и столбца адреса для следующей операции доступа. Это совмещение (перекрывание по времени) операций доступа в двух банках сокращает время ожидания и обеспечивает более быстрый поиск данных. Единственная проблема состоит в том, что для использования данного метода необходимо устанавливать идентичные пары модулей, а при этом удваивается количество микросхем SIMM или DIMM. Чередование широко использовалось в 32-разрядных запоминающих устройствах для процессора 486, но малоэффективно в случае 64-разрядной памяти в процессоре Pentium. Чтобы использовать чередование памяти в Pentium, необходимо установить 128-разрядную память, т.е. четыре модуля SIMM с 72 контактами.

Память EDO

Начиная с 1995 года в компьютерах на основе Pentium используется новый тип оперативной памяти — EDO (Extended Data Out — память с расширенным выводом). Это усовершенствованный тип памяти FPM; его иногда называют *Hyper Page Mode*. Память типа EDO была разработана и запатентована компанией Micron Technology (позже лицензии приобрели многие другие изготовители).

Память EDO собирается из специально изготовленных микросхем, которые учитывают перекрывание синхронизации между очередными операциями доступа. Как следует из названия, драйверы вывода данных на микросхеме, в отличие от FPM, не выключаются, когда контроллер памяти удаляет столбец адреса в начале следующего цикла. Это позволяет совместить (по времени) следующий цикл с предыдущим, экономя приблизительно 10 нс в каждом цикле.

Таким образом, контроллер памяти EDO может начать выполнение новой команды выборки столбца адреса, пока данные считываются по текущему адресу. Это почти идентично использованию различных банков для чередования памяти, но в отличие от чередования не нужно одновременно устанавливать два идентичных модуля памяти в системе.

Для оперативной памяти EDO схема синхронизации в пакетном режиме имеет вид 5-2-2-2, а не 5-3-3-3, как для стандартной памяти FPM. Это означает, что четыре передачи данных из памяти EDO занимают 11 полных системных циклов (сравните с 14-ю полными циклами для FPM). Благодаря этому при проведении специальных тестов быстродействие увеличилось на 22%. При этом время выборки снижается с 45 нс (FPM) до 30 нс (EDO). В системах с 64-разрядной шиной данных (8 байт) пропускная способность увеличивается до

266 Мбайт/с (33,3 МГц×8 байт). Благодаря наличию кэш-памяти общая производительность системы повышается только на 5%. Хотя увеличение может показаться совсем небольшим, главное преимущество EDO состоит в том, что в запоминающих устройствах подобного типа используются те же микросхемы динамической оперативной памяти, что и в FPM. При этом стоимость таких запоминающих устройств равна стоимости FPM, но EDO обладает более высокой эффективностью, чем FPM.

Память EDO обычно выпускается в виде 72-контактных модулей SIMM. На рис. 6.4 будут показаны физические характеристики этих модулей.

Для того чтобы использовать память EDO, набор микросхем системной логики на системной плате должен поддерживать ее. Большинство наборов микросхем системной логики, выпущенных с 1995 года (Intel 430FX) по 1997 год (Intel 430TX), поддерживают этот тип памяти. Память EDO доминировала на рынке с 1995 по 1998 год. Поскольку микросхемы памяти EDO стоили столько же, сколько и стандартные микросхемы, Intel, а вслед за ней и остальные производители стали поддерживать EDO во всех наборах микросхем системной логики.

Оперативная память EDO идеальна для систем с быстродействием шины до 66 МГц. Такие шины использовались до 1997 года включительно; однако в течение 1998 года память EDO была заменена более новой и быстрой памятью SDRAM (Synchronous DRAM – синхронное динамическое ОЗУ). Эта новая архитектура стала новым стандартом оперативной памяти ПК.

Один из вариантов памяти EDO была так называемая *пакетная* память EDO (burst EDO или BEDO). Для ускорения передачи данных в ней была задействована пакетная обработка операций. К сожалению, эта технология была запатентована компанией Micron и так и не стала распространенным стандартом. Для поддержки был выпущен всего один набор микросхем системной логики – Intel 440FX Natoma. Стандарт BEDO был быстро вытеснен с рынка новым стандартом SDRAM, который больше пришелся по душе производителям наборов микросхем системной логики. Как таковой стандарт BEDO так и не нашел своего места в компьютерном мире; лично я никогда не слышал, чтобы он использовался в какой-либо системе.

Память SDRAM

Это тип динамической оперативной памяти (DRAM), работа которой синхронизируется с шиной памяти. SDRAM передает информацию в пакетах, использующих высокоскоростной синхронизированный интерфейс. SDRAM позволяет избежать использования большинства циклов ожидания, необходимых при работе асинхронной DRAM, поскольку сигналы, по которым работает память такого типа, синхронизированы с тактовым генератором системной платы.

Как и любой другой тип оперативной памяти, SDRAM нуждается в поддержке набором микросхем системной логики. Начиная с наборов 430VX и 430TX, выпущенных в 1996 году, все наборы микросхем системной логики компании Intel полностью поддерживают SDRAM. С выходом в 1998 году популярного набора микросхем Intel 440BX модули SDRAM полностью вытеснили с рынка память EDO.

Эффективность SDRAM значительно выше по сравнению с эффективностью оперативной памяти FPM или EDO. Поскольку SDRAM – это тип динамической оперативной памяти, ее начальное время ожидания такое же, как у памяти FPM или EDO, но общее время цикла намного короче. Схема синхронизации пакетного доступа SDRAM выглядит так: 5-1-1-1, т.е. четыре операции чтения завершаются всего лишь за восемь циклов системной шины (сравните с 11 циклами для EDO и 14 для FPM). Таким образом, память SDRAM работает на 20% быстрее, чем EDO.

Кроме того, SDRAM может работать на частоте 133 МГц (7,5 нс) и выше, что стало новым стандартом для системного быстродействия начиная с 1998 года. Фактически все новые персональные компьютеры, проданные с 1998 по 2000 год, имеют память типа SDRAM.

Память SDRAM поставляется в виде модулей DIMM и, как правило, ее быстродействие оценивается в мегагерцах, а не в наносекундах. Физические характеристики модулей DIMM описываются далее. На рис. 6.5 будут показаны физические характеристики модулей DIMM.

Для четкой организации временных характеристик компания Intel создала ряд спецификаций, получивших названия PC66, PC100 и PC133. К примеру, можно подумать, что время доступа памяти PC100, работающей на частоте 100 МГц, составляет 10 нс, однако в соответствующей спецификации время доступа ограничено 8 нс, чтобы удовлетворить всем временным параметрам с некоторым запасом.

В мае 1999 года организация JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council — Объединенный совет по электронным устройствам) создала спецификацию PC133. Частота 133 МГц была достигнута путем улучшения характеристик синхронизации и емкости памяти стандарта PC100. Модули памяти PC133 быстро приобрели популярность, став идеальным выбором для системных плат с частотой шины процессора 133 МГц. Базовые модули памяти PC133 обладали быстродействием 7,5 нс и тактовой частотой 133 МГц, в то время как более новые отличались быстродействием 7 нс и частотой 143 МГц. Новые микросхемы памяти PC133 также характеризовались уменьшенным временем ожидания при выборке CAS (Column Address Strobe — строб адреса столбца), благодаря чему оптимизировалось время цикла памяти.

Примечание

Организация JEDEC при EIA (Electronic Industries Alliance — Альянс отраслей электронной промышленности), который представляет все направления в электронной промышленности, создана в 1960 году и занимается стандартизацией всех типов полупроводниковых устройств, интегральных схем и модулей. В состав JEDEC входит около 300 компаний, включая производителей памяти, наборов микросхем и процессоров, а также практически все компании, занимающиеся сборкой компьютерных систем с использованием стандартизированных компонентов.

Основные принципы работы JEDEC просты. Предположим, что некоторая компания разработала собственный тип памяти. Если память подобного типа захотят выпускать другие компании, им придется платить лицензионные отчисления компании-разработчику (разумеется, при условии, что компания захочет лицензировать свои технологии). При этом некоторые технологии могут остаться закрытыми, что усложнит производство совместимых компонентов. Кроме того, компании, которые приобрели лицензию, не имеют возможности контролировать изменения, вносимые в технологию компанией-разработчиком.

В связи с этим JEDEC старается объединить усилия разработчиков памяти для выработки общих стандартов производства микросхем и модулей памяти. Стандарты, утвержденные JEDEC, затем свободно распространяются среди компаний-участниц. Поэтому ни одна компания не может единолично влиять на развитие определенного стандарта памяти и на другие компании. В качестве утвержденных JEDEC стандартов памяти, используемых в ПК, можно привести FPM, SDRAM, DDR, DDR2 и DDR3. При этом EDO и RDRAM являются примерами закрытых стандартов. Подробные сведения о стандартах JEDEC и другая информация о полупроводниковой промышленности приведена на сайте www.jedec.org.

Характеристики модулей памяти SDRAM DIMM представлены в табл. 6.5.

Таблица 6.5. Быстродействие памяти SDRAM

Длительность цикла, нс	Частота, МГц	Спецификация
15	66	PC66
10	100	PC66
8	125	PC100
7,5	133	PC133
7,0	143	PC133

Память SDRAM обычно выпускается в виде 168-контактных модулей, работающих на различных скоростях. В табл. 6.6 приведены характеристики модулей SDRAM.

Таблица 6.6. Скорость и пропускная способность модулей SDRAM (168-контактный DIMM)

Стандарт	Время доступа, нс	Тактовая частота, МГц	Кол-во циклов в такте	Частота шины, мегатакты в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с
PC66	10	66	1	66	8	533
PC100	8	100	1	100	8	800
PC133	7	133	1	133	8	106

Следует отметить, что некоторые производители предлагают модули памяти PC150 и PC166, хотя соответствующих стандартов JEDEC и Intel не существует, а значит, не выпускаются процессоры и наборы микросхем, официально поддерживающие данные стандарты. Как правило, при производстве подобных модулей памяти используются отобранные вручную микросхемы памяти с длительностью цикла 7,5 нс (133 МГц) или 7,0 нс (143 МГц), способные работать на частоте 150 и 166 МГц. Поэтому под модулями PC150 или PC166 на самом деле следует понимать модули памяти PC133, которые способны работать на повышенных частотах. Предназначены подобные модули памяти для энтузиастов, которые хотят разогнать систему, увеличивая частоту системной шины, процессора и памяти.

Внимание

В свое время модули памяти PC133 были обратно совместимы со стандартом PC100. Однако многие современные модули PC133 используют микросхемы другого объема по сравнению с тем, который использовался при производстве модулей PC100. При необходимости модернизировать систему, в которой используется память PC100, обязательно следует изучить вопросы совместимости, прежде чем приобретать модули PC133. Сведения о совместимости с различными системами можно найти на сайтах всех основных производителей модулей памяти.

Память DDR SDRAM

Память DDR (Double Data Rate — двойная скорость передачи данных) — это еще более усовершенствованный стандарт SDRAM, при использовании которого скорость передачи данных удваивается. Это достигается не за счет удвоения тактовой частоты, а за счет передачи данных дважды за один цикл: первый раз — в начале цикла, а второй — в его конце (рис. 6.2), при этом используются те же частоты и синхронизирующие сигналы.

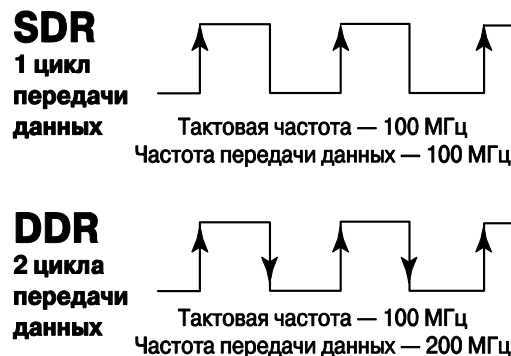


Рис. 6.2. Отношение между тактовым сигналом и циклами передачи данных памяти SDR и DDR

Память DDR поступила на рынок в 2000 году и изначально использовалась в высокопроизводительных графических картах, так как на тот момент еще не существовало поддерживающих ее наборов микросхем системной логики. Свою популярность она завоевала в 2002 году, когда на рынок поступило множество материнских плат, поддерживающих этот стандарт памяти. Память DDR SDRAM выпускается в виде 184-контактных модулей (рис. 6.6).

Поставляемые модули DIMM памяти DDR SDRAM отличаются быстродействием, пропускной способностью и обычно работают при напряжении 2,5 В. Они представляют собой, в сущности, расширение стандарта SDRAM DIMM, предназначенное для поддержки удвоенной синхронизации, при которой передача данных, в отличие от стандарта SDRAM, происходит при каждом тактовом переходе, т.е. дважды за каждый цикл. Для того чтобы избежать путаницы, обычную память SDRAM часто называют памятью с одинарной скоростью передачи данных (Single Data Rate — SDR). Характеристики модулей памяти стандартов SDRAM и DDR SDRAM приведены в табл. 6.7.

Таблица 6.7. Типы и пропускная способность модулей памяти DDR SDRAM

Стандарт модуля	Формат модуля	Тип микро-схемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, миллионов циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с	Пропускная способность двухканальной памяти, Мбайт/с
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100	2	200	8	1600	3200
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133	2	266	8	2133	4266
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166	2	333	8	2667	5333
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200	2	400	8	3200	6400

Ведущие производители микросхем и модулей памяти, как правило, выпускают продукцию, удовлетворяющую стандартам JEDEC. В то же время для поддержания разгона некоторые производители модулей покупают немаркированные и непроверенные микросхемы памяти, после чего сами проводят тесты на предмет их реального быстродействия, и микросхемы со сходными характеристиками объединяют в модули с нестандартной маркировкой, обычно превосходящей по быстродействию официальные стандарты. В табл. 6.8 приведены характеристики популярных нестандартных модулей памяти, которые мне встречались на рынке. Однако следует учесть, что хотя быстродействие этих модулей памяти выше стандартного, чтобы получить от них полную отдачу, нужно разогнать всю систему.

Таблица 6.8. Типы и пропускная способность нестандартных модулей памяти DDR SDRAM

Стандарт модуля	Тип микро-схемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, млн. циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с	Пропускная способность двухканальной памяти, Мбайт/с
PC3500	DDR433	216	2	433	8	3466	6933
PC3700	DDR466	216	2	466	8	3733	7466
PC4000	DDR500	250	2	500	8	4000	8000
PC4200	DDR533	266	2	533	8	4266	8533
PC4400	DDR550	275	2	550	8	4400	8800
PC4800	DDR600	300	2	600	8	4800	9600

Пропускная способность, приведенная в таблицах, указана в расчете на один модуль. Большинство наборов микросхем, поддерживающих DDR, поддерживают и двухканальные операции. Это технология, по которой два идентичных модуля DIMM функционируют, как единый банк, удваивая пропускную способность одного модуля. К примеру, если набор микросхем поддерживает модули PC3200, пропускная способность одного такого модуля составит 3200 Мбайт/с. При этом в двухканальном режиме эта пропускная способность удвоится и составит 6400 Мбайт/с. Двухканальные операции оптимизируют архитектуру ПК, обеспечивая одинаковое быстродействие процессора и памяти (имеется в виду не частота, а пропускная способность). Таким образом, данные перемещаются между шинами без каких-либо задержек.

Память DDR2 SDRAM

Память DDR2 SDRAM представляет собой более быстродействующую версию стандартной памяти DDR SDRAM — большая пропускная способность достигается за счет использования дифференциальных пар сигнальных контактов, обеспечивающих улучшенную передачу сигналов и устранение проблем с сигнальными шумами/интерференцией. Предполагалось, что DDR2 обеспечит учетверенную скорость передачи данных, однако финальные образцы предоставляют лишь удвоенную скорость передачи, а модифицированный метод передачи сигналов позволяет достичь более высокой производительности. Максимальная частота памяти DDR достигает 533 МГц, в то время как рабочая частота модулей памяти DDR2 начинается с 400 МГц и достигает 800 МГц и выше. В табл. 6.9 перечислены различные типы модулей DDR2 и значения их пропускной способности.

Таблица 6.9. Типы и пропускная способность модулей памяти DDR2 SDRAM

Стандарт модуля	Тип микросхемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, млн. циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с	Двухканальная пропускная способность, Мбайт/с
PC2-3200	DDR2-400	200	2	400	8	3200	6400
PC2-4200	DDR2-533	266	2	533	8	4266	8533
PC2-5300	DDR2-667	333	2	667	8	5333	10667
PC2-6400	DDR2-800	400	2	800	8	6400	12800
PC2-8500	DDR2-1066	533	2	1066	8	8533	17066

Самым скоростным официальным стандартом JEDEC является DDR2-1066; микросхемы в нем работают на эффективной скорости 1066 МГц, в результате чего общая пропускная способность достигает 8533 Мбайт/с. Однако, как и в случае с DDR, многие поставщики выпускают и более быстродействующие модули памяти для разогнанных систем. Эти модули имеют нестандартную маркировку и обеспечивают большую производительность, чем предписывается стандартом. В табл. 6.10 перечислены самые быстродействующие нестандартные модули памяти, которые мне приходилось встречать на рынке. Учтите, что поскольку скорость этих модулей опережает быстродействие стандартных материнских плат и наборов микросхем системной логики, вы не получите от них полной отдачи, пока не разгоните систему до нужной тактовой частоты.

Таблица 6.10. Типы и пропускная способность нестандартных модулей памяти DDR2 SDRAM для разогнанных систем

Стандарт модуля	Тип микросхемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, млн. циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с	Двухканальная пропускная способность, Мбайт/с
PC2-6000	DDR2-750	375	2	750	8	6000	12000
PC2-7200	DDR2-900	450	2	900	8	7200	14400
PC2-8000	DDR2-1000	500	2	1000	8	8000	16000
PC2-8800	DDR2-1100	550	2	1100	8	8800	17600
PC2-8888	DDR2-1111	556	2	1111	8	8888	17777
PC2-9136	DDR2-1142	571	2	1142	8	9136	18272
PC2-9200	DDR2-1150	575	2	1150	8	9200	18400
PC2-9600	DDR2-1200	600	2	1200	8	9600	19200
PC2-10000	DDR2-1250	625	2	1250	8	10 000	20000

Кроме более высокого быстродействия и пропускной способности, память стандарта DDR2 обладает и другими достоинствами. К ним относится пониженное по сравнению с памятью DDR напряжение (1,8 вместо 2,5 В), благодаря чему модули памяти DDR2 потребляют меньше энергии и выделяют меньше тепла. Микросхемы DDR2, обладающие большим количеством контактных выводов и поставляются в корпусе FBGA (Fine-pitch Ball Grid Array) вместо TSOP (Thin Small Outline Package), используемого для большинства микросхем DDR и SDRAM. Микросхемы FBGA соединены с подложкой (как правило, самим модулем памяти) посредством близко расположенных шаровых припоев, размещенных на поверхности микросхемы.

Массовое производство модулей DDR2 началось во второй половине 2003 года, а соответствующие наборы микросхем появились в начале 2004 года. Кроме того, некоторые модели производительных видеоадаптеров оснащались различными вариантами DDR2, такими как GDDR2 (Graphics DDR2 — память DDR2 для графических адаптеров). Наборы микросхем для процессоров Intel поддерживают память DDR2 уже достаточно давно, в то время как процессоры Athlon 64 и Opteron компании AMD на протяжении 2005 года поддерживали только память DDR.

Модули DDR2 напоминают обычные DDR DIMM, однако имеют больше контактов и несколько иную конфигурацию установочных зазоров, что не позволит по ошибке вставить их в разъемы для модулей DDR. В конструкции модулей DDR2 предусмотрено 240 контактов, что существенно больше, чем в модулях DDR и SDRAM DIMM.

Сообщество JEDEC начало работу над спецификацией DDR2 в апреле 1998 года; сам стандарт был опубликован в сентябре 2003 года. Производство микросхем и модулей памяти DDR2 началось в середине 2003 года (вначале выпускались только образцы), а массовое производство материнских плат, наборов микросхем системной логики и систем, поддерживающих память DDR2, было налажено только в середине 2004 года. На тот момент уже появились варианты спецификации DDR2, такие как GDDR2 (графическая DDR2), предназначенные для плат графических адаптеров. Следует отметить, что компания AMD несколько опоздала с выпуском материнских плат и наборов микросхем для своих процессоров с поддержкой DDR2. Дело в том, что в процессоры Athlon 64 и Opteron был интегрирован контроллер памяти DDR. Системы на базе процессоров AMD начали поддерживать память DDR2 только в середине 2006 года, когда свет увидели материнские платы с гнездом Socket AM2 и соответствующие процессоры. (Системные платы с гнездом Socket F, также известным как 1207 FX, тоже поддерживали память DDR2.)

Как видите, компания Intel на два года опередила AMD с переходом от DDR к DDR2, поскольку последняя интегрировала поддержку DDR в свои процессоры, в то время как Intel традиционно включала контроллер памяти в северный мост набора микросхем системной логики. Несмотря на то что интеграция контроллера памяти в процессор имеет свои достоинства, главным недостатком является неспособность такой архитектуры быстро адаптироваться к новым типам памяти, не реорганизуя весь процессор и его гнездо. Компания Intel интегрировала контроллер памяти в набор микросхем и смогла быстро перейти к поддержке памяти DDR2, не меняя конструкцию существующих процессоров. Эти конструктивные отличия еще раз проявятся в 2008 году во время ожидаемого перехода от DDR2 к DDR3.

Память DDR3

DDR3 — это последний стандарт памяти, выпущенный организацией JEDEC, еще больше увеличивший быстродействие и надежность и снизивший энергопотребление модулей памяти. Над этой спецификацией работа началась в июне 2002 года, а первые модули DDR3 и поддерживающие их наборы микросхем (серия Intel 3xx) для процессоров Intel были выпущены уже в середине 2007 года. Компания AMD также анонсировала поддержку стандарта DDR3 к середине 2008 года. Изначально память DDR3 будет существенно дороже, чем DDR2, так что в основном она будет устанавливаться в высокопроизводительные рабочие станции верхнего ценового сегмента. Массовый переход на системы с памятью DDR3 ожидается в 2008–2009 годах.

Модули DDR3 используют улучшенную схему обработки сигнала, включающую самокалибровку и синхронизацию. Также они могут оснащаться встроенным термодатчиком. Память DDR3 работает на напряжении 1,5 В, что примерно на 20% ниже, чем 1,8 В, подаваемые на модули DDR2. Пониженное напряжение в совокупности с другими архитектурными новшествами, как ожидается, понизит потребляемую модулем памяти мощность примерно на 30%.

Ожидается, что модули DDR3 найдут свою нишу в системах с частотой шин процессора и памяти от 1333 МГц, что выше максимального порога, поддерживаемого памятью DDR2 (1066 МГц). В стандартных (т.е. не разогнанных) компьютерных системах модули DDR3 моделей PC3-10600 и PC3-12800 обеспечат пропускную способность до 10 667 и 12 800 Мбайт/с соответственно. В двухканальном режиме этот показатель достигнет невероятного значения — 25 600 Мбайт/с. В табл. 6.11 представлены стандарты памяти DDR3 и соответствующая им пропускная способность.

240-контактные модули DDR3 идентичны по форме и размерам модулям DDR2, однако имеют отличную конфигурацию установочных зазоров, что не позволит вставить их в разье-

мы DDR2, на которые подается более высокое напряжение. Модули DDR2 и DDR3 не являются взаимозаменяемыми.

Таблица 6.11. Типы и пропускная способность стандартных модулей памяти DDR3

Стандарт модуля	Тип микро-схемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, млн. циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с	Двухканальная пропускная способность, Мбайт/с
PC3-6400	DDR3-800	400	2	800	8	6400	12800
PC3-8500	DDR3-1066	533	2	1066	8	8533	17066
PC3-10600	DDR3-1333	667	2	1333	8	10667	21333
PC3-12800	DDR3-1600	800	2	1600	8	12800	25600

Память RDRAM

Стандарт Rambus DRAM (RDRAM) представляет собой радикально новую архитектуру модулей памяти, которые устанавливались в высокопроизводительных компьютерах с 1999 по 2002 год. Компании Intel и Rambus подписали соглашение о сотрудничестве в 1996 году, в соответствии с которым Intel обязалась поддерживать память стандарта RDRAM до 2001 года. Уверенность в том, что любая предложенная этой компанией память будет безоговорочно поддержана потребителями, стала причиной вложения компанией Intel больших средств в развитие компании Rambus. Так как стандарт RDRAM был запатентован компанией Rambus, он не встретил особой поддержки в среде производителей наборов микросхем системной логики и материнских плат. В ответ на это компания Intel заверила общественность в своей поддержке этой памяти и выпустила в 1998 году первые наборы микросхем и материнские платы, поддерживающие эту память.

К сожалению, с продвижением на рынке наборов микросхем поддержки памяти RDRAM возникли проблемы ввиду большой задержки их выхода в свет. В то же время память DDR SDRAM быстро завоевывала рынок. Все это заставило компанию Intel пересмотреть свое отношение к технологии Rambus и прекратить инвестиции. После 2001 года Intel продолжала поддерживать память RDRAM, установленную в выпущенных ранее системах, однако новые наборы микросхем системной логики и системные платы были предназначены для DDR SDRAM. Более того, все последующие наборы микросхем и системные платы Intel поддерживают установку исключительно модулей памяти DDR и DDR2.

Изначально предполагалось, что память стандарта RDRAM будет сопровождать выпуск быстродействующих процессоров до 2006 года. Однако без поддержки Intel в виде разработки соответствующих наборов микросхем лишь очень небольшая часть компьютеров, проданных после 2002 года, была оснащена модулями памяти RDRAM. Отсутствие поддержки со стороны основных производителей системных плат и наборов микросхем ведет к тому, что роль стандарта RDRAM в будущем компьютерной индустрии станет весьма незначительной.

Стандарт RDRAM использует уникальную шину данных между микросхемами памяти, посредством которой специализированные устройства могут взаимодействовать друг с другом на очень высокой скорости. Стоит отметить, что данная технология была разработана для игровых компьютерных приставок и применяется в таких системах, как Nintendo 64 и Sony Playstation 2.

Обычные типы памяти (FPM/RDO и SDRAM) иногда называются *устройствами с широким каналом*. Ширина канала памяти равна ширине шины данных процессора (в системах Pentium — 64 бит). Максимальная производительность памяти SDRAM в исполнении DIMM составляет 100×8 (или 800) Мбайт/с (частота × количество данных, передаваемых за один такт).

С другой стороны, память RDRAM является *устройством с узким каналом* передачи данных. Количество данных, передаваемых за один такт, достигает только 16 бит (2 байт), не считая двух дополнительных битов контроля четности, однако скорость передачи данных гораздо выше. В настоящее время происходит постепенный переход от параллельной конструкции

модулей памяти к последовательной, что напоминает процесс, происходивший в свое время с другими шинами ПК.

Одноканальные 16-разрядные модули памяти RIMM работали вначале с частотой 800 МГц, благодаря чему общая пропускная способность достигала 800×2 (или 1,6) Гбайт/с для одного канала, что совпадает с характеристиками памяти PC1600 DDR-SDRAM. В первых системах Pentium 4 использовались оба банка памяти одновременно, создавая двухканальную структуру с пропускной способностью 3,2 Гбайт/с, что соответствует быстродействию шины оригинального процессора Pentium 4. Одной из особенностей конструкции RDRAM является уменьшенное время ожидания между передачами данных. Это связано с циклически повторяющимися передачами, выполняемыми одновременно и только в одном направлении.

Современные модули памяти RIMM работают не только с исходной частотой 800 МГц, но и с частотами 1066 и 1200 МГц и существуют как в одноканальных 16-разрядных, так и в многоканальных 32- и 64-разрядных версиях, пропускная способность которых превышает 9,6 Гбайт/с.

Каждая отдельная микросхема, последовательно соединенная с последующей, называется RIMM (Rambus Inline Memory Module). Внешне модуль RIMM выглядит подобно DIMM, однако они не взаимозаменяемы. Вся работа с памятью организуется между контроллером памяти и отдельным (а не всеми) устройством. Один канал Rambus содержит три разъема RIMM и может поддерживать до 32 устройств RDRAM (микросхем RDRAM) и больше при использовании буфера. В то же время в большинстве материнских плат устанавливается только два модуля на канал, чтобы избежать проблем с искажением сигнала.

Шина памяти RDRAM обеспечивает обмен данными между всеми устройствами и модулями, подключенными к шине, причем каждый модуль оснащен входными и выходными контактами, расположенными на противоположных друг другу сторонах платы. Следовательно, любые разъемы RDRAM, не содержащие модуль RIMM, требуют установки электропроводного непрерывного модуля для замыкания шины передачи данных. Сигналы, дошедшие до конечной области шины, ликвидируются системной платой.

Изначально 16-разрядный канал RIMM работал на частоте 800 МГц, что обеспечивало пропускную способность 1,6 Гбайт/с — такую же, как у модулей PC1600 DDR SDRAM. В системах на базе процессоров Pentium 4 обычно одновременно используется два банка памяти; таким образом, общая пропускная способность возрастает до 3,2 Гбайт/с, что совпадает с тактовой частотой процессоров Pentium 4. В конструкции RDRAM задержка между передачами данных уменьшена до предела, поскольку они выполняются синхронно в замкнутой системе, причем в одном направлении.

Новые версии модулей RIMM работают на частоте 1600 МГц, однако для их поддержки было выпущено совсем мало моделей наборов микросхем и материнских плат.

Каждая микросхема RDRAM в модуле RIMM1600 представляет собой обособленное устройство, подключенное к 16-разрядному каналу данных. Кроме того, микросхемы RDRAM имеют внутреннее ядро со 128-разрядной шиной, разделенной на восемь 16-разрядных банков памяти, работающих на частоте 100 МГц. Другими словами, каждые 10 нс (100 МГц) каждая микросхема RDRAM может передать 16 байт данных в ядро и обратно. Широкий внутренний и узкий внешний высокоскоростные интерфейсы являются ключевой характеристикой памяти RDRAM.

Для повышения производительности было предложено еще одно конструктивное решение: передача управляющей информации отделена от передачи данных по шине. Для этого предусмотрены независимые схемы управления, а на адресной шине выделены две группы контактов: для команд выбора строки и столбца и для передачи информации по шине данных шириной 2 байт. Шина памяти работает на частоте 400 МГц, однако данные передаются по фронтам тактового сигнала, т.е. дважды в тактовом импульсе. Правая граница тактового импульса называется *четным* циклом, а левая — *нечетным*. Синхронизация осуществляется с помощью передачи пакетов данных в начале четного цикла. Максимальное время ожидания составляет 2,5 нс.

Отношение между тактовым сигналом и циклами передачи данных было показано на рис. 6.2. Пять полных циклов тактового сигнала соответствуют десяти циклам данных.

Архитектура RDRAM также поддерживает множественные чередующиеся транзакции, одновременно выполняемые в отдельных временных областях, поэтому следующая передача данных может быть начата до завершения предыдущей.

Не менее важно то, что память RDRAM потребляет мало энергии. Напряжение питания модулей памяти RIMM, как и устройств RDRAM, составляет только 2,5 В. Напряжение низковольтного сигнала изменяется от 1,0 до 1,8 В, т.е. перепад напряжений равен 0,8 В. Кроме того, RDRAM имеет четыре режима пониженного потребления энергии и может автоматически переходить в режим ожидания на завершающей стадии транзакции, что позволяет еще больше снизить потребляемую мощность.

Как уже упоминалось, микросхемы RDRAM устанавливаются в модули RIMM, по размеру и форме подобные DIMM, но не взаимозаменяемые. Существуют модули памяти RIMM, объем которых достигает 1 Гбайт и более. Эти модули могут устанавливаться в системе по одному, поскольку каждый из них технически представляет собой сразу несколько банков памяти. Модули RIMM устанавливаются попарно только в том случае, если существующая системная плата поддерживает двухканальные модули RDRAM, а также если в системе применяются 16-разрядные модули RIMM.

Существующие модули памяти RIMM можно разделить по быстродействию на четыре основные группы, обычно работающие в двухканальной среде. Таким образом, модули RIMM обычно устанавливаются парами — по одной паре в каждой группе разъемов. Каждая группа разъемов RIMM представляет собой один канал. В 32-разрядной версии в одно устройство объединено несколько каналов, при этом согласование пар необязательно. В табл. 6.12 сравниваются различные типы модулей RDRAM. Обратите внимание, что во избежание путаницы с наименованиями модулей DDR, такими как PC800, в именах указана реальная пропускная способность модулей.

Таблица 6.12. Типы и пропускная способность модулей RDRAM

Стандарт модуля	Тип микросхемы	Частота шины, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость шины, млн. циклов в секунду	Ширина шины, байт	Пропускная способность, Мбайт/с
RIMM1200	PC600	300	2	600	2	1200
RIMM1400	PC700	350	2	700	2	1400
RIMM1600	PC800	400	2	800	2	1600
RIMM2100	PC1066	533	2	1066	2	2133

Компания Intel изначально сконцентрировала усилия на внедрении памяти Rambus, что, казалось, позволяло достичь значительного успеха на рынке. К сожалению, задержки в выпуске соответствующих наборов микросхем, возникшие из-за технических сложностей конструкции памяти RDRAM, послужили причиной того, что большинство производителей памяти вернулись к выпуску модулей SRDRAM или перешли на выпуск DDR SDRAM. В результате оставшиеся производители подняли цену на RDRAM RIMM в три и более раз, примерно сравнив ее со стоимостью аналогичной по объему памяти DIMM. Впоследствии эта цена опустилась примерно до уровня DDR SDRAM, однако время было уже упущено, и компания Intel сместила акценты на выпуск наборов микросхем, поддерживающих только память DDR и DDR2.

Как уже неоднократно отмечалось, пропускная способность шины памяти должна соответствовать пропускной способности шины данных процессора, поэтому память DRAM RIMM идеально подходила для первых процессоров семейства Pentium 4. Тем не менее частота шины процессора Pentium 4 постоянно росла, а выпуск наборов микросхем системной логики, поддерживающих двухканальную память DDR, DDR2 и DDR3 сделал последние наилучшим вариантом для новейших процессоров Intel и AMD с точки зрения производительности.

Примечание

К огорчению производителей микросхем памяти, компания Rambus получила патенты на стандартную память и конструкции DDR SDRAM. Поэтому, независимо от того, производят ли эти компании память SDRAM, DDR или RDRAM, им приходится выплачивать определенную сумму компании Rambus в качестве авторского гонорара. Судебные иски компаний, оспаривающих эти патенты, заметных результатов не принесли.

После того как в 2003 году поддержка памяти RDRAM практически сошла на нет, этот тип памяти быстро исчез с рынка. Так что если ваш компьютер оборудован модулями памяти RIMM, не имеет смысла вкладывать средства в модернизацию его памяти.

Модули памяти

Процессор и архитектура системной платы (набора микросхем) определяют емкость физической памяти компьютера, а также типы и форму используемых модулей памяти. За последние годы скорость передачи данных и быстродействие памяти значительно выросли. Скорость и разрядность памяти определяются процессором и схемой контроллера памяти. В современных компьютерах контроллер памяти включен в набор микросхем системной логики материнской платы. В том случае, если система физически может поддерживать определенный объем памяти, типом программного обеспечения будут обусловлены более конкретные ее характеристики.

В процессорах 8086 и 8088 с 20 линиями адреса объем памяти не превышает 1 Мбайт (1024 Кбайт). Процессоры 286 и 386SX имеют 24 линии адреса и могут адресовать до 16 Мбайт памяти. Процессоры 386DX, 486, Pentium, Pentium MMX и Pentium Pro имеют 32 линии адреса и могут взаимодействовать с памятью объемом до 4 Гбайт. Процессоры Pentium II/III/4, а также AMD Athlon и Duron имеют 36 линий адреса и в состоянии обрабатывать 64 Гбайт. Новый процессор Itanium, с другой стороны, имеет 44-разрядную адресацию, что позволяет обрабатывать до 16 Тбайт (терабайт) физической памяти!

Режим эмуляции процессора 8088 микропроцессорами 286 и выше называется *реальным режимом* работы системы. Это единственно возможный режим процессоров 8088 и 8086 в компьютерах PC и XT. В реальном режиме все процессоры, даже всемогущий Pentium, могут адресовать только 1 Мбайт памяти, при этом 384 Кбайт зарезервировано для системных нужд. Возможности адресации памяти процессоров 286 и последующих в полном объеме могут быть реализованы только в защищенном режиме.

Системы класса P5 могут адресовать до 4 Гбайт памяти, системы класса P6/P7 — до 64 Гбайт. Если внедрить поддержку 64 Гбайт (65 536 Мбайт) памяти в современную систему, то ее стоимость достигнет примерно 10 тыс. долларов. Более того, объем наибольших модулей памяти DIMM, существующих сегодня, равен 1 Гбайт. Поэтому для установки 64 Гбайт оперативной памяти потребуется системная плата, содержащая 64 разъемов DIMM. Следует заметить, что в большинстве систем поддерживается только до четырех разъемов DIMM.

Хотя объемы памяти постоянно увеличиваются, и современные модели системных плат поддерживают модули объемом до 2 Гбайт, основные ограничения накладываются набором микросхем и количеством разъемов для установки модулей памяти на системной плате. Большинство современных системных плат оснащены двумя-четырьмя разъемами, а значит, максимальный объем памяти ограничен величиной 4–8 Гбайт. Подобные ограничения накладываются набором микросхем, а не процессором или модулями памяти. Некоторые процессоры способны адресовать до 64 Гбайт памяти, однако ни один набор микросхем на рынке не предоставляет им такой возможности.

Примечание

Характеристики наборов микросхем производства Intel и других компаний представлены в главе 4.

Модули SIMM, DIMM и RIMM

Изначально оперативная системная память устанавливалась в виде отдельных микросхем, которые благодаря своей конструкции получили название “микросхемы с *двухрядным расположением выводов*” (Dual Inline Package – DIP). Системные платы оригинальных систем IBM XT и AT содержали до 36 разъемов, предназначенных для подключения микросхем памяти. В дальнейшем микросхемы памяти устанавливались на отдельных платах, которые, в свою очередь, подключались в разъемы шины. Я до сих пор помню, сколько времени отнимала эта утомительная и однообразная работа.

Нельзя обойти стороной еще один важный недостаток такой организации памяти – микросхемы постепенно “выползали” из своих гнезд. Виной тому был жесткий температурный режим. Компьютеры постоянно включались и выключались, в результате чего микросхемы нагревались и охлаждались. Изменение длины контактов микросхем приводило к тому, что микросхемы постепенно сами выталкивали себя из гнезд. Когда в конце концов контакт обрывался, это приводило к ошибке памяти. Устранить проблему можно, более плотно вставив микросхему в гнездо, однако представьте себе, сколько лишней работы предполагало обслуживание нескольких десятков компьютеров в компании.

Альтернативой этому подходу служило только припаивание контактов микросхем к материнской плате или карте расширения. Однако такое постоянное прикрепление вызывало другую проблему – в случае выхода из строя одного из модулей памяти его приходилось выпаять или вырезать кусачками, одновременно припаявая новую микросхему. Этот подход был более дорогостоящим; к тому же существовал дополнительный риск повреждения микросхем.

Получалось так, что микросхемы должны быть одновременно и припаянными, и легко заменяемыми. Этот принцип нашел свое применение в модулях SIMM. В качестве альтернативы установке отдельных микросхем памяти в абсолютном большинстве настольных систем используют модули SIMM, DIMM или RIMM. Это небольшие платы с микросхемами памяти, которые вставляются в специальные разъемы материнской платы. Отдельные микросхемы припаяны к плате модуля, так что их индивидуальное удаление и замена невозможны. Если какая-либо микросхема модуля выходит из строя, приходится заменять весь модуль. Таким образом, модуль памяти можно рассматривать как одну большую микросхему.

Сегодня существует два основных типа модулей SIMM, три – модулей DIMM и только один тип модулей RIMM. Все они используются в настольных системах. Типы модулей различаются количеством выводов, шириной строки памяти или типом памяти.

К основным типам модулей SIMM относятся 30-контактный (8 бит плюс 1 дополнительный бит контроля четности) и 72-контактный (32 бит плюс 4 дополнительных бита контроля четности), обладающие различными свойствами. 30-контактный модуль SIMM имеет меньшие размеры, чем 72-контактный, причем микросхемы памяти в обоих случаях могут быть расположены как на одной стороне платы, так и на обеих. Модули SIMM широко использовались с конца 1980-х до конца 1990-х годов, однако сейчас их можно найти только в устаревших системах.

Как уже отмечалось, существует три типа модулей DIMM, которые обычно содержат стандартные микросхемы SDRAM или DDR SDRAM и отличаются друг от друга физическими характеристиками. Стандартный модуль DIMM имеет 168 выводов, по одному радиусному пазу с каждой стороны и два паза в области контакта. Модуль DDR DIMM имеет 184 вывода, по два паза с каждой стороны и только один паз в области контакта. Модуль DDR2 DIMM имеют 240 выводов, два разъема на правой и левой сторонах модуля и один – в центре контактной области. Длина тракта данных модулей DIMM может достигать 64 бит (без контроля четности) или 72 бит (с контролем четности или поддержкой кода коррекции ошибок ECC). На каждой стороне платы DIMM расположены различные выводы сигнала. Именно поэтому они называются модулями памяти с *двухрядным* расположением выводов. Эти модули примерно на один дюйм (25 мм) длиннее модулей SIMM, но благодаря своим свойствам содержат гораздо больше выводов.

Примечание

Многие пользователи, в том числе профессионалы, неверно трактуют термины “односторонний” и “двухсторонний” в контексте модулей памяти. На самом деле эти термины не имеют ничего общего с местом расположения микросхем памяти (на одной или на двух сторонах модуля), а также не указывают, соответствует этот модуль типу SIMM или DIMM (т.е. расположены ли контактные выводы на одной стороне модуля или на обеих). На самом деле данные термины используются для обозначения модулей с одним или двумя банками микросхем памяти. Двухбанковый модуль DIMM имеет два 64-разрядных банка логически объединенных микросхем, т.е. оснащен в два раза большим количеством 64-разрядных рядов памяти, чем односторонний модуль. Как правило, микросхемы при этом размещаются по обе стороны модуля; таким образом, термин “двухсторонний” часто применяется для указания того, что модуль оснащен двумя банками памяти, но это неверно с технической точки зрения. Модули с одним банком памяти (неправильно обозначаемые как односторонние) также могут иметь микросхемы памяти, установленные с обеих сторон модуля, в то время как модули с двумя банками (неверно обозначаемые как двухсторонние) могут представлять собой модуль с микросхемами, установленными лишь на одной стороне. Таким образом, вместо терминов “односторонний” и “двухсторонний” имеет смысл использовать более адекватные и технически обоснованные термины “однобанковый” и “двухбанковый”.

Сигнальные выводы, расположенные на разных сторонах платы RIMM, также различны. Существует три физических типа модулей RIMM: 16/18-разрядная версия со 184 выводами, 32/36-разрядная версия, имеющая 232 вывода, и 64/72-разрядная версия, содержащая 326 выводов. Размеры разъемов, используемых для установки модулей памяти, одинаковы, но расположения пазов в разъемах и платах RIMM различны, что позволяет избежать установки несоответствующих модулей. Любая системная плата поддерживает только один тип модулей памяти. Вначале наиболее распространенным типом являлась 16/18-разрядная версия; 32-разрядная версия модулей памяти была представлена в конце 2002 года, а 64-разрядная появилась в 2004 году.

Стандартный 16/18-разрядный модуль RIMM имеет 184 вывода, по одному пазу с каждой стороны и два симметрично расположенных паза в области контакта. Для приложений, не поддерживающих код коррекции ошибок (ECC), используются 16-разрядные версии, в то время как 18-разрядные включают в себя дополнительные биты, необходимые для поддержки ECC.

На рис. 6.3–6.9 показаны 30-контактный (8 бит) модуль SIMM, 72-контактный (32 бит) модуль SIMM, 168-контактный модуль SDRAM DIMM, 184-контактный модуль DDR SDRAM (64 бит) DIMM, 240-контактные модули DDR2 и DDR3 DIMM и 184-контактный модуль RIMM. Контакты пронумерованы слева направо и расположены с обеих сторон модуля SIMM. Контакты с каждой стороны модуля DIMM отличаются, а у модуля SIMM обе стороны идентичны. Обратите внимание, что размеры указаны как в миллиметрах, так и в дюймах (в скобках), а модули выпускаются как с проверкой четности ECC (используется один дополнительный бит ECC, или четности, на каждые 8 бит данных, в результате чего ширина шины данных составляет 9 бит), так и без нее (в результате ширина шины данных составляет 8 бит).

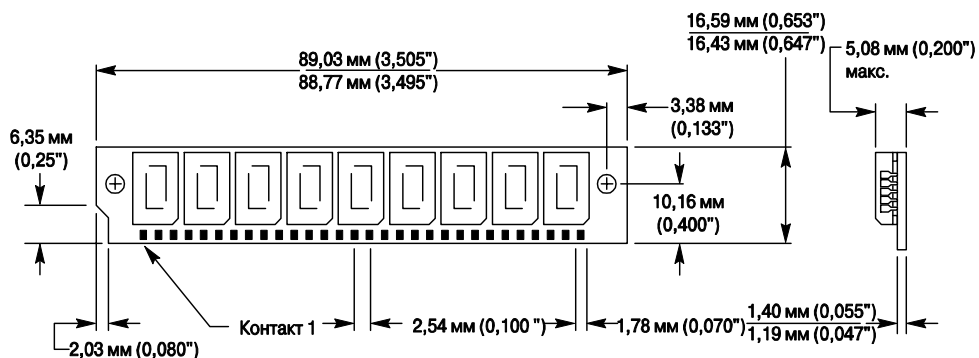


Рис. 6.3. Модуль SIMM (30-контактный)

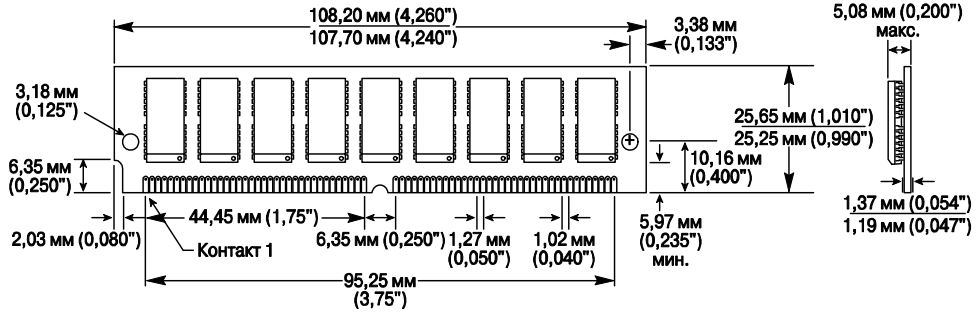


Рис. 6.4. Модуль SIMM (72-контактный)

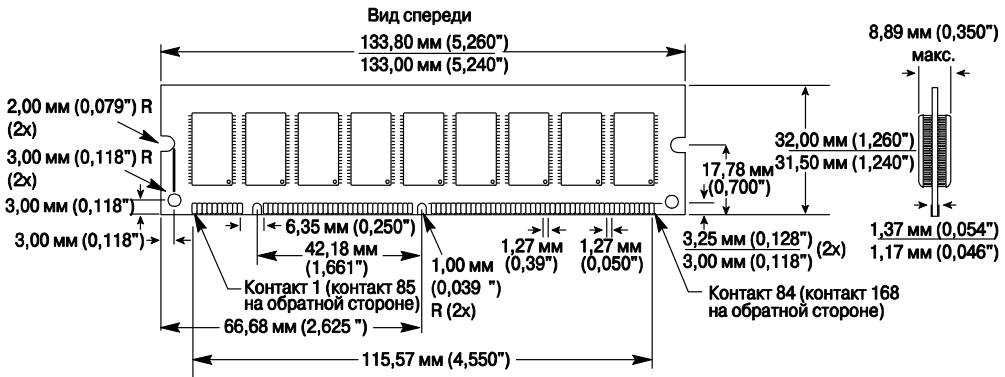


Рис. 6.5. Модуль SDRAM DIMM (168-контактный)

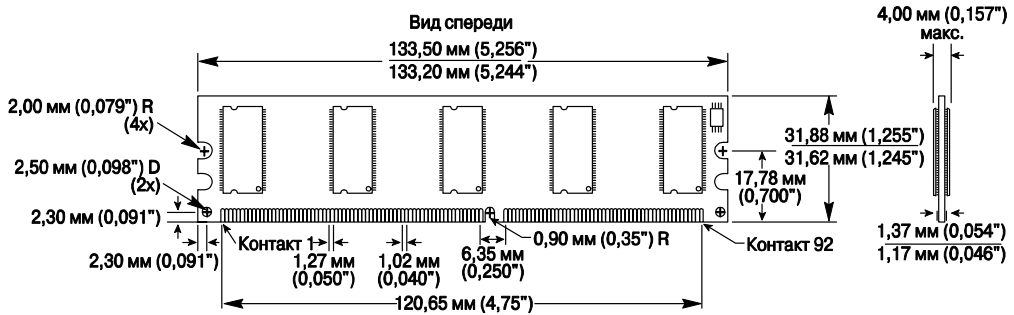


Рис. 6.6. Модуль DIMM памяти DDR SDRAM (184-контактный)

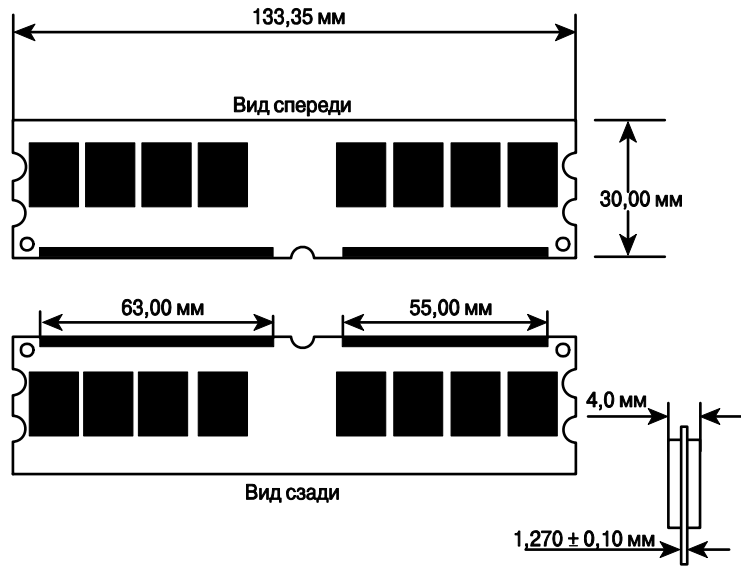


Рис. 6.7. Модуль DDR2 DIMM (240-контактный)

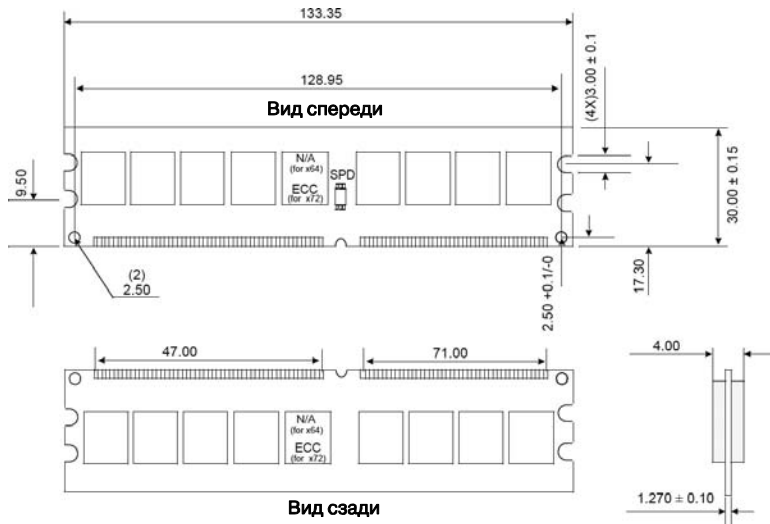


Рис. 6.8. Модуль DDR3 DIMM (240-контактный)

Модули памяти весьма компактны, учитывая их емкость. В настоящее время существует несколько их разновидностей, имеющих разные значения емкости и быстродействия. В табл. 6.13 приведены доступные емкости модулей SIMM, DIMM и RIMM.

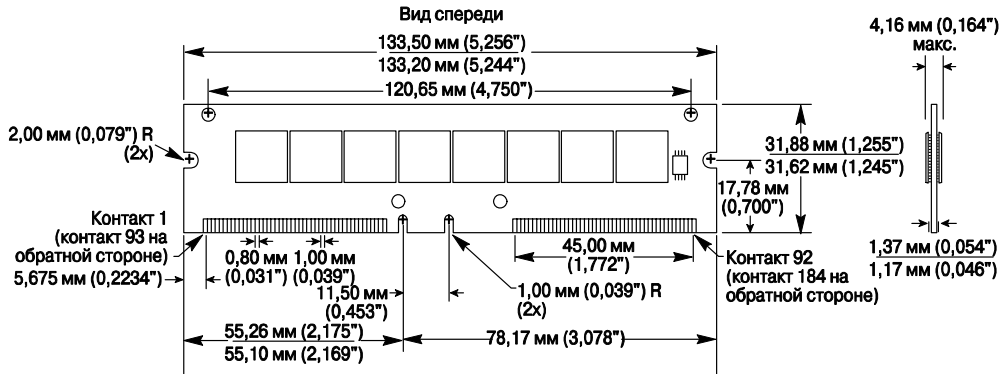


Рис. 6.9. Модуль RIMM (184-контактный)

Таблица 6.13. Емкость модулей SIMM, DIMM и RIMM

Емкость	Модули без контроля четности	Модули с контролем четности
30-контактные SIMM		
256 Кбайт	256 Кбайт×8	256 Кбайт×9
1 Мбайт	1 Мбайт×8	1 Мбайт×9
4 Мбайт	4 Мбайт×8	4 Мбайт×9
16 Мбайт	8 Мбайт×8	8 Мбайт×9
72-контактные SIMM		
1 Мбайт	256 Кбайт×32	256 Кбайт×36
2 Мбайт	512 Кбайт×32	512 Кбайт×36
4 Мбайт	1 Мбайт×32	1 Мбайт×36
8 Мбайт	2 Мбайт×32	2 Мбайт×36
16 Мбайт	4 Мбайт×32	4 Мбайт×36
32 Мбайт	8 Мбайт×32	8 Мбайт×36
64 Мбайт	16 Мбайт×32	16 Мбайт×36
128 Мбайт	32 Мбайт×32	32 Мбайт×36
168/184-контактные модули DIMM/DDR DIMM		
8 Мбайт	1 Мбайт×64	1 Мбайт×72
16 Мбайт	2 Мбайт×64	2 Мбайт×72
32 Мбайт	4 Мбайт×64	4 Мбайт×72
64 Мбайт	8 Мбайт×64	8 Мбайт×72
128 Мбайт	16 Мбайт×64	16 Мбайт×72
256 Мбайт	32 Мбайт×64	32 Мбайт×72
512 Мбайт	64 Мбайт×64	64 Мбайт×72
1024 Мбайт	128 Мбайт×64	128 Мбайт×72
2048 Мбайт	256 Мбайт×64	256 Мбайт×72
4096 Мбайт	512 Мбайт×64	512 Мбайт×72
240-контактные модули DDR2 DIMM		
256 Мбайт	32 Мбайт×72	32 Мбайт×64
512 Мбайт	64 Мбайт×72	64 Мбайт×64
1024 Мбайт	128 Мбайт×72	128 Мбайт×64
2048 Мбайт	256 Мбайт×72	256 Мбайт×64
240-контактные модули DDR3 DIMM		
256 Мбайт	32 Мбайт×64	32 Мбайт×72
512 Мбайт	64 Мбайт×64	64 Мбайт×72
1024 Мбайт	128 Мбайт×64	128 Мбайт×72
2048 Мбайт	256 Мбайт×64	256 Мбайт×72

Емкость	Модули без контроля четности	Модули с контролем четности
184-контактные модули RIMM		
64 Мбайт	32 Мбайт×16	32 Мбайт×18
128 Мбайт	64 Мбайт×16	64 Мбайт×18
256 Мбайт	128 Мбайт×16	128 Мбайт×18
512 Мбайт	256 Мбайт×16	256 Мбайт×18
1024 Мбайт	512 Мбайт×16	512 Мбайт×18

Модули памяти каждого из типов могут иметь различные быстродействия. Просмотрите документацию к системной плате, где указываются тип и скорость поддерживаемой оперативной памяти. Наилучшим вариантом будет память, скорость передачи данных которой (полоса пропускания) совпадает с производительностью шины процессора (FSB).

Если в систему требуется установить память с определенной частотой, то всегда можно воспользоваться модулем, частота которого выше необходимой величины. Следует заметить, что каких-либо проблем при использовании модулей памяти с разными частотами обычно не возникает. Разница в их стоимости невелика, поэтому я обычно покупаю модули памяти, частота которых выше, чем необходимо для выполнения определенных приложений. Это позволяет использовать их при следующей модернизации системы.

Модули памяти DIMM и RIMM содержат встроенное ПЗУ (ROM), передающее параметры синхронизации и скорости модулей, поэтому рабочая частота контроллера памяти и шины памяти в большинстве систем соответствует наименьшей частоте установленных модулей DIMM/RIMM.

Примечание

Банк — это наименьший объем памяти, необходимый для формирования одинарной строки памяти, адресуемой процессором. Это минимальное количество считываемой или записываемой процессором физической памяти, которое обычно соответствует ширине шины данных процессора. Если процессор имеет 64-разрядную шину данных, то ширина банка памяти также составляет 64 бит. При использовании двухканальной или чередующейся памяти формируется виртуальный банк, ширина которого вдвое больше абсолютной ширины шины данных процессора.

Заменить модуль памяти модулем более высокой емкости, сохранив при этом работоспособность системы, не всегда возможно. Очень часто максимальный объем модуля, который может быть установлен, ограничен. Модули большей емкости будут работать, только если их установка допускается системной платой. Соответствующие сведения наверняка представлены в руководстве пользователя.

Регистровые модули

Существует две версии модулей SDRAM и DDR — *небуферизированные* и *регистровые*. Большинство системных плат разработаны для поддержки небуферизированных модулей памяти, в которых сигналы контроллера памяти передаются без помех или интерференции непосредственно микросхемам памяти. Это наиболее дешевый, эффективный и быстродействующий тип модулей. К его недостаткам относится лишь то, что разработчик системной платы должен определить количество модулей (точнее, число разъемов на системной плате), установка которых допустима, а также ограничить количество микросхем памяти, внедренных на одном модуле. Установка так называемых двухсторонних модулей, на самом деле имеющих два банка микросхем памяти, в некоторых системах и при определенных условиях может быть невозможна.

Для реализации поддержки особо большого объема RAM зачастую требуются регистровые модули. Они созданы на основе архитектуры, в которой регистровые микросхемы выступают в качестве интерфейса между микросхемами RAM и набором микросхем системной логики. Регистровые микросхемы временно хранят данные, передаваемые как микросхемам па-

мяти, так и от них. Это позволяет обслужить намного больше микросхем RAM, чем поддерживается набором микросхем системной логики. Также можно увеличить количество микросхем, устанавливаемых в один модуль. Благодаря регистровым модулям создаются системные платы, поддерживающие множество модулей памяти, каждый из которых содержит большее количество микросхем. Как правило, системные платы такого рода предназначены для серверов и рабочих станций, которым требуется поддержка более четырех разъемов памяти. Единственным исключением был, пожалуй, процессор Athlon 64 FX, который использовал регистровую память, так как был предназначен для гнезда Socket 940, изначально создававшегося для рабочих станций и серверов на базе процессора Opteron. Последующие версии Athlon FX для гнезд Socket 939, AM2 и Socket F регистровую память не использовали.

Для размещения микросхем буфера высота регистровых модулей DIMM была увеличена по сравнению со стандартными модулями DIMM. На рис. 6.10 для сравнения приведены типичные модули DIMM регистровой и небуферизированной памяти.

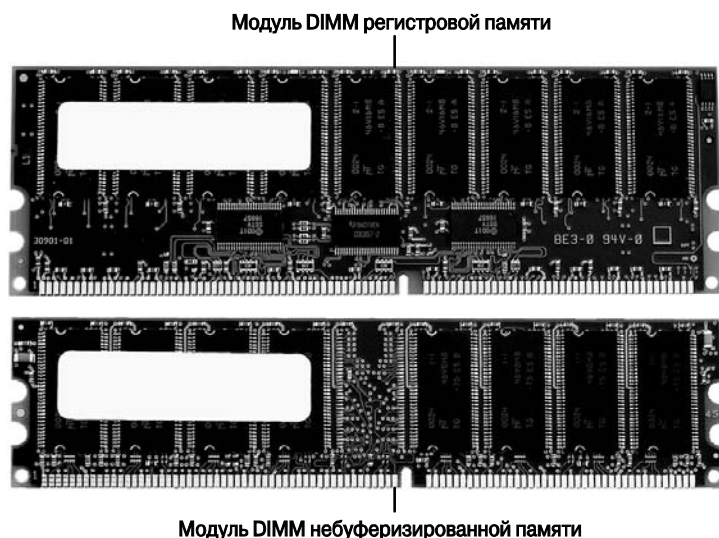


Рис. 6.10. Регистровые модули DIMM часто выше, чем стандартные модули DIMM

Совет

При необходимости установить регистровые модули DIMM в “узкий” корпус можно столкнуться с определенными сложностями. Некоторые компании предлагают низкопрофильные регистровые модули DIMM, высота которых не превышает высоту стандартных модулей DIMM. Обязательно следует обратить внимание на данные модули, если в вашей системе недостаточно места для установки стандартных регистровых модулей DIMM. Некоторые компании продают только такие модули DIMM для определенных моделей компьютерных систем.

Важно отметить, что следует использовать только те типы модулей памяти, которые поддерживают материнская плата и ее набор микросхем системной логики. В подавляющем большинстве систем это стандартные модули небуферизированной памяти и только в редких случаях — регистровые модули.

Назначение выводов модулей SIMM

В табл. 6.14 приведена раскладка выводов стандартных 72-контактных модулей SIMM. Специальная таблица определения наличия модулей позволяет получить расположение специальных выводов определения наличия на различных 72-контактных модулях SIMM. Системная плата использует эти выводы для определения объема и быстродействия установлен-

ных модулей SIMM. Стандартные 30-контактные модули SIMM функцию определения наличия не поддерживали, однако IBM добавила данную функцию к выпускаемым ею модулям этого типа. Контакты на модулях SIMM расположены с обеих сторон.

Таблица 6.14. Схема расположения выводов 72-контактных модулей SIMM

Контакт	Обозначение	Контакт	Обозначение	Контакт	Обозначение
1	Общий	25	Бит данных 22	49	Бит данных 8
2	Бит данных 0	26	Бит данных 7	50	Бит данных 24
3	Бит данных 16	27	Бит данных 23	51	Бит данных 9
4	Бит данных 1	28	Бит адреса 7	52	Бит данных 25
5	Бит данных 17	29	Бит адреса 11	53	Бит данных 10
6	Бит данных 2	30	+5 В	54	Бит данных 26
7	Бит данных 18	31	Бит адреса 8	55	Бит данных 11
8	Бит данных 3	32	Бит адреса 9	56	Бит данных 27
9	Бит данных 19	33	Бит адреса 12	57	Бит данных 12
10	+5 В	34	Бит адреса 13	58	Бит данных 28
11	Определение наличия 5	35	Разряд четности 2	59	+5 В
12	Бит адреса 0	36	Разряд четности 0	60	Бит данных 29
13	Бит адреса 1	37	Разряд четности 1	61	Бит данных 13
14	Бит адреса 2	38	Разряд четности 3	62	Бит данных 30
15	Бит адреса 3	39	Общий	63	Бит данных 14
16	Бит адреса 4	40	Строб адреса столбца 0	64	Бит данных 31
17	Бит адреса 5	41	Строб адреса столбца 2	65	Бит данных 15
18	Бит адреса 6	42	Строб адреса столбца 3	66	EDO
19	Бит адреса 10	43	Строб адреса столбца 1	67	Определение наличия 1
20	Бит данных 4	44	Строб адреса строки 0	68	Определение наличия 2
21	Бит данных 20	45	Строб адреса строки 1	69	Определение наличия 3
22	Бит данных 5	46	Зарезервирован	70	Определение наличия 4
23	Бит данных 21	47	Разрешение записи	71	Зарезервирован
24	Бит данных 6	48	Оптимизированный контроль ECC	72	Общий

72-контактные модули используют четыре или пять выводов для определения системной платой типа установленного модуля SIMM. Подобные выводы (контакты) определения наличия заземлены или ни к чему не подключены. Выводы определения должны быть заземлены через резистор сопротивлением 0 Ом (кроме того, на модуле могут находиться специальные перемычки), благодаря чему генерируется высокий логический уровень, если контакт открыт, или низкий, если контакт заземлен на системную плату. В результате получаются сигналы, которые может декодировать логический интерфейс памяти. Если системная плата использует сигналы определения наличия, процедура POST может определить объем и быстроедействие установленных модулей памяти SIMM, а затем автоматически откорректировать сигналы управления и адресации. В результате становится возможной работа функции автоматического определения объема и быстрогодействия памяти.

Примечание

Основные принципы использования контактов определения наличия модулей во многом похожи на стандартный механизм кодирования DX, используемый для определения чувствительности 35-миллиметровой ручной фотоплёнки. Когда плёнка вставляется в фотоаппарат, электрические контакты определяют ее характеристики.

В табл. 6.15 представлены конфигурации определения наличия для 72-контактных модулей SIMM, утвержденных комитетом JEDEC. (JEDEC — это организация, созданная производителями полупроводниковых устройств, которая занимается разработкой стандартов.)

Таблица 6.15. Конфигурации определения наличия для 72-контактных модулей SIMM

Объем, Мбайт	Быстродействие, нс	Контакт 67	Контакт 68	Контакт 69	Контакт 70	Контакт 11
1	100	Общий	---	Общий	Общий	---
1	80	Общий	---	---	Общий	---
1	70	Общий	---	Общий	---	---
1	60	Общий	---	---	---	---
2	100	---	Общий	Общий	Общий	---
2	80	---	Общий	---	Общий	---
2	70	---	Общий	Общий	---	---
2	60	---	Общий	---	---	---
4	100	Общий	Общий	Общий	Общий	---
4	80	Общий	Общий	---	Общий	---
4	70	Общий	Общий	Общий	---	---
4	60	Общий	Общий	---	---	---
8	100	---	---	Общий	Общий	---
8	80	---	---	---	Общий	---
8	70	---	---	Общий	---	---
8	60	---	---	---	---	---
16	80	Общий	---	---	Общий	Общий
16	70	Общий	---	Общий	---	Общий
16	60	Общий	---	---	---	Общий
16	50	Общий	---	Общий	Общий	Общий
32	80	---	Общий	---	Общий	Общий
32	70	---	Общий	Общий	---	Общий
32	60	---	Общий	---	---	Общий
32	50	---	Общий	Общий	Общий	Общий

---. Не подключен (открыт).

Контакт 67. Сигнал Presence detect 1.

Контакт 68. Сигнал Presence detect 2.

Контакт 69. Сигнал Presence detect 3.

Контакт 70. Сигнал Presence detect 4.

Контакт 11. Сигнал Presence detect 5.

К сожалению, в отличие от фотоиндустрии, в компьютерной промышленности далеко не все придерживаются стандартов. В результате, помимо стандартных, используются и нестандартные конфигурации определения наличия модулей. Различные компании-производители используют собственные разработки. Например, собственные конфигурации использовали Compaq, IBM (преимущественно в системах PS/2) и Hewlett-Packard. Во многих системах производства данных компаний использовались специальные модули SIMM, которые очень похожи на обычные 72-контактные, за исключением нестандартных конфигураций определения наличия. В качестве примера в табл. 6.16 представлены конфигурации определения наличия, используемые компанией IBM.

Таблица 6.16. Конфигурации определения наличия для 72-контактных модулей SIMM производства компании IBM

Контакт 67	Контакт 68	Контакт 69	Контакт 70	Тип модуля SIMM	Шифр компонента IBM
---	---	---	---	Недопустимый модуль SIMM	---
Общий	---	---	---	1 Мбайт, 120 нс	---
---	Общий	---	---	2 Мбайт, 120 нс	---
Общий	Общий	---	---	2 Мбайт, 70 нс	92F0102
---	---	Общий	---	8 Мбайт, 70 нс	64F3606
Общий	---	Общий	---	Зарезервирован	---
---	Общий	Общий	---	2 Мбайт, 80 нс	92F0103
Общий	Общий	Общий	---	8 Мбайт, 80 нс	64F3607
---	---	---	Общий	Зарезервирован	---
Общий	---	---	Общий	1 Мбайт, 85 нс	90X8624

Контакт 67	Контакт 68	Контакт 69	Контакт 70	Тип модуля SIMM	Шифр компонента IBM
---	Общий	---	Общий	2 Мбайт, 85 нс	92F0104
Общий	Общий	---	Общий	4 Мбайт, 70 нс	92F0105
---	---	Общий	Общий	4 Мбайт, 85 нс	79F1003 (квадратный ключ) L40-SX
Общий	---	Общий	Общий	1 Мбайт, 100 нс	---
Общий	---	Общий	Общий	8 Мбайт, 80 нс	79F1004 (квадратный ключ) L40-SX
---	Общий	Общий	Общий	2 Мбайт, 100 нс	---
Общий	Общий	Общий	Общий	4 Мбайт, 80 нс	87F9980
Общий	Общий	Общий	Общий	2 Мбайт, 85 нс	79F1003 (квадратный ключ) L40SX

---. Не подключен (открыт).

Контакт 67. Сигнал Presence detect 1.

Контакт 68. Сигнал Presence detect 2.

Контакт 69. Сигнал Presence detect 3.

Контакт 70. Сигнал Presence detect 4.

Из-за использования разными компаниями различных схем определения наличия при заказе новых модулей памяти приходится указывать название производителя (IBM, Compaq, HP) или предоставлять информацию о том, что используются стандартные 72-контактные модули SIMM. В настоящее время подобные модули памяти можно найти разве что у компаний, занимающихся сервисным обслуживанием компьютерной техники. Также не забывайте о необходимости согласования материала контактов на модуле памяти и в разъеме для его установки. Это может быть олово или золото; при несоответствии материала контакта материалу разъема может возникнуть коррозия.

Внимание

Чтобы обеспечить наибольшую стабильность в работе системы, в которой используются модули SIMM, обязательно вставляйте модули с позолоченными контактами в разъемы с позолоченными контактами, а модули с оловянными контактами в разъемы с оловянными контактами. В противном случае уже через полгода-год в работе системы могут наблюдаться сбои. Это основная проблема, связанная с системами, в которых используются 72-контактные модули памяти. Одни производители модулей и разъемов отдали предпочтение олову, в то время как другие — золоту. Согласно исследованиям, проведенным компанией AMP, одним из крупнейших производителей различных разъемов, согласование материала контактов на модулях и в разъемах — чрезвычайно важная задача.

Если вам приходится обслуживать компьютерные системы, в которых одновременно присутствуют оловянные и позолоченные контакты, используйте специальные средства для очистки контактов, в частности Stabiant 22 производства компании D.W. Electrochemicals. На сайте этой компании (www.stabiant.com) можно найти более подробную информацию по данному вопросу.

Назначение выводов модулей DIMM

В табл. 6.17 приведена схема выводов 168-контактных модулей DIMM. И снова учтите, что контакты на разных сторонах модуля DIMM различны, но все они должны быть позолоченными.

В модуле DIMM используется технология определения наличия микросхем методом последовательного поиска (Serial Presence Detect — SPD). Для реализации этого метода в модуле DIMM предусмотрена небольшая микросхема EEPROM или даже микросхема флэш-памяти, которая содержит описание DIMM в специальном формате. Эти последовательно поступающие данные могут считываться через специальные контакты, что позволяет системной плате автоматически выбирать конфигурацию, в точности соответствующую типу установленного модуля DIMM.

Существует несколько разновидностей модулей DIMM, например модули памяти с буфером и без буфера, с напряжением питания 3,3 и 5 В. Буферизированные модули DIMM содержат дополнительные микросхемы буфера, используемые для взаимодействия с системной платой. К сожалению, микросхемы буфера замедляют работу модулей DIMM и поэтому совершенно неэффективны при высоких скоростях. Исходя из этих соображений, в подавляю-

щем большинстве ПК используются небуферизированные модули DIMM. Напряжение питания большинства модулей DIMM, предназначенных для ПК, составляет 3,3 В. Установка 5-вольтового модуля памяти в разъем на 3,3 В приведет к его повреждению. Чтобы этого избежать, в разъемах и модулях памяти используются соответствующие ключи.

Таблица 6.17. Назначение выводов 168-контактных модулей DIMM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Общий	43	Общий	85	Общий	127	Общий
2	Бит данных 0	44	Зарезервирован	86	Бит данных 32	128	Вкл. часы 0
3	Бит данных 1	45	Выбор микросхемы 2#	87	Бит данных 33	129	Выбор микросхемы 3#
4	Бит данных 2	46	Маска ввода-вывода 2	88	Бит данных 34	130	Маска ввода-вывода 6
5	Бит данных 3	47	Маска ввода-вывода 3	89	Бит данных 35	131	Маска ввода-вывода 7
6	+3,3 В	48	Зарезервирован	90	+3,3 В	132	Зарезервирован
7	Бит данных 4	49	+3,3 В	91	Бит данных 36	133	+3,3 В
8	Бит данных 5	50	Не соединен	92	Бит данных 37	134	Не соединен
9	Бит данных 6	51	Не соединен	93	Бит данных 38	135	Не соединен
10	Бит данных 7	52	Разрядность четности 2	94	Бит данных 39	136	Разряд четности 6
11	Бит данных 8	53	Разрядность четности 3	95	Бит данных 40	137	Разряд четности 7
12	Общий	54	Общий	96	Общий	138	Общий
13	Бит данных 9	55	Бит данных 16	97	Бит данных 41	139	Бит данных 48
14	Бит данных 10	56	Бит данных 17	98	Бит данных 42	140	Бит данных 49
15	Бит данных 11	57	Бит данных 18	99	Бит данных 43	141	Бит данных 50
16	Бит данных 12	58	Бит данных 19	100	Бит данных 44	142	Бит данных 51
17	Бит данных 13	59	+3,3 В	101	Бит данных 45	143	+3,3 В
18	+3,3 В	60	Бит данных 20	102	+3,3 В	144	Бит данных 52
19	Бит данных 14	61	Не соединен	103	Бит данных 46	145	Не соединен
20	Бит данных 15	62	Не соединен	104	Бит данных 47	146	Не соединен
21	Разряд четности 1	63	Вкл. часы 1	105	Не соединен	147	Не соединен
22	Разряд четности 2	64	Общий	106	Не соединен	148	Общий
23	Общий	65	Бит данных 21	107	Общий	149	Бит данных 53
24	Не соединен	66	Бит данных 22	108	Не соединен	150	Бит данных 54
25	Не соединен	67	Бит данных 23	109	Не соединен	151	Бит данных 55
26	+3,3 В	68	Общий	110	+3,3 В	152	Общий
27	Write Enable	69	Бит данных 24	111	Строб адреса столбца	153	Бит данных 56
28	Маска ввода-вывода 0	70	Бит данных 25	112	Маска ввода-вывода 4	154	Бит данных 57
29	Маска ввода-вывода 1	71	Бит данных 26	113	Маска ввода-вывода 5	155	Бит данных 58
30	Выбор микросхемы 0#	72	Бит данных 27	114	Выбор микросхемы 1#	156	Бит данных 59
31	Зарезервирован	73	+3,3 В	115	RAS#	157	+3,3 В
32	Общий	74	Бит данных 28	116	Общий	158	Бит данных 60
33	Разряд адреса 0	75	Бит данных 29	117	Разряд адреса 1	159	Бит данных 61
34	Разряд адреса 2	76	Бит данных 30	118	Разряд адреса 3	160	Бит данных 62
35	Разряд адреса 4	77	Бит данных 31	119	Разряд адреса 5	161	Бит данных 63
36	Разряд адреса 6	78	Общий	120	Разряд адреса 7	162	Общий
37	Разряд адреса 8	79	Часы 2	121	Разряд адреса 9	163	Часы 3
38	Разряд адреса 10	80	Не соединен	122	Адрес банка 0	164	Не соединен
39	Адрес банка 1	81	SPD Write Protect	123	Разряд адреса 11	165	Адрес SPD 0
40	+3,3 В	82	SPD Data	124	+3,3 В	166	Адрес SPD 1
41	+3,3 В	83	SPD Clock	125	Clock 1	167	Адрес SPD 2
42	Часы 0	84	+3,3 В	126	Зарезервирован	168	+3,3 В

SPD. Serial Presence Detect (определение наличия микросхем методом последовательного поиска).

Буферизированные модули памяти с рабочим напряжением 5 В обычно используются в компьютерах Apple, а также в других системах, не относящихся к семейству x86. К счастью, установочные ключевые пазы модулей DIMM различных типов расположены по-разному (рис. 6.11). Подобная конструкция позволяет избежать установки модуля памяти в разъем другого типа.

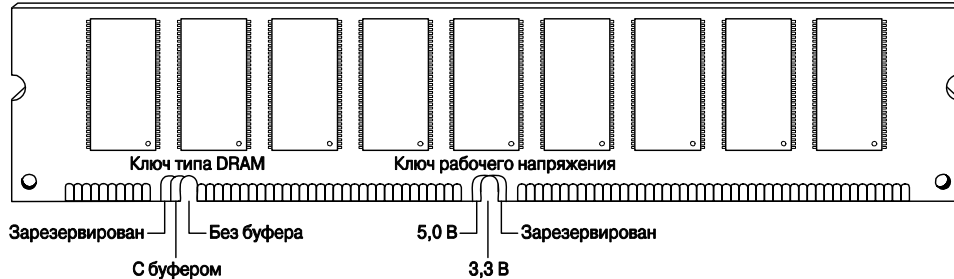


Рис. 6.11. Ключ 168-контактного модуля памяти DRAM DIMM

Назначение выводов модулей DDR DIMM

В табл. 6.18 показана конфигурация выводов 184-контактного модуля памяти DDR SDRAM DIMM. Обратите внимание, что контакты, расположенные на разных сторонах платы памяти, различны, но все они должны быть позолоченными.

Таблица 6.18. Выводы 184-контактного модуля DDR DIMM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Ссылка +1,25 В	47	Строб данных 8	93	Общий	139	Общий
2	Бит данных 0	48	Разряд адреса 0	94	Бит данных 4	140	Строб данных 17
3	Общий	49	Разряд четности 2	95	Бит данных 5	141	Разряд адреса 10
4	Бит данных 1	50	Общий	96	Ввод-вывод +2,5 В	142	Разряд четности 6
5	Строб данных 0	51	Разряд четности 3	97	Строб данных 9	143	Ввод-вывод +2,5 В
6	Бит данных 2	52	Адрес банка 1	98	Бит данных 6	144	Разряд четности 7
7	+2,5 В	53	Бит данных 32	99	Бит данных 7	145	Общий
8	Бит данных 3	54	Ввод-вывод +2,5 В	100	Общий	146	Бит данных 36
9	Не соединен	55	Бит данных 33	101	Не соединен	147	Бит данных 37
10	Не соединен	56	Строб данных 4	102	Не соединен	148	+2,5 В
11	Общий	57	Бит данных 34	103	Разряд адреса 13	149	Строб данных 13
12	Бит данных 8	58	Общий	104	Ввод-вывод +2,5 В	150	Бит данных 38
13	Бит данных 9	59	Адрес банка 0	105	Бит данных 12	151	Бит данных 39
14	Строб данных 1	60	Бит данных 35	106	Бит данных 13	152	Общий
15	Ввод-вывод +2,5 В	61	Бит данных 40	107	Строб данных 10	153	Бит данных 44
16	Часы 1	62	Ввод-вывод +2,5 В	108	+2,5 В	154	RAS#
17	Часы 1#	63	WE#	109	Бит данных 14	155	Бит данных 45
18	Общий	64	Бит данных 41	110	Бит данных 15	156	Ввод-вывод +2,5 В
19	Бит данных 10	65	CAS#	111	Clock Enable 1	157	S0#
20	Бит данных 11	66	Общий	112	Ввод-вывод +2,5 В	158	S1#
21	Вкл. часы 0	67	Строб данных 5	113	Адрес банка 2	159	Строб данных 14
22	Ввод-вывод +2,5 В	68	Бит данных 42	114	Бит данных 20	160	Общий
23	Бит данных 16	69	Бит данных 43	115	Разряд адреса 12	161	Бит данных 46
24	Бит данных 17	70	+2,5 В	116	Общий	162	Бит данных 47
25	Строб данных 2	71	S2#	117	Бит данных 21	163	S3#
26	Общий	72	Бит данных 48	118	Разряд адреса 11	164	Ввод-вывод +2,5 В
27	Разряд адреса 9	73	Бит данных 49	119	Строб данных 11	165	Бит данных 52

Назначение выводов модулей DDR DIMM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
28	Бит данных 18	74	Общий	120	+2,5 В	166	Бит данных 53
29	Разряд адреса 7	75	Часы 2#	121	Бит данных 22	167	FETEN
30	Ввод-вывод +2,5 В	76	Часы 2	122	Разряд адреса 8	168	+2,5 В
31	Бит данных 19	77	Ввод-вывод +2,5 В	123	Бит данных 23	169	Строб данных 15
32	Разряд адреса 5	78	Строб данных 6	124	Общий	170	Бит данных 54
33	Бит данных 24	79	Бит данных 50	125	Разряд адреса 6	171	Бит данных 55
34	Общий	80	Бит данных 51	126	Бит данных 28	172	Ввод-вывод +2,5 В
35	Бит данных 25	81	Общий	127	Бит данных 29	173	Не соединен
36	Строб данных 3	82	+2,5 VID	128	Ввод-вывод +2,5 В	174	Бит данных 60
37	Разряд адреса 4	83	Бит данных 56	129	Строб данных 12	175	Бит данных 61
38	+2,5 В	84	Бит данных 57	130	Разряд адреса 3	176	Общий
39	Бит данных 19	85	+2,5 В	131	Бит данных 30	177	Строб данных 16
40	Бит данных 27	86	Строб данных 7	132	Общий	178	Бит данных 62
41	Разряд адреса 2	87	Бит данных 58	133	Бит данных 31	179	Бит данных 63
42	Общий	88	Бит данных 59	134	Разряд четности 4	180	Ввод-вывод +2,5 В
43	Разряд адреса 1	89	Общий	135	Разряд четности 5	181	Адрес SPD 0
44	Разряд четности 0	90	SPD* Write Protect	136	Ввод-вывод +2,5 В	182	Адрес SPD 1
45	Разряд четности 1	91	SPD Data	137	Clock 0	183	Адрес SPD 2
46	+2,5 В	92	SPD Clock	138	Clock 0#	184	SPD +2,5 В

SPD. Serial Presence Detect (определение наличия микросхем методом последовательного поиска).

Модуль DIMM памяти DDR SDRAM имеет ключ, который указывает на используемое напряжение (рис. 6.12).

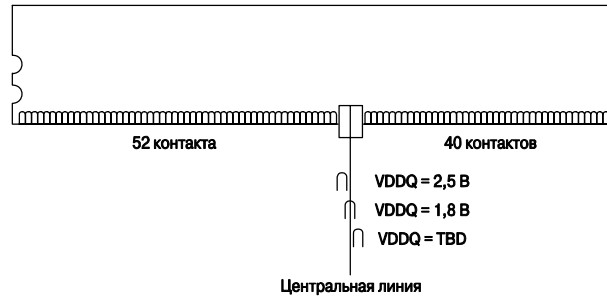


Рис. 6.12. Ключ 184-контактного модуля DIMM памяти DDR SDRAM

По обеим сторонам модуля расположены два паза, предназначенные для обеспечения совместимости с разъемами памяти разных профилей. Расположение ключа (слева, в центре или справа от промежутка между контактами 52 и 53) не только соответствует определенному напряжению, но и предотвращает установку модуля в не подходящий для него разъем.

Назначение выводов модулей DDR2 DIMM

В табл. 6.19 представлена конфигурация выводов 240-контактного модуля DDR2 SDRAM DIMM. Выводы 1–120 размещены на одной стороне, а выводы 121–240 – на другой стороне модуля. Все выводы позолочены.

Модули DDR2 DIMM с 240 контактами имеют по два ключа на каждой стороне модуля, что обеспечивает совместимость модулей с низко- и высокопрофильными фиксаторами разъемов системной платы. Ключ соединителя смещен по отношению к центру модуля DIMM во избежание установки модуля обратной стороной в разъем. Метка ключа размещена в центре между контактами 64 и 65 передней стороны модуля (между контактами 184 и 185 на задней стороне). Все модули DDR2 DIMM работают с напряжением 1,8 В, поэтому ключ напряжения отсутствует.

Таблица 6.19. Выводы 240-контактного модуля DDR2 DIMM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	VREF	61	A4	121	VSS	181	VDDQ
2	VSS	62	VDDQ	122	DQ4	182	A3
3	DQ0	63	A2	123	DQ5	183	A1
4	DQ1	64	VDD	124	VSS	184	VDD
5	VSS	65	VSS	125	DM0	185	CK0
6	-DQS0	66	VSS	126	Не соединен	186	-CK0
7	DQS0	67	VDD	127	VSS	187	VDD
8	VSS	68	Не соединен	128	DQ6	188	A0
9	DQ2	69	VDD	129	DQ7	189	VDD
10	DQ3	70	A10/-AP	130	VSS	190	BA1
11	VSS	71	BA0	131	DQ12	191	VDDQ
12	DQ8	72	VDDQ	132	DQ13	192	-RAS
13	DQ9	73	-WE	133	VSS	193	-CS0
14	VSS	74	-CAS	134	DM1	194	VDDQ
15	-DQS1	75	VDDQ	135	Не соединен	195	ODT0
16	DQS1	76	-CS1	136	VSS	196	A13
17	VSS	77	ODT1	137	CK1	197	VDD
18	Не соединен	78	VDDQ	138	-CK1	198	VSS
19	Не соединен	79	SS	139	VSS	199	DQ36
20	VSS	80	DQ32	140	DQ14	200	DQ37
21	DQ10	81	DQ33	141	DQ15	201	VSS
22	DQ11	82	VSS	142	VSS	202	DM4
23	VSS	83	-DQS4	143	DQ20	203	Не соединен
24	DQ16	84	DQS4	144	DQ21	204	VSS
25	DQ17	85	VSS	145	VSS	205	DQ38
26	VSS	86	DQ34	146	DM2	206	DQ39
27	-DQS2	87	DQ35	147	Не соединен	207	VSS
28	DQS2	88	VSS	148	VSS	208	DQ44
29	VSS	89	DQ40	149	DQ22	209	DQ45
30	DQ18	90	DQ41	150	DQ23	210	VSS
31	DQ19	91	VSS	151	VSS	211	DM5
32	VSS	92	-DQS5	152	DQ28	212	Не соединен
33	DQ24	93	DQS5	153	DQ29	213	VSS
34	DQ25	94	VSS	154	VSS	214	DQ46
35	VSS	95	DQ42	155	DM3	215	DQ47
36	-DQS3	96	DQ43	156	Не соединен	216	VSS
37	DQS3	97	VSS	157	VSS	217	DQ52
38	VSS	98	DQ48	158	DQ30	218	DQ53
39	DQ26	99	DQ49	159	DQ31	219	VSS
40	DQ27	100	VSS	160	VSS	220	CK2
41	VSS	101	SA2	161	Не соединен	221	-CK2
42	Не соединен	102	Не соединен	162	Не соединен	222	VSS
43	Не соединен	103	VSS	163	VSS	223	DM6
44	VSS	104	-DQS6	164	Не соединен	224	Не соединен
45	Не соединен	105	DQS6	165	Не соединен	225	VSS
46	Не соединен	106	VSS	166	VSS	226	DQ54
47	VSS	107	DQ50	167	Не соединен	227	DQ55
48	Не соединен	108	DQ51	168	Не соединен	228	VSS
49	Не соединен	109	VSS	169	VSS	229	DQ60
50	VSS	110	DQ56	170	VDDQ	230	DQ61
51	VDDQ	111	DQ57	171	CKE1	231	VSS
52	CKE0	112	VSS	172	VDD	232	DM7
53	VDD	113	-DQS7	173	Не соединен	233	Не соединен
54	Не соединен	114	DQS7	174	Не соединен	234	VSS
55	Не соединен	115	VSS	175	VDDQ	235	DQ62
56	VDDQ	116	DQ58	176	A12	236	DQ63
57	A11	117	DQ59	177	A9	237	VSS
58	A7	118	VSS	178	VDD	238	VDDSPD
59	VDD	119	SDA	179	A8	239	SA0
60	A5	120	SCL	180	A6	240	SA1

Назначение выводов модулей DDR3 DIMM

В табл. 6.20 показана конфигурация выводов 240-контактного модуля памяти DDR3 SDRAM DIMM. Выводы 1–120 находятся на передней, а 121–240 — на задней стороне модуля. Все контакты позолочены.

Таблица 6.20. Выводы 240-контактного модуля DDR3 DIMM

Контакт	Сигнал прямой	Контакт	Сигнал обратный	Контакт	Сигнал прямой	Контакт	Сигнал обратный
1	VREFDQ	121	VSS	61	A2	181	A1
2	VSS	122	DQ4	62	VDD	182	VDD
3	DQ0	123	DQ5	63	CK1/NC	183	VDD
4	DQ1	124	VSS	64	CK1/NC	184	CK0
5	VSS	125	DM0, DQS9	65	VDD	185	CK0
6	DQS0	126	NC, DQS9	66	VDD	186	VDD
7	DQS0	127	VSS	67	VREFCA	187	NF
8	VSS	128	DQ6	68	Par_In(NC)	188	A0
9	DQ2	129	DQ7	69	VDD	189	VDD
10	DQ3	130	VSS	70	A10	190	BA1/BA0
11	VSS	131	DQ12	71	BA0/BA1	191	VDD
12	DQ8	132	DQ13	72	VDD	192	RAS
13	DQ9	133	VSS	73	WE	193	S0
14	VSS	134	DM1, DQS10	74	CAS	194	VDD
15	DQS1	135	NC, DQS10	75	VDD	195	ODT0
16	DQS1	136	VSS	76	S1	196	A13
17	VSS	137	DQ14	77	ODT1	197	VDD
18	DQ10	138	DQ15	78	VDD	198	NF
19	DQ11	139	VSS	79	RFUSPD	199	VSS
20	VSS	140	DQ20	80	VSS	200	DQ36
21	DQ16	141	DQ21	81	DQ32	201	DQ37
22	DQ17	142	VSS	82	DQ33	202	VSS
23	VSS	143	DQS11	83	VSS	203	DM4, DQS13
24	DQS2	144	DQS11	84	DQS4	204	DQS13
25	DQS2	145	VSS	85	DQS4	205	VSS
26	VSS	146	DQ22	86	VSS	206	DQ38
27	DQ18	147	DQ23	87	DQ34	207	DQ39
28	DQ19	148	VSS	88	DQ35	208	VSS
29	VSS	149	DQ28	89	VSS	209	DQ44
30	DQ24	150	DQ29	90	DQ40	210	DQ45
31	DQ25	151	VSS	91	DQ41	211	VSS
32	VSS	152	DM3, DQS12	92	VSS	212	DM5, DQS14
33	DQS3	153	DQS12	93	DQS5	213	DQS14
34	DQS3	154	VSS	94	DQS5	214	VSS
35	VSS	155	DQ30	95	VSS	215	DQ46
36	DQ26	156	DQ31	96	DQ42	216	DQ47
37	DQ27	157	VSS	97	DQ43	217	VSS
38	VSS	158	CB4	98	VSS	218	DQ52
39	CB0	159	CB5	99	DQ48	219	DQ53
40	CB1	160	VSS	100	DQ49	220	VSS
41	VSS	161	DM8, DQS17	101	VSS	221	DM6, DQS15
42	DQS8	162	DQS17	102	DQS6	222	DQS15
43	DQS8	163	VSS	103	DQS6	223	VSS
44	VSS	164	CB6	104	VSS	224	DQ54
45	CB2	165	CB7	105	DQ50	225	DQ55
46	CB3	166	VSS	106	DQ51	226	VSS
47	VSS	167	TEST	107	VSS	227	DQ60
48	NC	168	Reset	108	DQ56	228	DQ61
Ключ	Ключ	Ключ	Ключ	109	DQ57	229	VSS
49	NC	169	CKE1	110	VSS	230	DM7, DQS16
50	CKE0	170	VDD	111	DQS7	231	DQS16
51	VDD	171	A15	112	DQS7	232	VSS
52	BA2	172	A14	113	VSS	233	DQ62
53	ERR-OUT(NC)	173	VDD	114	DQ58	234	DQ63

Контакт	Сигнал прямой	Контакт	Сигнал обратный	Контакт	Сигнал прямой	Контакт	Сигнал обратный
54	VDD	174	A12	115	DQ59	235	VSS
55	A11	175	A9	116	VSS	236	VDDSPD
56	A7	176	VDD	117	SA0	237	SA1
57	VDD	177	A8	118	SCL	238	SDA
58	A5	178	A6	119	VSS	239	VSS
59	A4	179	VDD	120	VTT	240	VTT
60	VDD	180	A3				

NC. Не соединен.

NF. Нет функции.

NU. Не используется.

RFU. Зарезервирован для использования в дальнейшем.

Модули DDR3 DIMM с 240 контактами имеют по два ключа на каждой стороне, что обеспечивает совместимость модулей с низко- и высокопрофильными фиксаторами разъемов системной платы. Ключ соединителя смещен по отношению к центру модуля DIMM во избежание установки модуля обратной стороной в разъем. Метка ключа размещена в центре между контактами 48 и 49 передней стороны модуля (между контактами 168 и 169 на задней стороне). Все модули DDR3 DIMM работают с напряжением 1,5 В, поэтому ключ напряжения отсутствует.

Назначение выводов модулей RIMM

Каждый модуль RIMM имеет 184 позолоченных контакта (выдерживающих 25 операций вставки/извлечения), разделенных на две группы по 92 контакта на каждой стороне модуля. Назначение выводов модуля RIMM приведено в табл. 6.21.

Таблица 6.21. Выводы 184-контактного модуля RIMM

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
A1	Общий	B1	Общий	A47	Не соединен	B47	Не соединен
A2	LData Bit A8	B2	LData Bit A7	A48	Не соединен	B48	Не соединен
A3	Общий	B3	Общий	A49	Не соединен	B49	Не соединен
A4	LData Bit A6	B4	LData Bit A5	A50	Не соединен	B50	Не соединен
A5	Общий	B5	Общий	A51	VREF	B51	VREF
A6	LData Bit A4	B6	LData Bit A3	A52	Общий	B52	Общий
A7	Общий	B7	Общий	A53	Часы SPD	B53	Адрес SPD 0
A8	LData Bit A2	B8	LData Bit A1	A54	+2,5 В	B54	+2,5 В
A9	Общий	B9	Общий	A55	SDA	B55	Адрес SPD 1
A10	LData Bit 0	B10	Interface Clock+	A56	SVDD	B56	SVDD
A11	Общий	B11	Общий	A57	SPD защита от записи	B57	Адрес SPD 2
A12	LCTMN	B12	Interface Clock-	A58	+2,5 В	B58	+2,5 В
A13	Общий	B13	Общий	A59	RSCK	B59	RCMD
A14	LCTM	B14	Не соединен	A60	Общий	B60	Общий
A15	Общий	B15	Общий	A61	Rdata Bit B7	B61	Rdata Bit B8
A16	Не соединен	B16	LROW2	A62	Общий	B62	Общий
A17	Общий	B17	Общий	A63	Rdata Bit B5	B63	Rdata Bit B6
A18	LROW1	B18	LROW0	A64	Общий	B64	Общий
A19	Общий	B19	Общий	A65	Rdata Bit B3	B65	Rdata Bit B4
A20	LCOL4	B20	LCOL3	A66	Общий	B66	Общий
A21	Общий	B21	Общий	A67	Rdata Bit B1	B67	Rdata Bit B2
A22	LCOL2	B22	LCOL1	A68	Общий	B68	Общий
A23	Общий	B23	Общий	A69	RCOLO	B69	Rdata Bit B0
A24	LCOLO	B24	LData Bit B0	A70	Общий	B70	Общий
A25	Общий	B25	Общий	A71	RCOL2	B71	RCOL1

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
A26	LData Bit B1	B26	LData Bit B2	A72	Общий	B72	Общий
A27	Общий	B27	Общий	A73	RCOL4	B73	RCOL3
A28	LData Bit B3	B28	LData Bit B4	A74	Общий	B74	Общий
A29	Общий	B29	Общий	A75	RROW1	B75	RROW0
A30	LData Bit B5	B30	LData Bit B6	A76	Общий	B76	Общий
A31	Общий	B31	Общий	A77	Не соединен	B77	RROW2
A32	LData Bit B7	B32	Ldata Bit B8	A78	Общий	B78	Общий
A33	Общий	B33	Общий	A79	RCTM	B79	Не соединен
A34	LSCK	B34	LCMD	A80	Общий	B80	Общий
A35	VC MOS	B35	VC MOS	A81	RCTMN	B81	RCFMN
A36	SOUT	B36	SIN	A82	Общий	B82	Общий
A37	VC MOS	B37	VC MOS	A83	Rdata Bit A0	B83	RCFM
A38	Не соединен	B38	Не соединен	A84	Общий	B84	Общий
A39	Общий	B39	Общий	A85	Rdata Bit A2	B85	Rdata Bit A1
A40	Не соединен	B40	Не соединен	A86	Общий	B86	Общий
A41	+2,5 В	B41	+2,5 В	A87	Rdata Bit A4	B87	Rdata Bit A3
A42	+2,5 В	B42	+2,5 В	A88	Общий	B88	Общий
A43	Не соединен	B43	Не соединен	A89	Rdata Bit A6	B89	Rdata Bit A5
A44	Не соединен	B44	Не соединен	A90	Общий	B90	Общий
A45	Не соединен	B45	Не соединен	A91	Rdata Bit A8	B91	Rdata Bit A7
A46	Не соединен	B46	Не соединен	A92	Общий	B92	Общий

Модули RIMM имеют посередине два ключа, которые, с одной стороны, предотвращают неправильную установку в разъем, а с другой — указывают рабочее напряжение. В настоящее время практически все модули RIMM имеют рабочее напряжение 2,5 В, новые 64-разрядные версии получают рабочее напряжение только 1,8 В. Для новых типов модулей предназначены дополнительные ключи (рис. 6.13). Один из ключей в модуле имеет фиксированное положение (он называется *DATUM A*), а на тип используемого модуля указывает другой ключ, который расположен на некотором расстоянии (с приращением 1 или 2 мм) от первого ключа *DATUM A*. В настоящее время используются модули типа А (2,5 В). Параметры ключей и их назначение приведены в табл. 6.22.

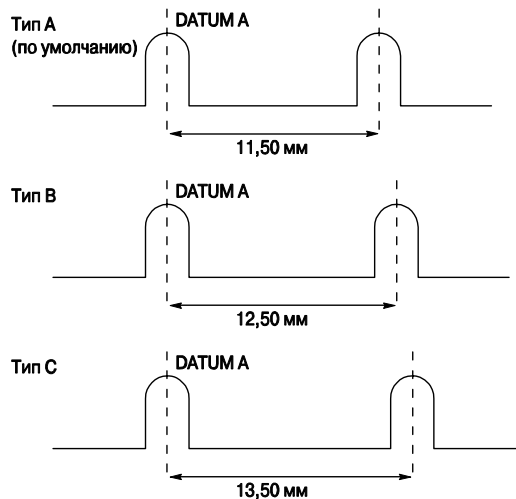


Рис. 6.13. Расположение ключей модулей RIMM

Таблица 6.22. Параметры ключей модулей RIMM и их назначение

Тип	Расстояние от ключа DATUM A, мм	Описание
A	11,5	2,5 В
B	12,5	Зарезервирован
C	13,5	Зарезервирован

В каждом модуле RIMM устанавливается микросхема SPD, которая представляет собой перезаписываемое ПЗУ. В нем хранится информация о размере и типе RIMM, включающая более подробные сведения для контроллера памяти. Контроллер считывает эту информацию и конфигурирует с ее помощью установленную память.

На рис. 6.14 показана схема установки модуля RIMM. Контроллер RDRAM и тактовый генератор обычно устанавливаются на системной плате и являются частью северного моста. Как видите, три модуля RIMM подключаются последовательно к контроллеру памяти. Каждый модуль содержит 4, 8 или 16 микросхем RDRAM, а также микросхему SPD. Каждый новый модуль RIMM необходимо подключать непосредственно за последним установленным. В пустые разъемы необходимо устанавливать модули согласования. Временные характеристики работы памяти накладывают ограничение на расстояние между первым разъемом RIMM и контроллером памяти на системной плате — не более 6 дюймов (15 мм). Общая длина шины не должна превышать расстояние, которое сигнал пройдет за четыре такта (около 5 нс).

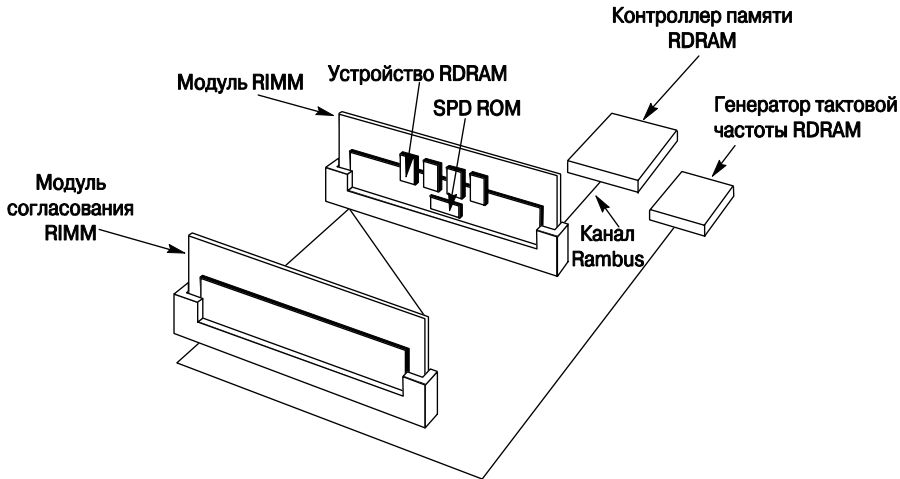


Рис. 6.14. Установка модулей RIMM на системной плате

Интересно, что компания Rambus не производит ни микросхем RDRAM, ни модулей RIMM; это делают другие компании. Rambus специализируется на разработке микросхем, а не на их производстве, позволяя другим компаниям использовать ее технологию при производстве устройств и модулей.

Определение объема и других характеристик модулей памяти

На большинстве модулей памяти есть наклейка с указанием его типа, быстродействия, объема и производителя. Если необходимо определить, можно ли использовать имеющийся в наличии модуль в новом компьютере, или заменить модуль памяти в старом компьютере, сведения, представленные на наклейке, могут оказаться весьма полезными. На рис. 6.15 показана маркировка типичных модулей DDR объемом 512 Мбайт и 1 Гбайт производства Crucial Technologies.

Даже если на модулях нет никаких наклеек, все необходимые характеристики модулей все равно можно узнать. Предположим, у вас есть модуль памяти, содержащий микросхемы со следующей маркировкой:

MT46V64M8TG-75

Обратившись к любой поисковой системе, например Google, и задав маркировку микросхемы, можно получить все необходимые сведения. Рассмотрим пример. Предположим, у нас есть регистровый модуль и необходимо узнать шифр компонента (part number) для микросхем памяти (как правило, это восемь или более микросхем), а не для микросхем буфера на модуле (от одной до трех микросхем в зависимости от конкретного модуля). В данном случае мы имеем дело с микросхемой производства Micron, характеристики которой расшифровываются следующим образом.

- MT — Micron Technologies (производитель микросхем памяти)
- 46 — DDR SDRAM
- V — напряжение питания 2,5 В
- 64M8 — 8 млн. строк × 8 (равно 64) × 8 банков (часто задается в виде 64 Мег × 8)
- TG — 66-контактный корпус микросхемы TSOP
- -75 — время доступа 7,5 нс при задержке CL2 (DDR 266)



- 1 — объем модуля
- 2 — тип быстродействия модуля
- 3 — временная задержка CAS
- 4 — шифр компонента Crucial Technology

Рис. 6.15. Маркировки модулей памяти DDR объемом 512 Мбайт (вверху) и 1 Гбайт (внизу) производства компании Crucial Technology

Полная спецификация данного модуля доступна по адресу:
<http://download.micron.com/pdf/datasheets/dram/ddr/512MBDDRx4x8x16.pdf>

Из данного документа можно почерпнуть следующие сведения.

- Модуль соответствует стандарту DDR266 и рассчитан на стандартное напряжение питания 2,5 В.
- Модуль характеризуется временной задержкой CL2, а значит, его можно использовать в системах, требующих модулей с задержкой CL2 или большей (такой, как CL2.5 или CL3).
- Емкость каждой микросхемы составляет 512 Мбит ($64 \times 8 = 512$).
- Каждая микросхема содержит 8 бит. Поскольку 8 бит образуют 1 байт, емкость модуля можно вычислить, объединив микросхемы памяти в группы по 8 штук. Если емкость каждой микросхемы составляет 512 Мбит, то емкость группы из 8 микросхем составит 512 Мбайт ($512 \text{ Мбит} \times 8 = 512 \text{ Мбайт}$). Двухбанковый модуль содержит 2 группы по 8 микросхем общей емкостью 1 Гбайт ($2 \times 512 \text{ Мбит} \times 8 = 1024 \text{ Мбайт}$, или 1 Гбайт).

Если же модуль содержит 9 микросхем вместо 8 (или же 18 вместо 16), дополнительные чипы используются для проверки четности и поддержки ЕСС; подобные модули памяти чаще всего используются в серверах.

Чтобы определить емкость модуля памяти в мега- или гигабайтах, а также выяснить, поддерживает ли этот модуль ЕСС, подсчитайте количество микросхем на модуле и воспользуйтесь сведениями из табл. 6.23. Обратите внимание, что если количество микросхем составляет 8, то емкость микросхемы в мегабитах совпадает с емкостью модуля в мегабайтах.

Таблица 6.23. Объем модуля памяти при использовании микросхем емкостью 512 Мбит (64 Мбит × 8)

Количество микросхем	Количество битов в каждом банке	Объем модуля	Поддержка ЕСС	Один или два банка
8	64	512 Мбайт	Нет	Один
9	72	512 Мбайт	Да	Один
16	64	1 Гбайт	Нет	Два
18	72	1 Гбайт	Да	Два

Регистровый модуль содержит 9 или 18 микросхем памяти для обеспечения поддержки ЕСС и буфера. Дополнительные микросхемы обычно имеют меньший размер и располагаются по центру модуля (см. рис. 6.10).

Примечание

Некоторые модули памяти содержат 16-битовые микросхемы. В данном случае для получения однобанкового модуля достаточно 4 микросхем (5 микросхем в случае поддержки четности/ЕСС), а для получения двухбанкового модуля — 8 микросхем (10 микросхем в случае поддержки четности/ЕСС). Объем подобных модулей обычно указывается в следующем виде: емкость микросхемы × 16, например 256 Мбит × 16.

Все необходимые сведения можно получить, введя название компании-производителя, тип памяти, а также тип организации модуля в соответствующем поле вашей любимой поисковой машины в Интернете. В частности, если задать тему *Micron 64 Meg x 8 DDR DIMM*, можно найти сведения о модулях объемом от 64 до 512 Мбайт производства компании Micron:

<http://www.micron.com/products/support/designsupport/tools/ddrtoolbox/designfiles>

В таблице указываются тип организации модуля DIMM, плотность SDRAM и прочая информация о перечисленных модулях.

Как видите, немного поиграв в Шерлока Холмса, можно определить объем, быстродействие, а также тип модуля памяти, причем даже в том случае, если на модуле нет никаких наклеек. Главное, чтобы маркировка присутствовала хотя бы на микросхемах.

Совет

Для идентификации модулей памяти и получения полезных сведений о компонентах компьютера, в частности о наборе микросхем системной логики, процессоре, свободных разъемах памяти на системной плате и т.д., можно использовать программы HWinfo и SiSoftware Sandra. Для загрузки пробных версий этих программ посетите сайты www.hwinfo.com и www.sisoftware.net.

Банки памяти

Расположенные на системной плате и модулях памяти микросхемы (DIP, SIMM, SIPP и DIMM) организуются в *банки памяти*. Иметь представление о распределении памяти между банками и их расположении на плате необходимо, например, в том случае, если вы собираетесь установить в компьютер дополнительную микросхему памяти.

Кроме того, диагностические программы выводят адреса байта и бита дефектной ячейки, по которым можно определить неисправный банк памяти.

Обычно разрядность банков равна разрядности шины данных процессора. Эти параметры для различных типов компьютеров приведены в табл. 6.24.

Таблица 6.24. Разрядность банков данных в различных системах

Процессор	Разрядность шины данных	Разрядность банка (без битов четности)	Разрядность банка (с битами четности)	Количество 8/9-разрядных модулей SIMM на один банк	Количество 32/36-разрядных модулей SIMM на один банк	Количество 64/72-разрядных модулей DIMM на один банк
8088	8	8	9	1	—	—
8086	16	16	18	2	—	—
286	16	16	18	2	—	—
386SX, SL, SLC	16	16	18	2	—	—
486SLC, SLC2	16	16	18	2	—	—
386DX	32	32	36	4	1	—
486SX, DX, DX2, DX4, 5x86	32	32	36	4	1	—
Pentium, Athlon и более новые в одноканальном режиме	64	64	72	—	—	1
Pentium, Athlon и более новые в двухканальном режиме	64	128	144	—	—	2

Примечание

При двухканальном режиме необходимо устанавливать в разъемы однотипные пары модулей памяти. Если использован один модуль или два модуля различной емкости, а также если модули вставлены не в двухканальный разъем, система работает с памятью в одноканальном режиме.

Количество битов для каждого банка может быть сформировано одной микросхемой, модулем SIMM или модулем DIMM. В современных системах отдельные микросхемы не используются — только модули SIMM и DIMM. Если система оснащена 16-разрядным процессором, таким как 386SX, в ней, скорее всего, используются 30-контактные модули SIMM, пара которых образует один банк. Модули SIMM, образующие один банк, должны быть одного объема и типа.

В системах на базе процессора 486 для образования одного банка используется четыре 30-контактных или один 72-контактный модуль SIMM. Один 72-контактный модуль SIMM содержит 32 бит (или же 36 бит для модуля с проверкой четности). Чтобы определить, поддерживает ли модуль проверку четности, достаточно подсчитать количество микросхем. Для образования одного 32-разрядного модуля SIMM требуется 32 однобитовые или же 8 четырехбитовых микросхем. Если система поддерживает проверку четности, дополнительно по-

требуется 4 бит (т.е. всего 36 бит), а значит, еще одна четырехбитовая или четыре однобитовых микросхемы.

Таким образом, 30-контактные модули SIMM оказываются далеко не самым идеальным выбором для 32- или 64-разрядных систем (оснащенных процессором 486 или Pentium), так как для формирования одного банка потребуется четыре или даже восемь модулей. Следовательно, только в ограниченном количестве 32-разрядных систем используются 30-контактные модули SIMM; в 64-разрядных системах подобные модули вообще никогда не использовались. Если в 32-разрядной системе (оснащенной процессором 386DX или 486) используются 72-контактные модули SIMM, каждый такой модуль представляет отдельный банк, а значит, модули можно устанавливать или вынимать по одному, а не сразу по четыре, как во времена 30-контактных модулей. Благодаря этому конфигурирование памяти значительно упростилось. В 64-разрядных системах, в которых используются модули SIMM, для формирования одного банка необходима пара 72-контактных модулей SIMM.

Модули DIMM идеально подходят для систем с процессорами Pentium и более современными, поскольку 64-разрядная шина модулей полностью совпадает с шириной шины Pentium. Таким образом, каждый модуль DIMM представляет собой отдельный банк, а значит, подобные модули можно устанавливать и вынимать по одному. Многие современные системы проектируются таким образом, чтобы в них модули памяти использовались парами для обеспечения более высокого быстродействия. В данном случае речь идет о двухканальном режиме работы, при использовании которого пара модулей трактуется как одно устройство с шиной 128 бит (144 бит в случае модулей с поддержкой четности/ECC). В этом случае можно использовать и один модуль памяти, однако это не позволит обеспечить максимальное быстродействие системы.

Физическое расположение и нумерация разъемов SIMM и DIMM в значительной мере зависят от решения разработчиков системной платы, так что в данном случае под рукой лучше иметь руководство пользователя. Естественно, можно определить параметры материнской платы или адаптера с помощью тестирования, но это может отнять много времени и связано с риском возникновения проблем системного характера.

Внимание

Если компьютерная система поддерживает двухканальную память, обязательно устанавливайте модули в соответствующие разъемы на системной плате. Информация о том, какие разъемы необходимо использовать для обеспечения двухканального режима работы памяти, наверняка представлена в руководстве пользователя. Большинство системных плат, поддерживающих двухканальный режим работы памяти, допускают установку модулей без активизации двухканального режима, однако в данном случае быстродействие системы значительно снижается. Некоторые системы допускают двухканальный режим даже при использовании нечетного количества модулей, однако при условии, что суммарный объем модулей в каждом канале, а также их характеристики, совпадают. В любом случае лучше подробно изучить документацию.

Быстродействие памяти

При замене неисправного модуля или микросхемы памяти новый элемент должен быть того же типа, а его время доступа — меньше или равно соответствующему показателю заменяемого модуля. Таким образом, заменяющий элемент может иметь и более высокое быстродействие.

Обычно проблемы возникают при использовании микросхем или модулей, не удовлетворяющих определенным (не слишком многочисленным) требованиям, например к длительности циклов регенерации. Можно также столкнуться с несоответствием в разводках выводов, емкости, разрядности или конструкции. Если вы не знаете, какие модули памяти позволяют использовать материнская плата, обратитесь к документации.

При установке более быстродействующих модулей памяти производительность компьютера, как правило, не повышается, поскольку система обращается к ней с прежней частотой. В системах, использующих модули DIMM и RIMM, быстродействие и прочие временные характеристики считываются из специального ПЗУ SPD, установленного на модуле. После это-

го контроллер памяти конфигурируется с применением этих параметров. Производительность таких систем можно повышать, устанавливая более скоростные модули памяти, вплоть до предела, поддерживаемого набором микросхем системной логики.

Чтобы акцентировать внимание на проблемах синхронизации и надежности, Intel и JEDEC создали стандарты для высокоскоростных модулей памяти, определяющие их типы, удовлетворяющие определенным уровням быстродействия. Согласно этим стандартам и выполняется классификация модулей памяти по временным характеристикам.

Основными признаками недостаточного быстродействия памяти или ее несоответствия временным характеристикам системы являются ошибки памяти и четности, а также “зависание” и неустойчивая работа системы. В этом случае тест POST также может выдать ошибки. Если точно не известно, какие модули памяти допустимы для вашей системы, свяжитесь с производителем компьютера и постарайтесь приобрести модули памяти от хорошо зарекомендовавшего себя поставщика.

Контроль четности и коды коррекции ошибок (ECC)

Ошибки при хранении информации в оперативной памяти неизбежны. Они обычно классифицируются как аппаратные отказы и нерегулярные ошибки (сбой).

Если нормально функционирующая микросхема вследствие, например, физического повреждения начинает работать неправильно, то это называется аппаратным отказом. Чтобы устранить данный тип отказа, обычно требуется заменить некоторую часть аппаратных средств памяти, например неисправную микросхему, модуль SIMM или DIMM.

Другой, более коварный тип отказа — нерегулярная ошибка (сбой). Это непостоянный отказ, который не происходит при повторении условий функционирования или через регулярные интервалы. (Такие отказы обычно “лечатся” выключением питания компьютера и последующим его включением.)

Приблизительно 20 лет назад сотрудники Intel установили, что причиной сбоев являются альфа-частицы. Поскольку альфа-частицы не могут проникнуть даже через тонкий лист бумаги, выяснилось, что их источником служит вещество, используемое в полупроводниках. При исследовании были обнаружены частицы тория и урана в пластмассовых и керамических корпусах микросхем, применявшихся в те годы. Изменив технологический процесс, производители памяти избавились от этих примесей.

В настоящее время производители памяти почти полностью устранили источники альфа-частиц. Например, сбой в памяти емкостью 16 Мбайт из-за альфа-частиц случаются в среднем только один раз в 16 лет! В связи с этим многие производители модулей памяти исключили из своей продукции поддержку проверки четности, несмотря на то что от сбоев памяти не удалось избавиться полностью. Более поздние исследования показали, что альфа-частицы охватывают лишь малую долю причин сбоев памяти.

Сегодня самая главная причина нерегулярных ошибок — космические лучи. Поскольку они имеют очень большую проникающую способность, от них практически невозможно защититься с помощью экранирования. Этот тезис был подтвержден рядом исследований, проведенных компанией IBM под руководством доктора Дж.Ф. Зиглера.

Эксперимент по проверке степени влияния космических лучей на появление ошибок в работе микросхем показал, что соотношение “сигнал–ошибка” (Signal-to-Error Ratio — SER) для некоторых модулей DRAM составило 5950 единиц интенсивности отказов (Failure Units — FU) на миллиард часов наработки для каждой микросхемы. Измерения проводились в условиях, приближенных к реальным, с учетом длительности в несколько миллионов машино-часов. В среднестатистическом компьютере это означало бы появление программной ошибки памяти примерно каждые шесть месяцев. В серверных системах или мощных рабочих станциях с большим объемом установленной оперативной памяти подобная статистика указывает на одну ошибку (или даже более) в работе памяти каждый месяц! Когда тестовая система с теми же модулями DIMM была размещена в надежном убежище на глубине более 15 метров под слоем каменной

породы, что полностью устраняет влияние космических лучей, программные ошибки в работе памяти вообще не были зафиксированы. Эксперимент продемонстрировал не только опасность влияния космических лучей, но и доказал, насколько эффективно устранять влияние альфа-лучей и радиоактивных примесей в оболочках модулей памяти.

Ошибки, вызванные космическими лучами, представляют большую опасность для модулей SRAM, чем для DRAM, поскольку заряд, необходимый для хранения одного бита в ячейке SRAM, гораздо меньше емкости конденсатора в DRAM. Космические лучи также представляют большую опасность для микросхем памяти с повышенной плотностью. Чем выше плотность ячеек памяти, тем выше вероятность того, что космический луч заденет такую ячейку. Было доказано, что вероятность ошибки в микросхеме DRAM емкостью 64 Мбайт вдвое выше, чем в аналогичной микросхеме емкостью 16 Мбайт; а в микросхеме DRAM емкостью 256 Мбайт этот показатель и вовсе в четыре раза выше. Таким образом, с ростом объема памяти увеличивается и частота ошибок.

К сожалению, производители ПК не признали это причиной погрешностей памяти; случайную природу сбоя намного легче оправдать разрядом электростатического электричества, большими выбросами мощности или неустойчивой работой программного обеспечения (например, использованием новой версии операционной системы или большой прикладной программы).

Исследования показали, что для систем ECC доля программных ошибок в 30 раз больше, чем аппаратных. И это неудивительно, учитывая вредное влияние космических лучей. Количество ошибок зависит от числа установленных модулей памяти и их объема. Программные ошибки могут случаться и раз в месяц, и несколько раз в неделю, и даже чаще!

Хотя космические лучи и радиация являются причиной большинства программных ошибок памяти, существуют и другие факторы.

- **Скачки в энергоснабжении или шум на линии.** Причиной может быть неисправный блок питания или настенная розетка.
- **Использование памяти с некорректным типом или характеристиками.** Тип памяти должен поддерживаться конкретным набором микросхем и обладать определенной этим набором скоростью доступа.
- **Электромагнитные помехи.** Связана с расположением радиопередатчиков рядом с компьютером, что иногда приводит к генерированию паразитных электрических сигналов в монтажных соединениях и схемах компьютера. Имейте в виду, что беспроводные сети, мыши и клавиатуры увеличивают риск появления помех.
- **Статические разряды.** Вызывают моментальные скачки в энергоснабжении, что может повлиять на целостность данных.
- **Ошибки синхронизации.** Не поступившие своевременно данные могут стать причиной появления программных ошибок. Зачастую причина заключается в неверных параметрах BIOS, оперативной памяти, быстродействие которой ниже, чем требуется системе, разогнанных процессорах и прочих системных компонентах.
- **Тепловыделение.** Скоростные модули памяти характеризуются более высокими рабочими температурами, чем модули устаревших типов. Первыми модулями, оснащенными теплорассеивателями, оказались модули RDRAM RIMM; сейчас теплорассеивателями оснащены многие производительные модули DDR и DDR2, так как это единственный способ борьбы с повышенным уровнем тепловыделения.

Большинство описанных проблем не приводят к прекращению работы микросхем памяти (хотя некачественное энергоснабжение или статическое электричество могут физически их повредить), однако могут повлиять на хранимые данные.

Игнорирование сбоев, конечно, — не лучший способ борьбы с ними. К сожалению, именно этот способ выбрали сегодня многие производители компьютеров. Лучше бы они повысили отказоустойчивость систем. Для этого необходимы механизмы определения и, возможно, ис-

правления ошибок в памяти ПК. В основном для повышения отказоустойчивости в современных компьютерах применяются следующие методы:

- контроль четности;
- коды коррекции ошибок (ECC).

Системы без контроля четности вообще не обеспечивают отказоустойчивость. Единственная причина, по которой они используются, — их минимальная базовая стоимость. При этом, в отличие от других технологий, не требуется дополнительная оперативная память. Байт данных с контролем четности включает в себя 9, а не 8 бит, поэтому стоимость памяти с контролем четности выше подсчетно на 12,5%. Кроме того, контроллеры памяти, не требующие логических мостов для подсчета данных четности или ECC, обладают упрощенной внутренней архитектурой. Портативные системы, для которых вопрос минимального энергопотребления особенно важен, выигрывают от уменьшенного энергоснабжения памяти благодаря использованию меньшего количества микросхем DRAM. И наконец, шина данных памяти без контроля четности имеет меньшую разрядность, что выражается в сокращении количества буферов данных. Статистическая вероятность возникновения ошибок памяти в современных настольных компьютерах составляет примерно одну ошибку в несколько месяцев. При этом количество ошибок зависит от объема и типа используемой памяти.

Подобный уровень ошибок может оказаться приемлемым для обычных компьютеров, не используемых для работы с важными приложениями. В этом случае цена играет основную роль, а дополнительная стоимость модулей памяти с поддержкой контроля четности и кода ECC себя не оправдывает, поэтому легче смириться с нечастыми ошибками.

Как бы там ни было, отсутствие отказоустойчивости в компьютерной системе является всего лишь спекуляцией на малой вероятности ошибок памяти. При этом также предполагается, что совокупная стоимость потерь, вызванная ошибками в работе памяти, будет меньше, чем затраты на приобретение дополнительных аппаратных устройств для определения таких ошибок. Тем не менее, ошибки памяти вполне могут стать причиной серьезных проблем (например, представьте себе неверно указанное значение суммы в банковском чеке). Ошибки в работе оперативной памяти серверных систем зачастую приводят к “зависанию” последних и отключению всех клиентских компьютеров, соединенных с серверами по локальной сети. Наконец, отследить причину возникновения проблем в компьютерах, не поддерживающих контроль четности или ECC, крайне сложно. Последние технологии по крайней мере однозначно укажут на оперативную память как на источник проблемы, тем самым экономя время и усилия системных администраторов.

Контроль четности

Это один из введенных IBM стандартов, в соответствии с которым информация в банках памяти хранится фрагментами по 9 бит, причем восемь из них (составляющих один байт) предназначены собственно для данных, а девятый является *битом четности*. Использование девятого бита позволяет схемам управления памятью на аппаратном уровне контролировать целостность каждого байта данных. Если обнаруживается ошибка, работа компьютера останавливается, а на экран выводится сообщение о неисправности. Если вы работаете на компьютере под управлением Windows или OS/2, то при возникновении ошибки контроля четности сообщение, возможно, не появится, а просто произойдет блокировка системы. После перезагрузки система BIOS должна идентифицировать ошибку и выдать соответствующее сообщение.

Модули SIMM и DIMM поставляются как с поддержкой битов четности, так и без нее. Первые ПК использовали память с контролем четности для регулировки точности осуществляемых операций. Начиная с 1994 года на рынке ПК стала развиваться тревожная тенденция. Большинство компаний начали предлагать компьютеры с памятью без контроля четности и вообще без каких бы то ни было средств определения или исправления ошибок. Применение модулей SIMM без контроля четности сокращало стоимость памяти на 10–15%. В свою оче-

редь, память с контролем четности обходилась дороже за счет применения дополнительных битов четности. Технология контроля четности не позволяет исправлять системные ошибки, однако предоставляет пользователю компьютера возможность их обнаружить, что имеет следующие преимущества:

- контроль четности защищает от последствий неверных вычислений на базе некорректных данных;
- контроль четности точно указывает на источник возникновения ошибок, помогая разобраться в проблеме и улучшая степень эксплуатационной надежности компьютера.

Для реализации поддержки памяти с контролем четности или без него не требуется особых усилий. В частности, внедрить поддержку контроля четности для системной платы не составит труда. Основные затраты внедрения связаны со стоимостью самих модулей памяти с контролем четности. Если покупатели готовы пойти на дополнительные затраты для повышения надежности заказываемых систем, производители компьютеров могут предоставить им такую возможность.

К сожалению, даже некоторые крупные производители компьютерных систем перестали использовать модули памяти с контролем четности для снижения стоимости своей продукции, при этом особо не афишируя тот факт, так что в компьютерах низшей ценовой категории наличие памяти с контролем четности уже перестало быть стандартом. Эта тенденция наметилась в 1994 и 1995 годах и прослеживается до сих пор, причем довольно мало кто понимает возможные последствия. После того как крупные производители преклонились на выпуск компьютеров с отсутствием контроля четности в памяти, остальные сборщики систем также были вынуждены пойти на этот шаг, чтобы выстоять в конкурентной борьбе.

Поскольку никому не было выгодно распространять эту информацию, довольно длительное время факт отсутствия контроля четности просто умалчивался. Если в заказе покупатель четко указывал на необходимость контроля четности в памяти, он получал такую систему, однако в стандартных конфигурациях данная память уже отсутствовала. Разумеется, некомпетентный пользователь чаще всего принимал решение о покупке на 10–15% более дешевой модели. Однако настоящей бомбой стал выпуск компанией Intel набора микросхем Triton 430FX для процессоров Pentium, в котором вообще отсутствовала поддержка проверки четности. К сожалению, этот набор микросхем стал довольно популярным, в результате чего подавляющее большинство материнских плат для процессора Pentium, выпущенных в 1995 году, не поддерживали проверку четности. Эта настораживающая тенденция сохранялась еще в течение нескольких лет. Проверку четности не поддерживали все наборы микросхем от Intel для Pentium, выпущенные после 430FX Triton, за исключением разве что 430 FX Triton II.

К счастью, с тех пор Intel и прочие производители наборов микросхем системной логики восстановили поддержку контроля четности и ЕСС в большинстве своих продуктов (особенно в наборах микросхем, ориентированных на рынок высокопроизводительных серверов). В то же время наборы микросхем низшей ценовой категории, как правило, не поддерживают эти технологии. Пользователям, требовательным к надежности выполняемых приложений, следует обращать особое внимание на поддержку контроля четности и ЕСС.

В следующем разделе рассматривается принцип выполнения контроля четности и ЕСС, который позволяет не только обнаруживать, но и автоматически корректировать ошибки памяти.

Схема проверки четности

При разработке стандарта контроля четности IBM определила, что значение бита четности задается таким, чтобы количество единиц во всех девяти разрядах (восемь разрядов данных и разряд четности) было *нечетным*. Другими словами, когда байт (8 бит) данных заносится в память, специальная схема контроля четности (микросхема, установленная на системной плате или на плате памяти) подсчитывает количество единиц в байте. Если оно четное, на выходе микросхемы формируется сигнал логической единицы, который сохраня-

ется в соответствующем разряде памяти как девятый бит (бит четности). Общее количество единиц во всех девяти разрядах при этом становится нечетным. Если же количество единиц в восьми разрядах исходных данных нечетное, то бит четности равен нулю, и сумма двоичных цифр в девяти разрядах также остается нечетной.

Рассмотрим конкретный пример (имейте в виду, что разряды в байте нумеруются начиная с нуля, т.е. 0, 1, 2, ..., 7).

```
Разряд данных: 0 1 2 3 4 5 6 7 Бит четности
Значение бита: 1 0 1 1 0 0 1 1 0
```

В данном случае общее число единичных битов данных нечетное (5), поэтому бит четности должен быть равен нулю.

Рассмотрим еще один пример.

```
Разряд данных: 0 1 2 3 4 5 6 7 Бит четности
Значение бита: 0 0 1 1 0 0 1 1 1
```

В этом примере общее число единичных битов данных четное (4), поэтому бит четности должен быть равен единице, чтобы количество единиц во всех девяти разрядах было нечетным.

При считывании из памяти та же самая микросхема проверяет информацию на четность. Если в 9-разрядном байте число единиц четное, значит, при считывании или записи данных произошла ошибка. Определить, в каком разряде она произошла, невозможно (нельзя даже высчитать количество испорченных разрядов). Более того, если сбой произошел в трех разрядах (в нечетном их количестве), то ошибка будет зафиксирована; однако при двух ошибочных разрядах (или четном их количестве) сбой не регистрируется. Поскольку одновременная ошибка в нескольких разрядах одного байта крайне маловероятна, такая схема проверки была недорогой и при этом позволяла с большой вероятностью определять ошибки в памяти.

Сообщения об ошибках четности в разных компьютерах имеют следующий вид.

```
В IBM PC: PARITY CHECK x
В IBM XT: PARITY CHECK x yyyyy (z)
В IBM AT и последних моделях XT: PARITY CHECK x yyyyy
```

Здесь *x* может принимать значение 1 (ошибка произошла на системной плате) или 2 (ошибка произошла в разьеме расширения). Символы *yyyyy* — это шестнадцатеричное число от 00000 до FFFFF, указывающее адрес байта, в котором произошла ошибка. Символ *z* может принимать значение *S* (ошибка четности в системном блоке) или *e* (ошибка четности в корпусе-расширителе).

Примечание

Компания IBM разработала корпуса-расширители для компьютеров PC и XT, чтобы увеличить количество разъемов расширения.

При обнаружении ошибки схема контроля четности на системной плате формирует *немаскируемое прерывание*¹ (*NMI*), по которому основная работа прекращается и инициируется специальная процедура, записанная в BIOS. В результате ее выполнения экран очищается и в левом верхнем углу выводится сообщение об ошибке. В некоторых старых компьютерах IBM при выполнении указанной процедуры приостанавливается работа процессора, компьютер блокируется и пользователю приходится перезапускать его с помощью кнопки сброса или выключать и через некоторое время вновь включать питание. При этом, естественно, теряется вся несохраненная информация.

В большинстве компьютеров в случае ошибки четности процессор не останавливает свою работу и пользователю предоставляется возможность либо перезагрузить компьютер, либо продолжить работу, как будто ничего не случилось. В подобных системах сообщение об

¹ Немаскируемое прерывание — это системное предупреждение, которое программы не могут проигнорировать. — *Примеч. ред.*

ошибке может выглядеть иначе, чем в компьютерах IBM, хотя общий его смысл, конечно же, остается прежним. Например, во многих компьютерах с BIOS от компании Phoenix выводится сообщение

```
Memory parity interrupt at xxxx:xxxx  
Type (S)hut off NMI, Type (R)eboot, other keys to continue
```

или

```
I/O card parity interrupt at xxxx:xxxx  
Type (S)hut off NMI, Type (R)eboot, other keys to continue
```

Первое появляется при ошибке четности на системной плате, а второе — при ошибке четности в слоте расширения. Обратите внимание, что адрес памяти `xxxx:xxxx` выводится в формате *[сегмент]:[смещение]*, а не в линейном виде, как в компьютерах IBM. Но в любом случае местоположение байта с ошибкой определяется однозначно.

После просмотра сообщения об ошибке возможны следующие варианты действий:

- нажмите клавишу <S>, чтобы выключить контроль четности и восстановить работу системы с момента первой ошибки четности;
- нажмите клавишу <R> для перезагрузки компьютера с потерей всех несохраненных данных;
- нажмите любую другую клавишу для продолжения прерванной операции без отключения контроля четности.

Если ошибка “хроническая”, скорее всего, в ближайшее время произойдет следующее прерывание, вызванное контролем четности. Как правило, лучше всего нажать клавишу <S>, отключив контроль четности, что позволит сохранить информацию. Запишите нужную информацию на дискету или флэш-карту, чтобы случайно не испортить жесткий диск. Не удаляйте старую версию файла (пока еще хорошую), так как при сбоях памяти новая сохраненная информация может быть испорчена. Поскольку контроль четности отключен, операции сохранения будут выполнены без прерываний. После этого выключите компьютер, включите его снова и запустите программу диагностики памяти для выяснения причины ошибки. Иногда ошибка обнаруживается процедурой POST непосредственно при загрузке, но чаще приходится использовать более сложные диагностические программы.

Базовая система ввода-вывода компании AMI выводит следующие сообщения об ошибках четности:

```
ON BOARD PARITY CHECK ADDR (HEX) = (xxxxxx)
```

и

```
OFF BOARD PARITY CHECK ADDR (HEX) = (xxxxxx)
```

Эти сообщения указывают на то, что при выполнении процедуры POST обнаружена ошибка по указанному адресу памяти. Первое сообщение появляется при ошибке на системной плате, второе — при ошибке на плате адаптера в слоте расширения. AMI BIOS может выдавать также сообщения об ошибках в памяти:

```
Memory parity error at xxxxxx
```

и

```
I/O card parity error at xxxxxx
```

Эти сообщения появляются при возникновении ошибок в процессе работы (а не при выполнении процедуры POST); первое относится к памяти на системной плате, второе — к памяти на плате адаптера в разьеме расширения.

Несмотря на то что во многих системах при появлении ошибки четности работу можно продолжать (можно даже отключить ее дальнейший контроль), игнорировать неисправность

опасно. Указанная возможность нужна лишь для того, чтобы можно было сохранить информацию, а затем выполнить диагностику и отремонтировать компьютер.

Учтите, что содержание сообщений зависит не только от версии микросхемы ROM BIOS, но и от используемой операционной системы. Операционные системы с защищенным режимом, к числу которых относится большинство версий Windows, перехватывают возникающие ошибки и загружают собственную программу их обработки. Обработчик ошибок, в свою очередь, выводит на экран собственное сообщение об ошибке, отличающееся от характерных для ROM BIOS. В этих сообщениях, появляющихся на синем экране или в каком-либо другом виде, обычно указывается, что данная ошибка связана с памятью или контролем четности. Например, при возникновении ошибки подобного рода Windows 98 выводит на экран следующее сообщение: `Memory parity error detected. System halted.`

Внимание

Если появляется сообщение об ошибке четности, значит, содержимое памяти искажено. Подумайте, стоит ли записывать искаженные данные вместо сохраненных в прошлый раз? Безусловно, нет! Лучше записать файл под измененным именем. Кроме того, в случае ошибки четности постарайтесь сохранить работу только на дискете или устройстве USB и избегайте записи на жесткий диск — не исключена вероятность (хотя и небольшая) повреждения жесткого диска при записи на него искаженного содержимого памяти.

После сохранения работы можно попытаться определить причину ошибки и отремонтировать компьютер. Возможно, у вас возникнет желание отключить контроль четности и продолжить работу, как ни в чем не бывало. Но имейте в виду, что это почти то же самое, что выкрутить датчик индикатора давления масла в протекающем двигателе автомобиля (чтобы аварийная лампочка не действовала на нервы).

Еще несколько лет назад, когда память была дорогой, некоторые компании выпускали модули SIMM с фиктивными микросхемами проверки четности. Вместо того чтобы хранить биты четности для каждого байта памяти, эти микросхемы генерировали всегда корректный бит дополнения. Таким образом, когда система пыталась записать бит четности, он попросту отбрасывался, а при считывании байта всегда подставлялся “нужный” бит четности. В результате система всегда получала информацию о корректной работе памяти, хотя на самом деле все могло быть далеко не так.

Такие мошеннические действия были вызваны дороговизной микросхем памяти, и производители были готовы переплатить пару лишних долларов на генератор, чтобы не платить за более дорогую микросхему, хранящую биты четности. К сожалению, определить наличие в модуле памяти такого генератора было достаточно сложно. Поддельный генератор четности внешне отличался от обычных микросхем памяти и имел маркировку, отличную от других микросхем модуля. Большинство из генераторов имели логотип “GSM”, который указывал на изготовителя логического устройства проверки четности, часто отличавшегося от компании, выпустившей сам модуль памяти.

Единственным инструментом, позволявшим выявить модули с поддельным контролем четности, были аппаратные тестеры, такие как Tanisys (www.tanisys.com), CST (www.simmtester.com) и Innoventios (www.memorytest.com). Лично мне не случалось встречать модули SIMM и RIMM с поддельной проверкой четности, к тому же цены на память резко упали, что устранило первопричину подобных махинаций.

Код коррекции ошибок

Коды коррекции ошибок (Error Correcting Code — ECC) позволяют не только обнаружить ошибку, но и исправить ее в одном разряде. Поэтому компьютер, в котором используются подобные коды, в случае ошибки в одном разряде может работать без прерывания, причем данные не будут искажены. Коды коррекции ошибок в большинстве ПК позволяют только обнаруживать, но не исправлять ошибки в двух разрядах. В то же время приблизительно 98% сбоев памяти вызвано именно ошибкой в одном разряде, т.е. она успешно исправляется с

помощью данного типа кодов. Данный тип ECC получил название *SEC-DED* (эта аббревиатура расшифровывается как “одноразрядная коррекция, двухразрядное обнаружение ошибок”). В кодах коррекции ошибок этого типа для каждого 32 бит требуется дополнительно семь контрольных разрядов при 4-байтовой и восемь — при 8-байтовой организации (64-разрядные процессоры Athlon/Pentium). Реализация кода коррекции ошибок при 4-байтовой организации, естественно, дороже обычной проверки четности, но при 8-байтовой организации их стоимости равны, поскольку требуют одного и того же количества дополнительных разрядов.

По этой причине можно купить для 32-разрядных систем модули SIMM (36 бит), DIMM (72 бит) или RIMM (18 бит) и использовать их в режиме ECC, если коды коррекции ошибок поддерживаются набором микросхем системной логики. Если в системе используются модули SIMM, можно сформировать банк памяти (72 бит) из двух 36-разрядных модулей и ECC использовать на уровне банка. Если в системе используются модули DIMM, то в качестве банка может выступать один 72-разрядный модуль, обеспечивая необходимое количество дополнительных битов памяти. В случае использования модулей RIMM для организации проверки четности следует отдать предпочтение их 28-разрядным версиям.

Для использования кодов коррекции ошибок необходим контроллер памяти, вычисляющий контрольные разряды при операции записи в память. При чтении из памяти такой контроллер сравнивает прочитанные и вычисленные значения контрольных разрядов и при необходимости исправляет испорченный бит (или биты). Стоимость дополнительных логических схем для реализации кода коррекции ошибок в контроллере памяти не очень высока, но это может значительно снизить быстрдействие памяти при операциях записи. Это происходит потому, что при операциях записи и чтения необходимо ожидать завершения вычисления контрольных разрядов. При записи части слова вначале следует прочитать полное слово, затем перезаписать изменяемые байты и только после этого — новые вычисленные контрольные разряды.

В большинстве случаев сбой памяти происходит в одном разряде, и потому такие ошибки успешно исправляются с помощью кода коррекции ошибок. Использование отказоустойчивой памяти обеспечивает высокую надежность компьютера. Память с кодом ECC предназначена для серверов, рабочих станций или приложений, в которых потенциальная стоимость ошибки вычислений значительно превышает дополнительные средства, вкладываемые в оборудование, а также временные затраты системы. Если данные имеют особое значение, и компьютеры применяются для решения важных задач, без памяти ECC не обойтись. По сути, ни один уважающий себя системный инженер не будет использовать сервер, даже самый неприхотливый, без памяти ECC.

Пользователи имеют выбор между системами без контроля четности, с контролем четности и с ECC, т.е. между желательным уровнем отказоустойчивости компьютера и степенью ценности используемых данных.

Увеличение объема памяти

Увеличение существующего объема памяти — один из наиболее эффективных и дешевых способов модернизации, особенно если принять во внимание возросшие требования к объему памяти операционных систем семейств Windows и Linux. В некоторых случаях удвоение объема памяти приводит к повышению общей производительности системы в два раза.

Ниже рассматривается процесс увеличения объема памяти, включая выбор микросхем памяти, их установку и последующее тестирование.

Стратегии модернизации

Добавление памяти — сравнительно недорогая операция. В то же время даже незначительное увеличение объема памяти может существенно повысить производительность компьютера.

Существует два способа увеличения объема памяти (они перечислены в порядке увеличения удобства и стоимости):

- добавление памяти в свободные разъемы системной платы;
- замена установленной памяти памятью большего объема.

Если принято решение о модернизации системы или системной платы, вряд ли можно рассчитывать на то, что удастся использовать модули из старой системы. Лучшее решение — приобрести новую системную плату вместе с наиболее подходящими для нее модулями памяти.

Обдумайте свои будущие потребности в вычислительной мощности и многозадачности операционной системы, а также убедитесь, что они стоят средств, затраченных на модернизацию.

Чтобы выяснить необходимость в увеличении объема памяти, воспользуйтесь инструментом **Performance Monitor** (`Perfmon.msc`), поставляемым в составе Windows 2000 и Windows XP. Его можно запустить удаленно или же с помощью собственной консоли сервера. Чтобы получить сведения об использовании памяти, выберите значение **Memory** (Память) в качестве объекта производительности, после чего активизируйте несколько счетчиков.

- **Обмен страниц в секундах.** Этот счетчик измеряет количество обращений системы к виртуальной памяти (т.е. к файлу подкачки) в секунду. Значение, большее 20, указывает на потенциальную проблему. Проверьте настройки виртуальной памяти; если значение счетчика все равно превышает 20, увеличьте объем памяти, установленной в системе.
- **Байт выделенной виртуальной памяти и Доступно байт.** Эти счетчики ведут учет доступной виртуальной и физической памяти соответственно. Если значение счетчика **Доступно байт** низкое, увеличьте объем памяти, установленной в системе.
- **Байт кэш-памяти.** Этот счетчик измеряет объем ОЗУ, используемой в качестве кэша файловой системы. Если это значение превышает 4 Мбайт, увеличьте объем памяти, установленной в системе.

Ту же информацию можно получить и в системе Windows Vista. Для этого откройте монитор производительности и стабильности системы, щелкните на правой кнопке на любом из существующих счетчиков и выберите в контекстном меню пункт **Добавить счетчик**. После этого выберите в категории **Память** все указанные выше счетчики.

Прежде чем увеличивать объем памяти ОЗУ в системе (или просто заменять поврежденный или сбойный модуль памяти), следует определить, модули какого типа необходимы. Соответствующие сведения доступны в документации к компьютерной системе.

Если необходимо заменить сбойный модуль или же увеличить объем памяти в системе, примите к сведению, что существует несколько способов определить необходимый тип модулей.

- **Внимательно рассмотрите модули, установленные в системе.** На каждом из них есть маркировка, содержащая все необходимые сведения о его емкости и быстродействии. Подробно данные вопросы уже рассматривались. Можете записать эту маркировку и использовать полученные данные для определения необходимого типа модуля.
- **Проверьте систему с помощью утилиты конфигурирования памяти от производителя.** Как правило, подобные утилиты поставляются в комплекте компьютерных систем ведущих производителей. В базах данных подобных утилит доступны сведения о системных платах и модулях памяти от различных производителей. Таким образом, если известны марка и модель системной платы, не составит ни малейшего труда определить рекомендуемую память.
- **Загрузите и запустите диагностическое ПО от производителя памяти или сторонней компании.** В качестве примера такой программы, которая получает все необходимые сведения о модуле из микросхемы SPD, можно привести SiSoftware Sandra.
- **Обратитесь к документации, которая прилагалась к компьютеру.** Я не случайно расположил этот пункт в конце списка. Если вы обновили системную BIOS, то, скорее всего, сможете использовать модули большего объема и порой с большим быстродействием, чем приведенные в документации. На сайте производителя всегда доступна более новая документация по сравнению с той, которая поставлялась в печатном виде вместе с компьютером. Если в документации не упоминается модуль памяти, который привлек ваше

внимание, посетите сайт производителя системной платы, чтобы узнать, доступна ли обновленная версия BIOS, в которой добавлена поддержка подобных модулей.

Установка в системе несовместимых модулей памяти может вызвать не меньше проблем, чем наличие сбойного модуля.

Примечание

Собираясь установить в старый компьютер Pentium (имеется ввиду 5-е поколение) память емкостью более 64 Мбайт, предварительно убедитесь, что набор микросхем сможет кэшировать такой объем. Иногда добавление дополнительной памяти в такие системы приводит не к увеличению, а к уменьшению производительности. Это связано с тем, что кэш второго уровня в таких компьютерах часто не способен адресовать память выше 64 Мбайт, в результате чего процессор вынужден обращаться непосредственно в основную память, а не в быстродействующий кэш. Подробнее этот вопрос рассматривался в главе 4.

Pentium II и более новые процессоры, в том числе Athlon и Duron, оснащены контроллером кэш-памяти второго уровня, интегрированным в ядро процессора (не в набор микросхем) и поддерживающим кэширование до 1 Гбайт ОЗУ, а в новых системах — до 4 Гбайт.

Учитывая, что стоимость старых модулей SIMM гораздо выше стоимости современных SDRAM и DDR-SDRAM, иногда дешевле модернизировать всю материнскую плату вместе с процессором и памятью, чем добавлять модули памяти SIMM.

Выбор и установка модулей памяти

Установка дополнительных модулей памяти на системной плате — несложный способ увеличить объем памяти компьютера. Большинство систем имеют хотя бы один незанятый банк памяти, в который можно установить дополнительный модуль и таким образом повысить производительность компьютера.

В некоторых высокопроизводительных системах требуется установка двухканальной памяти, т.е. двух идентичных модулей памяти (одинакового объема, типа и быстродействия).

Приобретение модулей памяти

Существует ряд особенностей, на которые следует обращать внимание при покупке модулей памяти. Одни из них относятся к производству и распределению памяти, другие зависят от типа приобретаемых модулей. В этом разделе рассматриваются проблемы, с которыми можно столкнуться при покупке памяти.

Поставщики

Многие компании занимаются выпуском модулей памяти, но лишь некоторые производят их микросхемы. Существует только несколько компаний, производящих микросхемы памяти, на основе которых другие компании создают различные модули памяти, такие как DIMM и RIMM. Большинство изготовителей микросхем оперативной памяти создают также модули, содержащие собственные комплектующие, другие же, напротив, занимаются только производством модулей памяти, приобретая комплектующие у других производителей. Существует также определенная категория компаний, которые не производят ни модули, ни микросхемы памяти, — они приобретают модули других компаний и продают их под своей торговой маркой.

Модули памяти, изготовленные производителем микросхем, я отношу к первой группе, а модули, изготовленные той или иной компанией на основе приобретенных микросхем, — ко второй группе. Перемаркированные модули первой или второй группы, поступающие в продажу под торговой маркой какой-либо другой компании, относятся, как вы понимаете, к третьей группе. Если у меня есть возможность, я приобретаю модули памяти первой или второй группы, качество которых подтверждено соответствующими документами. Эти модули отличаются более надежными характеристиками, что и является гарантией их высокого качества. Не следует забывать и о том, что приобретение продукции первой или второй группы позволяет избавиться от одного или нескольких посредников, что сказывается на конечной стоимости товара.

К первой группе производителей (они выпускают как микросхемы, так и модули на их основе) относятся компании Micron, Infineon (бывшее подразделение Siemens), Samsung, Mitsubishi, Toshiba, NEC и некоторые другие. Ко второй группе производителей (они выпускают только модули) относятся компании Kingston, Viking, PNY, Simple Tech, Smart, Mushkin и OCZ Technologies. К третьей группе относятся компании, продающие модули, которые они приобретают не у производителей, а у других компаний-реселеров.

Ведущие производители памяти обычно не занимаются розничными продажами, однако в последнее время некоторые из них открыли собственные Интернет-магазины, в которых индивидуальный пользователь может приобрести всего один модуль памяти. Так, Интернет-магазин одного из ведущих производителей памяти в мире, компании Micron, доступен по адресу www.crucial.com. Поскольку модуль приобретается непосредственно у производителя, цена оказывается чрезвычайно низкой по сравнению с предложениями других компаний, занимающихся розничной торговлей.

Модули SIMM

Приобретая модули памяти SIMM, обдумайте следующее.

- Какая нужна версия: FPM (Fast Page Mode — быстрый постраничный режим) или EDO (Extended Data Out — память с расширенными возможностями вывода данных)?
- Нужна память с поддержкой кода коррекции ошибок (ECC) или без нее?
- Какое быстродействие памяти необходимо?
- Можно ли воспользоваться модулями памяти, снятыми со старых систем, а не покупать новые (и более дорогие) модули?

В системах Pentium, созданных после 1995 года, использовались в основном модули памяти EDO SIMM без поддержки ECC, имеющие время доступа, равное 60 нс. При использовании более ранних систем вам потребуются, скорее всего, обычные модули типа FPM. Во многих системах модули FPM и EDO являются взаимозаменяемыми, но следует заметить, что тип EDO поддерживается далеко не во всех старых системах. Если система должна обеспечивать высокую надежность, используя ECC, потребуются версии памяти, поддерживающие коррекцию ошибок. В противном случае используются стандартные модули памяти, не имеющие поддержки ECC. При установке модулей различных типов система по умолчанию перейдет в режим, не поддерживающий ECC.

Модули SIMM типа FPM и EDO по сегодняшним стандартам являются устаревшими, так как уступают по стоимости и быстродействию модулям памяти более современных типов. В результате установка дополнительных модулей памяти в системе старого типа приведет к чрезмерным и бесполезным затратам.

Совет

Вместо того чтобы приобретать модули памяти SIMM для старых систем в розничной продаже, поищите их, например, на радиорынке, в мастерских по ремонту компьютеров, а также у пользователей, которые регулярно модернизируют свои системы и у которых могут накопиться запасы старых комплектующих.

Модули памяти DIMM

Приобретая модули памяти DIMM, обратите внимание на следующие факторы.

- Какая нужна версия: SDR, DDR, DDR2 или DDR3?
- Необходима память с поддержкой ECC или без нее?
- Какой тип памяти необходим: регистровый или небуферизированный (стандартный)?
- Какое быстродействие памяти необходимо?
- Требуется ли определенное время ожидания строба адреса столбца (Column Address Strobe — CAS)?

В настоящее время модули памяти DIMM поставляются в версиях SDRAM, DDR, DDR2 и DDR3. Модули разных типов не являются взаимозаменяемыми, так как в них используются совершенно разные схемы сигналов и определенное расположение ключевых пазов, позволяющее предотвратить их установку в несоответствующие разъемы. В системах, которые должны обеспечивать высокую надежность, например в файловых серверах, обычно используются модули, поддерживающие ECC, хотя во многих системах используются менее дорогие модули памяти, не имеющие поддержки кода коррекции ошибок. В большинстве систем используются стандартные модули памяти DIMM без дополнительной буферизации, но на системных платах файлового сервера или рабочей станции, предназначенных для поддержки довольно больших объемов памяти, могут устанавливаться специальные высокоэффективные модули DIMM. Модули памяти DIMM имеют целый ряд различных скоростей, поэтому при их использовании следует помнить о том, что “медленные” модули можно заменить модулями, имеющими более высокую скорость, но никак не наоборот. Например, если для корректной работы системы необходима память PC2700 DDR DIMM, то можно установить модули DDR DIMM версии PC3200, но не PC2100.

Время ожидания строки адреса столбца (CAS) является еще одним фактором, связанным с быстродействием модулей памяти. Эта спецификация, которая обозначается как CAS или CL, выражается в виде числа циклов, причем меньшее число циклов указывает на более высокую скорость памяти. Меньшее время ожидания CAS сокращает продолжительность цикла чтения в пакетном режиме, что в некоторой мере повышает эффективность памяти. Модули памяти DIMM с одинарной скоростью передачи данных (SDR) существуют в версиях CL3 и CL2, из которых более быстрой является память версии CL2. Модули DDR DIMM бывают двух версий — CL2,5 и CL2; модули DDR2 DIMM доступны в версиях CL3, CL4 и CL5; а модули DDR3 выпускаются в версиях CL7, CL8 и CL9. При установке модулей DIMM, имеющих разное время ожидания CAS, система по умолчанию приведет частоту циклического повторения к наиболее низкому общему знаменателю.

Модули памяти RIMM

Приобретая модули памяти RIMM, обратите внимание на следующие факторы.

- Какая необходима версия: 184-контактная (16/18-разрядная) или 232-контактная (32/36-разрядная)?
- Необходима память с поддержкой ECC или без нее?
- Какое быстродействие памяти необходимо?

Существуют 184- и 232-контактная версии памяти RIMM, которые, несмотря на одинаковые размеры модулей, не являются взаимозаменяемыми. Модули разных версий отличаются расположением ключевых пазов, что позволяет избежать их установки в несоответствующие разъемы. В системах, которые должны обеспечивать высокую надежность, обычно используются модули, поддерживающие ECC, хотя во многих системах используются менее дорогие модули памяти, не имеющие такой поддержки. При установке модулей различных типов система по умолчанию переходит в режим, не поддерживающий ECC.

Замена модулей памяти более емкими версиями

Если все разъемы памяти на системной плате уже заняты, пришло время установить более емкие модули. Например, если на системной плате есть два разъема DIMM (каждый из которых представляет собой один банк памяти для процессора с 64-разрядной шиной данных), можно изъять из одного разъема модуль памяти и установить вместо него другой, более емкий. В частности, когда установлены два модуля по 256 Мбайт общей емкостью 512 Мбайт, замена одного из них другим, объемом 512 Мбайт, увеличит размер оперативной памяти до 768 Мбайт.

Тем не менее наличие модулей памяти с соответствующим количеством контактных выводов не гарантирует их работоспособности. Набор микросхем системной логики и BIOS на-

лагают определенные ограничения на емкость используемых модулей памяти. Перед приобретением новых модулей ознакомьтесь с документацией к системной плате. Кроме того, убедитесь в наличии самой последней версии BIOS.

Установка модулей памяти DIMM или RIMM

В настоящем разделе рассматриваются вопросы, связанные с установкой модулей памяти различных стандартов, описываются проблемы, с которыми можно столкнуться, а также даются рекомендации по их устранению.

При установке или удалении памяти можно столкнуться со следующими проблемами:

- накопление электростатических зарядов;
- неправильно установленные модули DIMM;
- неправильные параметры памяти в BIOS.

Чтобы предотвратить накопление электростатических зарядов при установке чувствительных микросхем памяти или плат, не надевайте одежду из синтетических тканей или обувь на кожаной подошве. Удалите все накопленные статические заряды, прикоснувшись к корпусу системы до начала работы, или, что еще лучше, наденьте на запястье специальный заземляющий браслет. Его можно купить в магазине электроники. Браслет представляет собой ремешок, соединенный проводом с корпусом компьютера через сопротивление величиной 1 МОм. Также перед началом работы обязательно выдерните вилку питания из розетки.

Внимание

Используйте именно промышленный заземляющий браслет и не пытайтесь изготовить его самостоятельно. Промышленные браслеты имеют определенное сопротивление, которое защитит вас, если вы случайно прикоснетесь к токопроводящим частям компьютера. Наличие сопротивления гарантирует, что вы сами не станете элементом электроцепи с наименьшим сопротивлением и не будете в экстремальной ситуации поражены током.

Чтобы модернизировать память DIMM или RIMM в стандартном настольном ПК, выполните перечисленные ниже действия.

1. Выключите компьютер и отсоедините его от сети. В качестве альтернативы можете выключить специальный тумблер на блоке питания компьютера, расположенный на задней стенке системного блока (если такой имеется). Подождите около 10 секунд, пока остаточный заряд не стечет с материнской платы.
2. Откройте системный блок. Внимательно изучите его внутреннее устройство, держа под рукой документацию.
3. Закрепив на руке антистатический браслет, подключите другой его конец к металлической части шасси. Убедитесь в том, что металлическая пластинка в ремешке плотно прилегает к кисти.
4. На некоторых системных платах есть светодиод, который светится, если на системную плату подается электричество. Подождите, пока светодиод погаснет, прежде чем приступать к установке модулей памяти.
5. Отодвиньте кабели и провода, которые преграждают доступ к разъему для установки модуля. Прежде чем отключить какой-то кабель или провод обязательно запомните, как именно он был подключен, чтобы восстановить его положение после вставки модулей памяти.
6. Чтобы извлечь существующий модуль DIMM или RIMM, разведите в стороны фиксаторы с каждой стороны модуля. Обратите внимание на прорезь-ключ на модуле памяти.
7. Обратившись к руководству пользователя, определите, в какие именно разъемы необходимо вставить модули, чтобы обеспечить работу модуля в двухканальном режиме.

Очень часто разъемы, относящиеся к разным каналам, попарно окрашены по-разному. Однако в любом случае следует начать с изучения руководства пользователя системной платы, чтобы точно знать, как именно следует устанавливать модули памяти.

8. Чтобы вставить модуль DIMM или RIMM в разъем, убедитесь, что фиксаторы по сторонам разъема разведены в стороны. На модулях DIMM и RIMM присутствуют прорези-ключи, которые необходимо совместить с выступами-ключами разъемов для корректной установки (рис. 6.16).

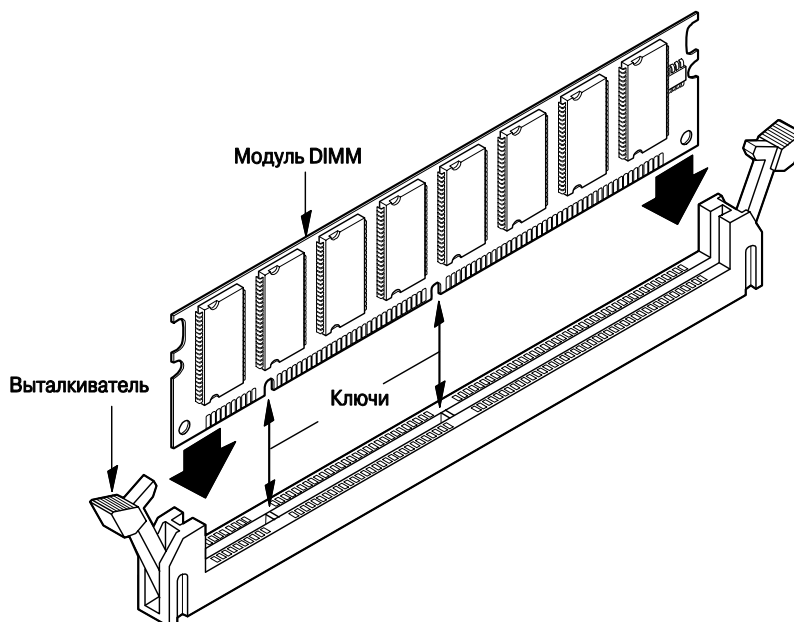


Рис. 6.16. Модуль DDR DIMM оснащен прорезью-ключом, которая должна совпасть с выступом-ключом в разъеме. Подобные ключи используются и в модулях RIMM, однако их положение отличается

9. Вставьте модуль DIMM или RIMM таким образом, чтобы ключи на модуле и в разъеме совпали. При этом очень важно не прилагать чрезмерных усилий. Если модуль “не пошел”, возможно, вы просто неправильно сориентировали его относительно разъема. Прикладывая излишние усилия, вы рискуете повредить модуль или разъем. При установке модулей RIMM пустые разъемы следует заполнить модулями-заглушками (см. рис. 6.14).
10. Подключите все кабели и/или провода, которые пришлось отключить перед установкой.
11. Закройте системный блок, подключите кабель питания и включите компьютер.

После увеличения объема памяти и включения компьютера может потребоваться запустить программу настройки BIOS и сохранить установки, отражающие новый объем памяти. Большинство современных систем автоматически определяют установленный объем памяти и вносят необходимые изменения в настройки BIOS. Кроме того, уже достаточно давно после изменения объема установленной памяти на системной плате не приходится изменять положение переключателей и переключателей.

После добавления в систему новой памяти может потребоваться запустить специальную программу диагностики, чтобы убедиться, что память работает корректно. Некоторые модели системных плат запускают подобные программы автоматически. Как минимум две программы доступны для всех существующих систем. В порядке, учитывающем точность выполнения диагностики, это следующие программы:

- POST (Power On Self Test — самопроверка при включении);
- диагностическое ПО с расширенными возможностями, запускаемое с жесткого диска.

Программа POST запускается при каждом включении системы.

Кроме того, на рынке доступно довольно много других диагностических утилит.

Установка модулей SIMM

Ориентация модуля SIMM определяется вырезом, расположенным только с одной его стороны (рис. 6.17). В гнезде есть выступ, который должен совпасть с вырезом на одной стороне модуля SIMM. Благодаря выступу установить модуль SIMM “наоборот” можно, только повредив гнездо. Под небольшим углом осторожно вставьте микросхему в гнездо, убедившись, что каждый вывод совпал с отверстием разъема, а затем надавливайте на микросхему двумя большими пальцами до тех пор, пока она полностью не войдет в разъем, после чего, надавив на края модуля, установите его вертикально (рис. 6.18).

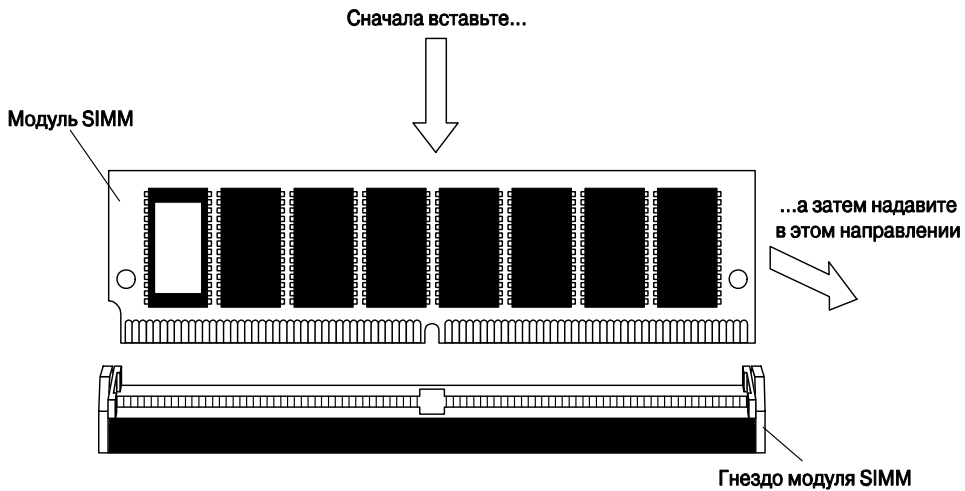


Рис. 6.17. Вырез на этом модуле SIMM находится слева. Вставьте модуль под углом 45°, а затем наклоните его вперед, чтобы зажимы блокировали его на месте

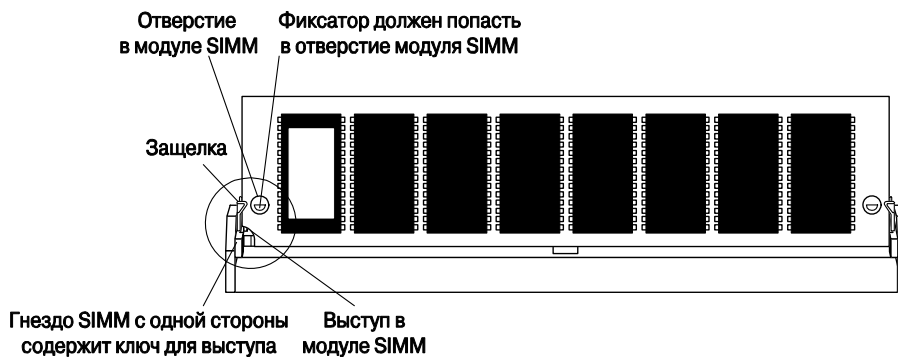


Рис. 6.18. Модуль SIMM, установленный в разьеме (зажимы блокировали его на месте)

Устранение ошибок памяти

Устранить ошибки памяти довольно сложно, поскольку не всегда удается идентифицировать вызвавшую их проблему. Чаще всего пользователи винят во всех сбоях программное обеспечение, хотя на самом деле во всем виновата память. В этом разделе речь пойдет о выявлении ошибок памяти и способах их устранения.

Для устранения ошибок памяти необходимо иметь под рукой *несколько* диагностических программ. Следует отметить, что некоторые ошибки памяти могут быть выявлены одной программой и остаться невидимыми для другой. При включении компьютера системная BIOS проверяет память. В большинстве случаев к компьютеру прилагается компакт-диск, содержащий специальные программы диагностики. Также на рынке можно встретить множество других диагностических утилит, практически каждая из которых содержит свои тесты памяти.

При запуске компьютера тест POST не только проверяет память, но и вычисляет ее объем. Затем этот объем памяти сравнивается с записанным в параметрах BIOS и в случае несоответствия генерируется сообщение об ошибке. При проверке памяти тест POST записывает в каждый из блоков памяти некоторый шаблон, а затем считывает его и сверяет с оригиналом. При обнаружении ошибок выводится соответствующее сообщение или генерируется звуковой сигнал. Звуковой сигнал, как правило, используется для индикации критических ошибок в областях, важных для выполнения системных операций. Если система может получить доступ к объему памяти, достаточному для запуска видеосистемы, вместо звукового сигнала будет отображено сообщение об ошибке.

На прилагаемом к книге компакт-диске содержится подробный перечень звуковых сигналов BIOS и кодов ошибок, характерных для той или иной BIOS, в формате PDF. К примеру, в большинстве материнских плат Intel используется Phoenix BIOS, которая для индикации критических ошибок использует несколько звуковых кодов.

Если процедура POST не обнаружила ошибок памяти, следовательно, причина возникновения ошибок лежит не в аппаратной среде, или программа POST не справилась со своей задачей. Нерегулярные ошибки зачастую не обнаруживаются POST, что справедливо и для других аппаратных дефектов. Данная процедура проводится достаточно быстро и не претендует на тщательный анализ. Поэтому для доскональной проверки применяется загрузка DOS, режим консоли восстановления в Windows XP или диагностический диск. Тесты такого рода могут в случае необходимости проводиться в течение нескольких дней для определения неуправляемого дефекта.

В Интернете доступно множество хороших бесплатных программ тестирования памяти.

- **Microsoft Windows Memory Diagnostic** (<http://oca.microsoft.com/en/winddiag>)
- **DocMemory Diagnostic** (<http://www.simmtester.com/page/products/doc/docinfo.asp>)
- **Memtest86** (<http://www.memtest86.com>)

Следует отметить, что все эти утилиты имеют загрузаемый формат, т.е. их не нужно устанавливать в тестируемой системе, а достаточно записать на загрузочный компакт-диск. Это связано с тем, что многие операционные системы, работающие в защищенном режиме, в частности Windows, пресекают прямой доступ к памяти и другим устройствам. По этой причине загрузку системы нужно выполнять с компакт-диска. Все эти программы используют алгоритмы, записывающие определенные шаблоны в различные области системной памяти, после чего считывают их и проверяют на совпадение каждый бит. При этом они отключают системный кэш, чтобы результат операции отражал поведение модулей памяти, без каких-либо посредников. Некоторые утилиты, в частности Windows Memory Diagnostic, даже способны указать на конкретный модуль памяти, в котором произошла ошибка.

Однако эти программы могут только записать данные и проверить при считывании их соответствие, не более того. Они не определяют, насколько близка память к критической точке сбоя. Повышенный уровень диагностики памяти обеспечивают только специальные аппаратные тес-

теры модулей SIMM/DIMM. Эти устройства позволяют вставить в них модуль памяти и проверить ее на множестве скоростей, при разных напряжениях питания и таймингах, в результате чего выдать свой вердикт относительно пригодности модуля. Существуют версии таких тестеров, позволяющие проверять модули памяти практически всех типов, начиная от ранних версий SIMM и заканчивая самыми современными модулями DDR DIMM и RIMM. К примеру, я сталкивался с модулями, которые отлично работали в одних компьютерах и выдавали ошибки в других. Это значит, что одни и те же программы диагностики, запущенные на разных компьютерах, выдавали для одних и тех же модулей памяти противоположные результаты. В аппаратных тестерах источник ошибки можно выявить с точностью до конкретного бита, при этом узнать реальное быстродействие памяти, а не номинальное, указанное на маркировке. К числу компаний, которые занимаются реализацией тестеров модулей памяти, относятся Tanisys (www.tanisys.com), CST (www.simmtester.com) и Aristo (www.memorytester.com). Предлагаемые тестеры довольно дорого стоят, но для специалистов, занимающихся ремонтом ПК на профессиональном уровне, тестеры SIMM/DIMM просто необходимы.

Чаще всего память служит причиной следующих ошибок:

- **ошибки четности**, генерируемые системной платой;
- **общие ошибки защиты**, вызванные повреждением данных запущенной программы в памяти, что приводит к остановке приложения (часто они вызваны ошибками программ);
- **критические ошибки исключений**, возникающие при выполнении программой недопустимых инструкций, при доступе к некорректным данным или некорректном уровне привилегий операции;
- **ошибки деления**, вызванные попыткой деления на нуль, которая приводит к невозможности записи результата в регистр памяти.

Некоторые из приведенных типов ошибок могут быть следствием аппаратных (сбои в цепи питания, статические заряды и т.д.) или программных (некорректно написанные драйверы устройств, ошибки в прошивках и т.д.) сбоев.

Если причиной возникновения ошибок является оперативная память, следует воспользоваться помощью либо одной программы тестирования, либо нескольких диагностических приложений.

Многие допускают существенную ошибку в использовании диагностических программ, например выполняют диагностику с включенным системным кэшированием. Это затрудняет тестирование, поскольку в большинстве систем используется так называемый кэш с обратной записью. Принцип его работы состоит в том, что данные, записываемые в основную память, в первую очередь записываются в кэш. Поскольку диагностическая программа изначально записывает данные и затем сразу же их считывает, данные считываются из кэша, а не из основной памяти. При этом тестирование проводится очень быстро, но проверка подвергается лишь сам кэш. Таким образом, обязательно отключайте кэширование перед тестированием оперативной памяти. Компьютер будет работать довольно медленно, диагностика отнимет на порядок больше времени, однако проверяться будет именно оперативная память, а не кэш.

При проверке памяти придерживайтесь алгоритма, схематически показанного на рис. 6.19. Теперь ознакомимся с процедурой проверки и устранения ошибок памяти.

1. Включите систему и проследите за выполнением процедуры POST. Если этот тест завершается без ошибок, следовательно, основные параметры памяти успешно проверены. При обнаружении ошибок перейдите к выполнению процедуры локализации дефектов.
2. Перезапустите систему и войдите в программу настройки BIOS. Для этого во время выполнения POST (но до начала процесса загрузки) нажмите клавишу <F2>. Проверьте в параметрах BIOS, совпадает ли объем обнаруженной и установленной памяти. В том случае, если вычисленный объем памяти не соответствует установленному, обратитесь к процедуре локализации дефектов.

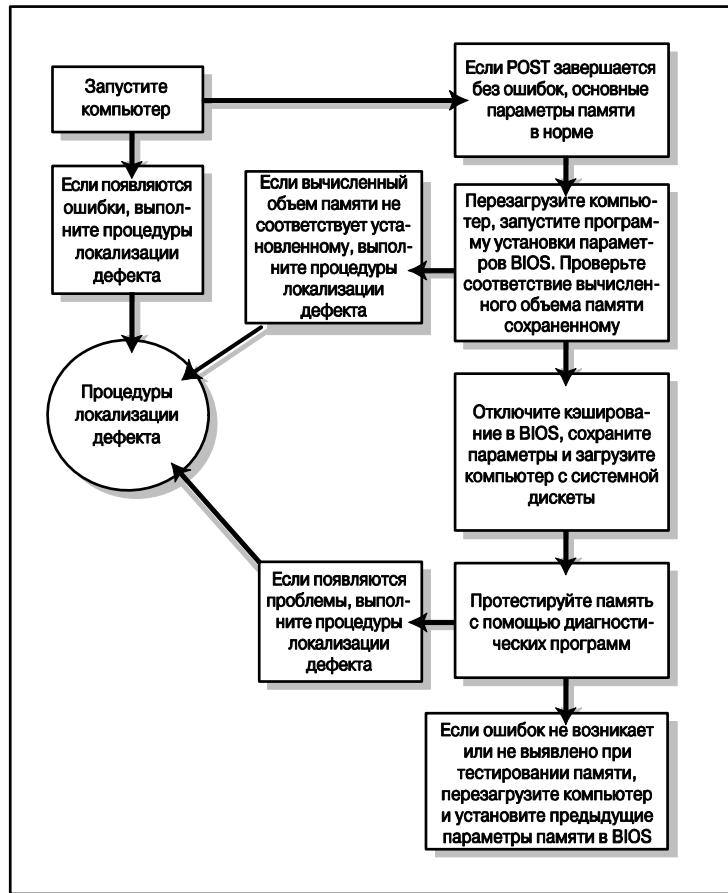


Рис. 6.19. Последовательность тестирования и устранения проблем с памятью

3. В программе настройки BIOS отключите параметры кэширования. На рис. 6.20 представлено типичное меню Advanced BIOS Features, в котором выделены параметры кэш-памяти. Сохраните выполненные изменения и загрузите компьютер с отформатированной системной дискеты, содержащей выбранные диагностические программы. Если в комплект поставки компьютера входил компакт-диск с программами диагностики, можете воспользоваться им. К тому же на рынке доступно множество коммерческих программ диагностики, таких как PC-Technician от Windsor Technologies, Norton System Works от Symantec и Doc Memory от SIMMTester.
4. Следуя инструкциям, появляющимся при выполнении диагностической программы, протестируйте основную и дополнительную (XMS) память. Обычно в таких программах существует специальный режим, допускающий непрерывное циклическое выполнение диагностических процедур. Это позволяет обнаружить периодические ошибки. При выявлении ошибок памяти перейдите к выполнению процедуры локализации дефектов.
5. Отсутствие ошибок при выполнении POST или во время более полного тестирования памяти говорит о ее нормальном функционировании на аппаратном уровне. Перезагрузите компьютер и установите предыдущие параметры памяти в настройках BIOS, в частности включите параметр использования кэш-памяти.

Параметры кэш-памяти, отключаемые в BIOS



Рис. 6.20. Параметры CPU Internal Cache (L1) и CPU External Cache (L2) должны быть отключены в программе настройки BIOS до выполнения проверки памяти; в противном случае результаты тестирования могут оказаться неточными

6. Отсутствие выявленных ошибок при наличии каких-либо проблем говорит о том, что существующие ошибки памяти не могут быть обнаружены стандартными методами или же их причина, вероятно, связана с аппаратным обеспечением. Для более полной проверки модулей SIMM/DIMM на аппаратном тестере обратитесь в сервисный центр. Я бы обратил внимание и на программное обеспечение (в частности, на версии драйверов), блок питания, а также на системное окружение, особенно на источники статического электричества, радиопередатчики и т.п.

Процедуры локализации дефекта памяти

При тестировании памяти, описанном в предыдущем разделе, на некоторых этапах необходимо выполнять процедуры локализации дефекта. Алгоритм их выполнения схематически показан на рис. 6.21.

1. Перезагрузите компьютер и запустите программу настройки BIOS. С помощью меню **Advanced** или **Chipset Setup** установите параметры работы памяти по умолчанию, которые являются наиболее “медленными”. Если временные характеристики памяти заданы вручную, как показано на рис. 6.22, восстановите значения по умолчанию, выбрав пункт **By SPD**.
2. Сохраните выполненные изменения, перезагрузите компьютер и еще раз выполните проверку памяти, используя ранее описанные процедуры тестирования и устранения ошибок памяти. Если проблема решена, следовательно, ее причиной были неверные параметры памяти, установленные в BIOS. В противном случае причиной ошибки, вероятно, являются дефекты модулей памяти, поэтому переходите к следующему этапу.

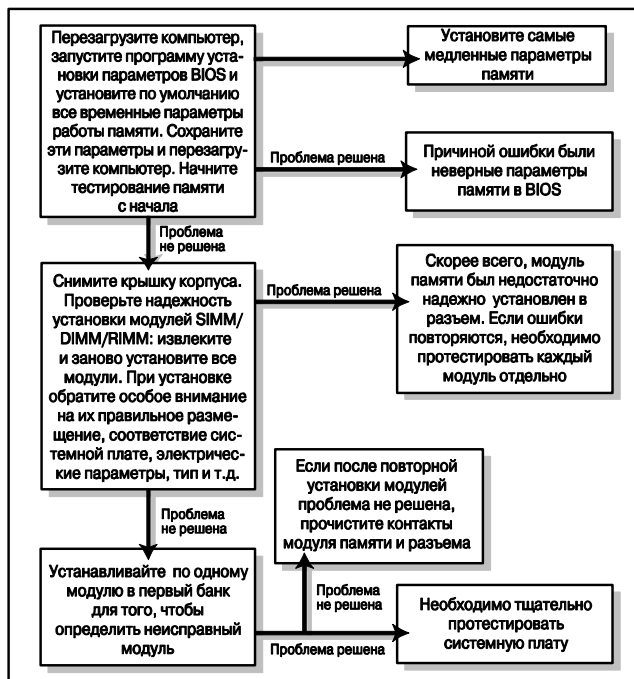
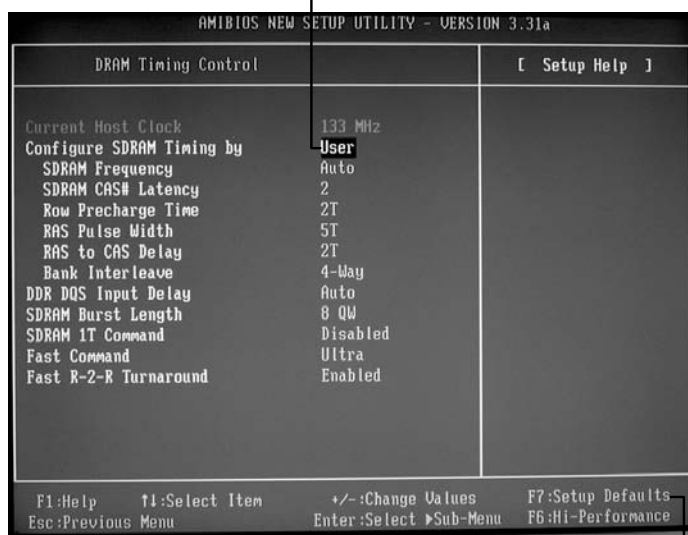


Рис. 6.21. Придерживайтесь этого алгоритма, если после выполнения действий, указанных на рис. 6.19, по-прежнему возникают ошибки памяти

Задайте для этого параметра значение SPD, чтобы восстановить временные настройки модуля по умолчанию



Нажмите клавишу <F7>, чтобы загрузить настройки памяти в BIOS по умолчанию

Рис. 6.22. В этой системе используются измененные настройки памяти, что может привести к нестабильной работе

3. Для получения физического доступа к модулям SIMM/DIMM/RIMM, расположенным на системной плате, снимите крышку корпуса. Определите компоновку банков памяти данной системы. Для этого можете воспользоваться документацией или схемами, помещенными на саму материнскую плату. Имейте в виду, что при тестировании двухканальной памяти обе извлекаемые на следующем этапе микросхемы должны находиться в каналах А и В одного и того же логического банка.
4. Извлеките все модули памяти, кроме относящихся к первому банку, и повторите ранее описанные процедуры тестирования. Если при удалении первого банка памяти проблема исчезает, следовательно, ее причина связана именно с этим банком.
5. Замените модули первого банка памяти, желательно гарантированно работающими, и повторите тест. Если после повторной установки и проверки всех модулей проблема не исчезнет, вероятно, ее причина связана с неисправностью самой системной платы (возможно, с одним из разъемов памяти). Замените системную плату и выполните повторную проверку.
6. Если при проверке первого банка памяти проблема была решена, следовательно, ее причина кроется в одном из временно удаленных модулей. Установите модули следующего банка памяти и выполните повторную проверку. Если проблема снова появилась, следовательно, один из модулей и этого банка памяти неисправен. Выполняйте проверку банков памяти, пока не обнаружите все дефектные модули.
7. Выполняйте ранее описанные действия до тех пор, пока не проверите и не установите модули всех банков памяти. Если после повторной установки модулей проблема исчезла, возможно, она была вызвана недостаточной проводимостью контактов модулей памяти и разъемов. Часто для решения подобной проблемы достаточно почистить контакты или же просто извлечь и заново установить модули SIMM/DIMM.

Логическая организация памяти

Адресное пространство первого ПК составляло всего 1 Мбайт, при этом верхние 384 Кбайт были зарезервированы для использования самой системой. Размещение зарезервированного пространства в верхней области (между 640 Кбайт и 1 Мбайт) вместо использования нижней области памяти (между 0 и 384 Кбайт) привело к появлению так называемого *барьера основной памяти*. Постоянная необходимость совмещать систему и периферийное оборудование и сегодня не всегда позволяет разработчикам отступать от стандартной конфигурации первого ПК. Вот почему вопросы распределения памяти в современных персональных компьютерах так и остались неразрешенными. Несмотря на то что со времени появления первого ПК прошло более 20 лет, в системах с процессорами Core 2 Extreme и Athlon 64 X2 по-прежнему используется то же распределение памяти, что и в первых компьютерах.

Рассмотрим вопрос логической организации памяти в исторической перспективе. Существуют два основных режима работы компьютера, которые сильно отличаются один от другого. Первые ПК на базе процессора Intel 8088 могли выполнять только 16-разрядные инструкции, и этот режим был назван *реальным* режимом процессора. Эти первые процессоры позволяли адресовать до 1 Мбайт памяти, последние 384 Кбайт которой были зарезервированы для использования видеокартами (в качестве видеопамати), прочими адаптерами (для выгрузки собственной системы BIOS и хранения буферов памяти) и самой материнской платой (также для выгрузки BIOS).

Процессоры 286 позволяли адресовать уже 16 Мбайт оперативной памяти. Для ее использования процессор должен был переходить в так называемый *защищенный* режим. К сожалению, все операционные системы того времени позволяли адресовать только первый мегабайт памяти, так что программам, которым требовался больший объем, приходилось прибегать к помощи разного рода дополнительных драйверов. Только с помощью таких приемов в DOS и Windows 3.x стало возможным получать доступ к первым 16 Мбайт памяти. Одна из сложно-

стей состояла в том, что доступная операционной системе область памяти была сегментированной. Ей были доступны первые 360 Кбайт и последние 15 Мбайт; 385 Кбайт, лежащие между ними, оставались зарезервированными для аппаратных нужд.

Когда в 1985 году компания Intel выпустила первый 32-разрядный процессор (386DX), произошли серьезные изменения в архитектуре памяти. Теперь процессор уже мог адресовать до 4 Гбайт оперативной памяти, однако она была доступна только в 32-разрядном *защищенном* режиме, в котором могли выполняться только 32-разрядные инструкции. Этот режим был предназначен для новых, более совершенных операционных систем, таких как Windows 9x/NT/2000/XP/Vista, Linux, OS/2, Unix и др. На смену старой пришла новая архитектура памяти, с которой могло работать 32-разрядное программное обеспечение. К сожалению, до появления первой 32-разрядной операционной системы оставалось еще десять лет. С точки зрения программных инструкций все процессоры начиная с 386 являются всего лишь его ускоренными версиями. Если не учитывать дополнительные инструкции работы с мультимедиа MMX и SSE (или 3DNow! в процессорах от AMD), даже процессоры Pentium 4 и Athlon представляли всего лишь разогнанные версии процессора 386. И что еще более интересно, 64-разрядные процессоры для серверных систем, такие как Intel Itanium и AMD Opteron, также можно отнести к этой категории, поскольку на них выполнялось все то же 32-разрядное программное обеспечение.

Основная проблема состояла в том, что 32-разрядные процессоры имели два совершенно различных режима работы, каждый из которых использовал свою архитектуру памяти. Из соображений обратной совместимости эти процессоры могут работать в реальном режиме, обслуживая только 16-разрядные программы, способные обращаться только к первым одному или шестнадцати мегабайтам памяти (в зависимости от того, как они были написаны). К примеру, 16-разрядные драйверы могут быть загружены только в первый мегабайт памяти и только к нему могут обращаться. В категорию 16-разрядных программ входят системная BIOS, включая процедуру POST, программа настройки BIOS, загрузочный код и все внутренние драйверы. Причиной этого является то, что при включении питания компьютера все Intel-совместимые процессоры начинают работу в реальном режиме. Процессоры переключаются в защищенный режим только инструкциями загружаемой 32-разрядной операционной системы.

Переключение в 32-разрядный защищенный режим происходит на начальной стадии загрузки операционной системы. После этого загружаются все 32-разрядные драйверы устройств и только затем — все остальные компоненты операционной системы. Находясь в защищенном режиме, операционная система и все программы могут обращаться ко всей памяти, установленной в системе, вплоть до верхнего предела процессора (в процессорах, начиная с Pentium II, это 64 Гбайт). Аналогично происходит переключение 64-разрядных процессоров в защищенный режим при загрузке 64-разрядной операционной системы.

Простите за тавтологию, но основной проблемой защищенного режима является его защищенность. Свое название этот режим получил из-за того, что в нем обращаться к устройствам могут только драйверы. Программы, загружаемые операционной системой (например, двойным щелчком в значке в Windows), не могут обращаться напрямую к памяти или какому-либо устройству. Эта защита была введена для того, чтобы некорректные действия одной программы не могли нарушить общую работоспособность системы. Если вы уже работали в Windows, то наверняка сталкивались с ситуацией, когда внезапно открывается окно с сообщением, что программа выполнила недопустимую операцию и будет закрыта.

Программы диагностики по своей природе должны напрямую обращаться к оборудованию. Это значит, что в среде операционных систем, работающих в защищенном режиме (таких, как Windows 9x/NT/2000/XP/Vista и Linux), возможности тестирования ограничены. Для выполнения полного тестирования необходимо загрузиться с дискеты или компакт-диска DOS или прервать загрузку Windows с помощью клавиши <F8> и выбрать в меню режим поддержки командной строки. В системах семейства Windows 9x (кроме Windows Me)

можно выполнить перезагрузку в режим MS-DOS. Большинство профессиональных программ диагностики содержат собственные 16-разрядные операционные системы, позволяющие обращаться ко всей памяти даже из DOS. Работая в операционных системах Windows 2000 и XP, можно отформатировать загрузочную дискету MS-DOS, установив соответствующий флажок в диалоговом окне форматирования. Это окно открывается после щелчка правой кнопкой мыши на значке дисковода в окне **Мой компьютер** и выбора в контекстном меню пункта **Форматировать** (Windows 2000/XP) или с помощью меню **Форматировать** в окне **Компьютер** (Windows Vista).

К примеру, после загрузки с загрузочного диска Windows 9x на самом деле запускается 16-разрядная версия DOS, и, если вам нужен доступ к приводу оптических дисков (к примеру, для установки Windows), с этого же диска необходимо загрузить соответствующий 16-разрядный драйвер устройства. В этом режиме можно выполнять разбиение жесткого диска на разделы и их форматирование, устанавливать Windows и выполнять полноценную диагностику системы. Все OEM-версии Windows 98 и более новые поставляются на загрузочных компакт-дисках, так что, если система поддерживает загрузку с компакт-диска, установите в настройках BIOS привод CD-ROM в качестве первого загрузочного устройства. Таким образом можно избежать необходимости создания отдельной загрузочной дискеты.

Подытожим сказанное. Даже несмотря на то, что сегодня система MS-DOS не находит широкого применения в компьютерном мире, такие операции, как установка и конфигурирование системы, а также полноценное тестирование устройств и восстановление данных, все же необходимо выполнять в среде 16-разрядной ОС. В этом режиме архитектура системы изменяется, становится доступным меньший объем памяти, в результате чего все программное обеспечение (т.е. 16-разрядные драйверы и код приложений) должно вписаться в первые 1 Мбайт (или в 640 Кбайт) оперативной памяти.

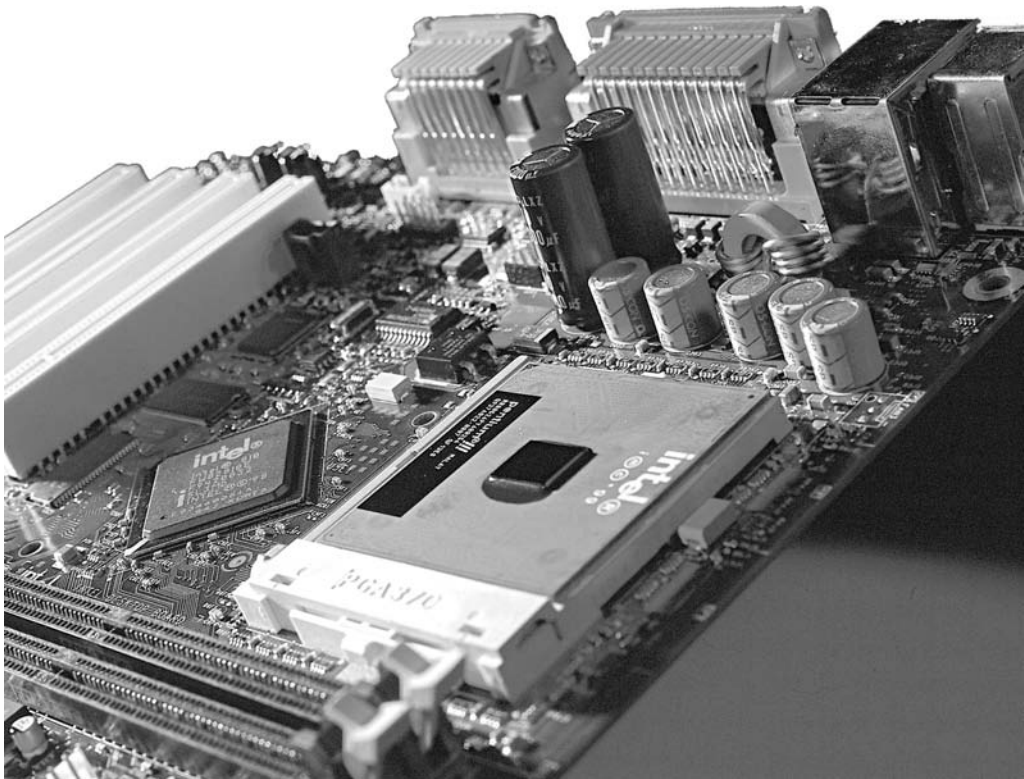
Области системной памяти, включая верхние 384 Кбайт первого мегабайта (используемые для BIOS адаптеров и материнской платы, а также для видеопамати), являются частью общей архитектуры компьютера. Они существуют независимо от того, какие приложения запускаются: 16- или 32/64-разрядные. В то же время ограничения на их использование в 16-разрядной среде более строгие. Современные 32-разрядные операционные системы Windows 9x/2000/XP/Vista и Linux, под управлением которых работает большинство компьютерных систем, а также их 64-разрядные версии автоматически управляют использованием оперативной памяти. Это значит, что нет никакой необходимости управлять распределением памяти вручную, что было характерно для 16-разрядных операционных систем.

Если в силу тех или иных обстоятельств вам приходится работать в DOS или 16-разрядных версиях Windows или если в системе установлены старые адаптеры ISA, EISA, MCA и VL-Bus, необходимо четко понимать логическую карту памяти, чтобы избежать конфликтов между устройствами и оптимизировать общую производительность системы.

Более подробно о структуре логической памяти и методах оптимизации ее использования можно узнать из главы 6 предыдущего издания данной книги, электронная версия которого доступна на прилагаемом диске.

Глава 7

Интерфейс ATA/IDE



Краткий обзор

Интерфейс, используемый для подключения жестких дисков и оптических накопителей к современному компьютеру, обычно называют *IDE* (Integrated Drive Electronics — встроенный интерфейс накопителей); однако я всегда подчеркиваю, что официальное название интерфейса — *ATA* (AT Attachment). В нем отражено то, что данный интерфейс изначально был предназначен для подключения комбинации накопителя и контроллера к 16-разрядной шине представленного в 1984 году компьютера IBM AT, а также совместимых с ним. Шина AT больше известна как ISA (Industry Standard Architecture — архитектура шины промышленного стандарта). Хотя официально интерфейс называется *ATA*, часто используется маркетинговое название *IDE*, которое некоторые производители накопителей также применяют для описания комбинации накопителя и контроллера *ATA*. Название *Integrated Drive Electronics* говорит о том, что электроника интерфейса или контроллера встроена в накопитель, а не расположена на отдельной плате, как в устройствах предыдущих поколений. Поэтому, несмотря на официальное “техническое” название *ATA*, название *IDE* получило гораздо большее распространение. Но выход из подобной ситуации, безусловно, существует: под *IDE* следует понимать любой интерфейс накопителя, который характеризуется встроенным контроллером, в то время как под *ATA* — конкретную реализацию *IDE*, используемую в большинстве современных ПК.

На протяжении многих лет интерфейс *ATA* использовался для подключения не только жестких дисков, но и оптических накопителей (CD и DVD), накопителей на гибких магнитных дисках (дискетках), приводов SuperDisk и Zip, а также некоторых накопителей на магнитной ленте. Несмотря на то что *ATA* все еще считается, прежде всего, интерфейсом для подключения жестких дисков; к его предшественникам относились интерфейсы, предполагающие использование комбинации из жесткого диска и отдельной платы контроллера. В настоящей главе рассматриваются стандартная параллельная версия *ATA*, а также новый последовательный интерфейс Serial *ATA*. Кроме того, здесь кратко упоминаются исходные интерфейсы, на основе которых возник *ATA*. Поскольку интерфейс *ATA* напрямую интегрирован практически во все наборы микросхем, это основной интерфейс подключения устройств хранения, используемый в большинстве ПК.

Изначально *ATA* представлял собой 16-разрядный параллельный интерфейс, что означает возможность одновременной передачи по кабелю 16 бит данных. Новый интерфейс, который называется *Serial ATA*, был официально представлен в конце 2000 года; впервые он появился в настольных системах в 2003 году, а в портативных компьютерах — в конце 2005 года. Интерфейс Serial *ATA* (*SATA*) передает данные по кабелю по одному биту за такт, что означает возможность использования более тонких кабелей, а также обеспечение более высокого быстродействия благодаря меньшим задержкам и скорости передачи данных. *SATA* — совершенно новый физический интерфейс, однако на программном уровне он совместим с предыдущей реализацией *ATA*, которая в последнее время получила новое название — *Parallel ATA* (параллельный *ATA*). В настоящей книге под *ATA* подразумевается как параллельная, так и последовательная версия этого интерфейса. При указании параллельной версии будет использоваться название *Parallel ATA* (*PATA*), а последовательной — *Serial ATA* (*SATA*).

История развития интерфейса IDE

За время существования персональных компьютеров использовалось множество интерфейсов подключения жестких дисков. С каждым новым поколением компьютеров появляются новые интерфейсы, в то же время старые отмирают и в современных системах не используются.

Основная функция контроллера накопителя, или интерфейса, — передача данных из системы в накопитель и обратно. От типа интерфейса зависит, с какой скоростью будут осуществляться эти операции, что во многом определяет общую производительность компьютера. Приводимые в технической литературе статистические данные не всегда точно отражают истинное положение дел. Я постараюсь отделить мифы, основанные на чересчур завышенных показателях, от реальности.

За время существования ПК было разработано несколько интерфейсов. В табл. 7.1 приведены типы интерфейсов и период их использования.

Таблица 7.1. Интерфейсы жестких дисков

Интерфейс	Когда использовался
ST-506/412	1978–1989 годы (устарел)
ESDI	1983–1991 годы (устарел)
IDE (не ATA)	1987–1993 годы (устарел)
SCSI	С 1986 года по настоящее время
IDE	С 1986 года по настоящее время
Serial ATA	С 2003 года по настоящее время

Из них только первые два можно считать настоящими интерфейсами между контроллером и диском, и все они устарели. Версии интерфейса IDE (не ATA) использовались в основном в системах PS/2 и тоже отжили свое. Современные SCSI, ATA и SATA — это интерфейсы системного уровня, в которых контроллер одного из первых двух типов выполнен в виде набора микросхем и встроены в диск. Например, в большинстве дисков SCSI, IDE и SATA установлено устройство, собранное по той же схеме, что и автономный контроллер ESDI. В интерфейсе SCSI между контроллером и системной шиной вводится еще один уровень организации данных и управления, а IDE и SATA взаимодействуют непосредственно с системной шиной. Несмотря на эти отличия платы SCSI, ATA и Serial ATA именуются не *платами контроллера*, а *адаптерами интерфейса*, так как реальные контроллеры встраиваются непосредственно в накопителя на жестких дисках. Практически все современные накопители подключаются к ПК с помощью интерфейсов ATA, Serial ATA и SCSI.

Происхождение IDE

Как уже отмечалось, *IDE* (Integrated Drive Electronics) — это обобщающий термин, применимый практически к каждому дисководу со встроенным контроллером. Хотя, говоря “IDE”, мы обычно подразумеваем конкретную реализацию этого интерфейса, называемую *ATA*. Комбинирование контроллера и привода в одном устройстве существенно упрощает процесс установки, поскольку устройство и контроллер не нужно соединять отдельным шлейфом. При этом общее количество компонентов уменьшается, пути прохождения сигналов становятся короче, а электрические соединения — более помехоустойчивыми. В результате данная конфигурация выигрывает в отношении как себестоимости, так и надежности.

Объединяя контроллер (в том числе входящий в его состав шифратор/дешифратор) с жестким диском, удается существенно повысить надежность воспроизведения данных по сравнению с системами, в которых используются автономные контроллеры (ST506 и ESDI). Происходит это потому, что кодирование данных и их преобразование из цифровой формы в аналоговую (и наоборот) осуществляется непосредственно в жестком диске при меньшем уровне внешних помех. В результате аналоговые сигналы, временные параметры которых весьма критичны, не передаются по плоским кабелям, где они могли бы “набрать” помех; кроме того, при передаче сигналов по кабелям могут возникнуть непредсказуемые задержки их распространения. В конечном счете совмещение контроллера и жесткого диска в едином блоке позволило повысить тактовую частоту шифратора/дешифратора, плотность размещения данных на носителе и общее быстродействие системы.

Интеграция контроллера в жесткий диск освободила разработчиков от необходимости строго следовать стандартам, что было неизбежно при использовании прежних интерфейсов. Взаимно согласованная и “подогнанная” пара “жесткий диск–контроллер” обладает гораздо большим быстродействием по сравнению с прежними комбинациями автономных устройств.

Ранние диски IDE назывались *жесткими платами* и представляли собой нечто иное, как упакованные в один корпус контроллеры и диски, вставляемые в качестве единого устройства в специальный разъем. Некоторые компании, например Plus Development (подразделение Quantum), поступали следующим образом: прикрепляли небольшие жесткие диски формата

3,5 дюйма (в стандарте ST-506/412 или ESDI) непосредственно к платам стандартных контроллеров. Полученный модуль вставлялся в разъем шины, как обычный контроллер жесткого диска. Но когда тяжелый, вибрирующий жесткий диск устанавливается в разъем расширения и крепится всего одним винтом, это, естественно, — далеко не лучшая ситуация, не говоря уже о том, что такой модуль упирается в соседние платы, поскольку он намного толще обычного адаптера.

Некоторые компании пошли другим путем и переработали конструкцию контроллера, установив его вместо платы управления в стандартном жестком диске. При этом сам жесткий диск монтируется обычным образом в предназначенном для него отсеке. Конечно, как и любое другое устройство компьютера, встроенный контроллер таких жестких дисков необходимо подключать к шине. Делается это с помощью кабеля, соединяющего жесткий диск с одним из разъемов. Такой подход стал прародителем интерфейса IDE.

Интерфейсы IDE для различных системных шин

Существуют следующие основные разновидности IDE, рассчитанные на взаимодействие со стандартными шинами.

- Serial AT Attachment (SATA)
- Параллельный ATA IDE (16-разрядная шина ISA)
- XT IDE (8-разрядная шина ISA)
- MCA IDE (16-разрядная шина MCA)

В настоящее время из всех перечисленных типов используются только версии ATA. Уже появились более быстрые и мощные версии интерфейсов ATA и SATA; в частности, улучшенные варианты ATA получили название *ATA-2* и далее. Иногда эти версии называют также *EIDE* (Enhanced IDE), *Fast-ATA*, *Ultra-ATA* или *Ultra-DMA*. Несмотря на все возможности последней версии ATA-7, в целом интерфейс SATA демонстрирует более высокую производительность и функциональность.

В 1987 году компания IBM разработала накопители IDE микроканальной архитектуры MCA (Micro Channel Architecture), предназначенные для систем типа PS/2 модели 70 и подключаемые к системной шине с помощью адаптера, именуемого промежуточной или “коробочной” платой. Для реализации шинного адаптера подобного типа (также называемого интерфейсной платой) требовалось лишь несколько микросхем буферизации, без использования реальной интегральной схемы, так как встроенные в жесткие диски IDE контроллеры разрабатывались с учетом прямого подключения к шине. Название “коробочная плата” произошло от внешнего сходства адаптера с портативными игровыми приставками или адаптерами джойстиков, в которых содержится лишь несколько электронных схем. В накопителях MCA IDE применялись нестандартные 72-контактные разъемы, предназначенные только для систем с шиной MCA.

Накопители IDE с 8-разрядным интерфейсом впервые появились в 8-разрядных системах ISA, к которым относится, например, компьютер PS/2 модели 30. В интерфейсе IDE систем XT также использовались 40-контактные разъемы, которые похожи на разъемы, применяемые в 16-разрядных моделях, но не совместимы с ними. Версии MCA и XT интерфейса IDE не получили широкого распространения и через несколько лет полностью исчезли с компьютерного рынка.

Примечание

Важно отметить, что в качестве промышленного стандарта был принят только интерфейс ATA IDE. Интерфейсы XT IDE и MCA IDE никогда таковыми не являлись и поэтому не получили широкого распространения. Эти интерфейсы сняты с производства — во всяком случае в новых компьютерах они не используются.

В большинстве новых компьютеров по крайней мере два разъема ATA установлены непосредственно на системной плате. Кроме того, иногда присутствует еще два разъема для уста-

новки дополнительных дисков ATA, работающих в качестве независимых устройств или же массива RAID. Если каких-либо разъемов нет, то для подключения к компьютеру накопителя ATA IDE можно использовать дополнительную плату адаптера с разъемом ISA или PCI. На некоторых платах монтируются дополнительные устройства, например специализированная ROM BIOS или кэш-память.

В настоящее время используются только параллельные и последовательные ATA-версии интерфейса IDE, о которых и пойдет речь в этой главе.

Происхождение ATA

Прототип накопителя ATA IDE, или 40-контактный разъем IDE, был разработан совместными усилиями компаний CDC, Western Digital и Compaq. Первым устройством ATA IDE стал жесткий диск формата 5,25 дюйма и емкостью 40 Мбайт, выпущенный CDC. В нем использовался встроенный контроллер компании Western Digital, а устанавливались эти диски в первых компьютерах Compaq 386 (1986 год). Помнится, когда этот диск был впервые представлен на ярмарке Comdex в 1986 году, меня больше всего поразили широкий 40-жильный шлейф и зеленый мерцающий индикатор (до этого все индикаторы активности устройств были красными).

Компания Compaq впервые представила в выпускаемых компьютерах специальный шинный адаптер, обеспечивший подключение 98-контактного краевого разъема шины AT (также известной как ISA), расположенного на системной плате, к меньшему 40-контактному разъему, применяемому для соединения с накопителем. 40-контактного разъема оказалось вполне достаточно, поскольку контроллеру жесткого диска хватало 40 линий шины ISA. В меньших по размеру 2,5-дюймовых накопителях ATA, применяемых в портативных компьютерах, используется расширенный 44-контактный разъем, содержащий дополнительные контакты питания. Стандартному контроллеру жесткого диска AT требуются только сигнальные контакты оригинальной шины ISA, поддерживаемые шиной ATA. Например, поскольку первичный контроллер диска AT задействует лишь линию запроса прерывания 14 (IRQ 14), основной разъем системной платы ATA предоставляет только эту линию запроса, не требуя использования других линий IRQ. Даже в том случае, если интерфейс ATA встроен в такой компонент набора микросхем системной логики, как южный мост или контроллер ввода-вывода (что типично для современных компьютеров), и работает на высоких тактовых частотах шины данных, схема расположения выводов и функциональное назначение контактов не отличаются от оригинальной конструкции шины ISA.

Примечание

Многие пользователи полагают, что в компьютерах, в которых разъем IDE установлен на системной плате, контроллер жесткого диска расположен на ней же. На самом деле это не так: контроллер находится в самом жестком диске. Несмотря на то что интегрированные в материнскую плату порты ATA часто называют *контроллерами*, с технической точки зрения их правильнее было бы называть *адаптерами контроллеров* (хотя мне никогда не приходилось слышать такой термин), т.е. устройствами, подключающими контроллер к шине.

Через некоторое время 40-контактный разъем и метод построения дискового интерфейса были представлены на рассмотрение в Комитет по стандартам при ANSI. Совместными усилиями этого института и компаний-изготовителей были устранены некоторые шероховатости, “подчищены хвосты”, и в марте 1989 года был опубликован стандарт на интерфейсы, известный как *САМ АТА*. Однако еще до появления этого стандарта многие компании, например Conner Peripherals, вслед за CDC внесли некоторые изменения в первоначальную конструкцию. В результате многие старые накопители ATA очень трудно объединять в двух-дисковую конфигурацию, принятую в современных системах. К началу 1990-х годов большинство производителей жестких дисков привели выпускаемые устройства в соответствие официальному стандарту, что решило все проблемы совместимости.

Некоторые разделы стандарта ATA не конкретизированы, и изготовителям предоставлена определенная свобода творчества при введении собственных команд и функций. Кстати,

именно поэтому низкоуровневое форматирование накопителей IDE превратилось в столь сложную проблему. Программа форматирования при перезаписи заголовков секторов и создании карты дефектов должна обладать возможностью использования набора команд, разработанного для конкретной модели жесткого диска. К сожалению, при таком подходе размывается само понятие “стандарт”. Большинство производителей жестких дисков публикуют программы низкоуровневого форматирования на своих сайтах поддержки.

Примечание

Многие путают 16- и 32-разрядные подключения жестких дисков с 16- и 32-разрядными шинами. Подключение к шине PCI позволяет установить 32-разрядное (а в некоторых версиях и 64-разрядное) соединение между шиной и управляющим интерфейсом ATA, который обычно находится в южном мосте или контроллере ввода-вывода набора микросхем системной логики. В то же время параллельный интерфейс PATA между управляющим интерфейсом и самим устройством является 16-разрядным. Таким образом, одновременная передача данных между устройством и управляющим интерфейсом на материнской плате осуществляется всего по 16 каналам. Несмотря на это тактовая частота интерфейса ATA достаточно высока, чтобы обслужить один или два жестких диска при полной утилизации 16-разрядного канала. То же самое справедливо и для интерфейса SATA: несмотря на то что одновременно передается только один бит, этот интерфейс способен обеспечить экстремально высокие скорости передачи данных.

Стандартная шина PATA представляет собой 16-разрядный параллельный интерфейс, т.е. по интерфейсному кабелю одновременно передается 16 бит данных (разрядов). Интерфейс SATA обеспечивает одновременную передачу по кабелю только одного бита данных, что позволяет уменьшить геометрические размеры используемого кабеля и обеспечить более высокую эффективность его работы, которая достигается за счет повышения циклической частоты передачи информации. На рис. 7.1 сравниваются размеры кабелей питания и данных шины SATA с геометрическими параметрами кабелей для параллельного интерфейса ATA (PATA).

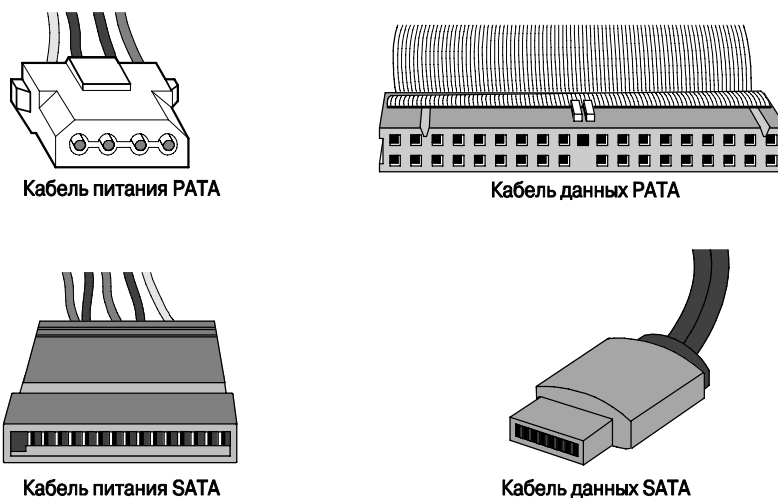


Рис. 7.1. Кабели питания/данных SATA обладают гораздо меньшим размером, чем кабели параллельного интерфейса ATA

Основным преимуществом накопителей ATA по сравнению со старыми интерфейсами, созданными на основе отдельных контроллеров, а также более современными хост-интерфейсами шины данных, к которым относятся SCSI и IEEE-1394 (iLink или FireWire), является их низкая стоимость. Отсутствие отдельных контроллеров или хост-адаптеров позволяет упростить структуру кабельного соединения, благодаря чему стоимость накопителей ATA значительно ниже, чем стоимость комбинации стандартного контроллера и накопителя.

В контексте рабочих характеристик накопители ATA являются одними из наиболее эффективных устройств, несмотря на то что могут быть отнесены и к числу довольно низкопроизводительных. Противоречивость этих утверждений стала результатом широкого разнообразия накопителей данного типа. Каждый накопитель по-своему уникален, поэтому сделать какие-либо обобщения практически невозможно. Тем не менее модели высокого класса по своим рабочим характеристикам ничем не уступают накопителям других типов, представленным на рынке однопользовательских однозадачных операционных систем.

Стандарты ATA

В настоящее время развитием интерфейса ATA занимается независимая группа, включающая в себя представителей различных компаний-разработчиков ПК, жестких дисков и комплектующих. Эта группа, получившая название *Технический комитет T13* (www.t13.org), отвечает за развитие всех стандартов интерфейсов Serial и Parallel AT Attachment. Комитет T13 входит в Интернациональный комитет по стандартам информационных технологий (International Committee on Information Technology Standards — INCITS), который работает в соответствии с правилами государственной организации ANSI (Национальный институт стандартизации США). Для создания стандартов SATA была сформирована группа, получившая название *Serial ATA Workgroup* (www.serialata.org), которая затем передала свои разработки Комитету T13 для завершения и официальной публикации. В последние стандарты ATA-7 и ATA-8 вошли требования к последовательному и параллельному интерфейсам ATA.

Правила, разрабатываемые этими комитетами, предназначены для согласования стандартов производителей, вовлеченных в этот технологический сектор рынка. В частности, Международный комитет стандартов информационных технологий (INCITS) разрабатывает стандарты систем обработки информации, в то время как Институт стандартизации ANSI утверждает процесс разработки этих стандартов и публикует их. Поскольку Комитет T13 по своей сути является общественной организацией, все рабочие проекты и их обсуждения открыты для публичного доступа.

Копии всех опубликованных стандартов можно заказать на сайтах ANSI (www.ansi.org) или Global Engineering Document (<http://global.ish.com>). Черновые версии стандартов можно загрузить с сайтов комитета T13 и организации SATA-IO.

На данный момент рассмотрены и утверждены следующие стандарты ATA.

- ATA-1
- ATA-2 (также называется Fast-ATA, Fast-ATA-2 или EIDE)
- ATA-3
- ATA-4 (также называется Ultra-ATA/33)
- ATA-5 (также называется Ultra-ATA/66)
- ATA-6 (также называется Ultra-ATA/100)
- ATA-7 (также называется Ultra-ATA/133 или SATA)
- ATA-8 (также называется Ultra-ATA/133 или SATA)

Начиная с ATA-1, новые версии интерфейса ATA и обновленные версии BIOS обеспечивали поддержку более емких и быстрых накопителей, а также устройств других типов, отличных от жестких дисков. В стандарте ATA-2 и всех последующих исходный интерфейс ATA был улучшен в пяти направлениях:

- вторичный канал для подключения двух устройств;
- увеличенная максимальная емкость накопителей;
- увеличенная скорость передачи данных;

- поддержка интерфейса ATAPI (ATA Packet Interface — пакетный интерфейс периферийных устройств);
- поддержка SATA.

Все версии стандарта ATA обратно совместимы, т.е. устройства ATA-1 или ATA-2 будут прекрасно работать с интерфейсом ATA-4 или ATA-5. Каждый последующий стандарт ATA основан на предыдущем. Это означает, что стандарт ATA-8, например, практически полностью соответствует функциональным особенностям ATA-7, но обладает дополнительными функциональными возможностями. Стандарты ATA-7 и ATA-8 содержат требования к параллельному и последовательному интерфейсам ATA.

В табл. 7.2 представлены сведения о существующих стандартах ATA, а их более подробное описание приведено далее.

Таблица 7.2. Стандарты ATA

Стандарт	Предложен, год	Опубликован, год	Прекращен выпуск новых продуктов, год	PIO	DMA	UDMA	Быстродействие параллельного ATA, Мбайт/с	Быстродействие SATA, Мбайт/с	Свойства
ATA-1	1988	1994	1999	0-2	0	---	8,33	---	Поддержка дисков емкостью до 136,9 Гбайт, не встроенная в BIOS
ATA-2	1993	1996	2001	0-4	0-2	---	16,67	---	Трансляция CHS/LBA для работы с дисками емкостью до 8,4 Гбайт
ATA-3	1995	1997	2003	0-4	0-2	---	16,67	---	Поддержка технологии S.M.A.R.T., обязательная поддержка LBA, исключение однословных режимов DMA
ATA-4	1996	1998	---	0-4	0-2	0-2	33,33	---	Режимы Ultra-DMA, поддержка дисков емкостью до 136,9 Гбайт на уровне BIOS
ATA-5	1998	2000	---	0-4	0-2	0-4	66,67	---	Режимы Faster UDMA, новый 80-контактный кабель с автоопределением
ATA-6	2000	2002	---	0-4	0-2	0-5	100,00	---	Режим UDMA с быстродействием 100 Мбайт/с; поддержка дисков емкостью до 144 Пбайт на уровне BIOS
ATA-7	2001	2004	---	0-4	0-2	0-6	133,00	150	Режим UDMA с быстродействием 133 Мбайт/с
ATA-8	2004	---	---	---	---	---	---	300	Незначительные изменения

SMART. Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology (технология самоконтроля с анализом).

Пбайт. Петабайт; 1 Пбайт равен одному квадрильону байтов.

CHS. Cylinder Head Sector (система адресации типа цилиндр/головка/сектор).

LBA. Logical Block Address (адресация логических блоков).

UDMA --- Ultra DMA (Direct Memory Access --- прямой доступ к памяти).

Стандарт ATA-1

Стандарт ATA-1 определяет оригинальный интерфейс AT Attachment (интегрированный интерфейс шины между дисковыми устройствами и адаптером к шине ISA). В спецификации ATA-1 были определены и документированы следующие основные свойства:

- 40/44-контактный разъем и кабель;
- параметры выбора конфигурации диска (ведущий/ведомый);
- параметры сигналов для основных режимов PIO (программируемый ввод-вывод) и DMA (прямой доступ к памяти);
- преобразование параметров накопителя CHS (Cylinder Head Sector) и LBA (Large Block Address) для устройств емкостью до 267386880 секторов (136,9 Гбайт).

Хотя интерфейс ATA-1 используется с 1986 года, работа по его превращению в официальный стандарт началась Комитетом SAM (Common Access Method — общий метод доступа) только в 1988 году. Стандарт ATA-1 был завершен и официально опубликован в 1994 году под названием *ANSI X3.221-1994, AT Attachment Interface for Disk Drives*. Официально его поддержка была прекращена 6 августа 1999 года.

Хотя стандарт ATA-1 теоретически поддерживает диски емкостью до 136,9 Гбайт ($2^{28} - 2^{20} = 267386880$ секторов), он не позволил обойти ограничения BIOS, из-за чего максимальный объем дисков составил 528 Мбайт ($102416 \times 63 = 1032192$ сектора). Ограничения BIOS удалось обойти только в последующих версиях стандарта ATA, поскольку на то время жестких дисков объемом более 528 Мбайт не существовало.

Стандарт ATA-2

Этот стандарт представляет собой расширение первоначального стандарта ATA (IDE); он впервые опубликован в 1996 году. Наиболее существенные дополнения таковы:

- возможность работы в режимах быстрого программного ввода-вывода (Faster PIO) и прямого доступа к памяти (DMA);
- поддержка расширенной системы управления питанием;
- поддержка съемных устройств;
- поддержка устройств PCMCIA (PC Card);
- поддержка команды *Identify Drive*, с помощью которой можно получить дополнительные сведения о диске;
- стандарт CHS/LBA, определенный для дисков емкостью до 8,4 Гбайт.

Наиболее важным нововведением в стандарте ATA-2 была поддержка более быстросействующих режимов PIO и DMA, а также накопителей объемом до 8,4 Гбайт на уровне BIOS, поскольку, несмотря на поддержку стандартом ATA-1 дисков объемом до 136,9 Гбайт, первые версии PC BIOS позволяли работать с дисками объемом не более 528 Мбайт. Добавление функции трансляции параметров позволило увеличить объем поддерживаемых BIOS накопителей до 8,4 Гбайт. Подробнее об этом речь идет далее.

Кроме того, ATA-2 вносит некоторые изменения в команду идентификации жесткого диска, в результате чего появляется возможность передавать в систему более подробные сведения о нем. Это особенно важно как для технологии Plug and Play, так и для совместимости с последующими версиями стандарта.

Стандарт ATA-2 иногда называют Fast-ATA или Fast-ATA-2 (компания Seagate/Quantum), а также — EIDE (Enhanced IDE) (компания Western Digital).

Хотя работа над стандартом ATA-2 была начата в 1993 году, впервые он был опубликован в 1996 году под названием *ANSI X3.279-1996 AT Attachment Interface with Extensions*. Официальная поддержка ATA-2 прекращена в 2001 году.

Стандарт ATA-3

Стандарт ATA-3 предложил незначительные изменения по сравнению со своим предшественником. Среди наиболее заметных нововведений следующие:

- исключение 8-разрядного протокола передачи данных по каналам DMA;
- технология самоконтроля с анализом S.M.A.R.T. (Self Monitoring Analysis and Report Technology) для предсказания снижения быстродействия устройства;
- поддержка режима LBA стала обязательной (раньше она таковой не являлась);
- добавлен режим Security ATA, позволяющий защитить паролем доступ к устройству;
- приведены рекомендации относительно терминаторов шины для обеспечения повышенной помехоустойчивости при высоких скоростях передачи данных.

Стандарт ATA-3 базируется на стандарте ATA-2, но обеспечивает более высокую надежность, особенно при использовании режимов обмена данными PIO Mode 4; однако в нем не определено ни одного более быстродействующего режима. При этом были добавлены такие функции, как защита паролем, расширенное управление электропитанием, а также поддержка технологии S.M.A.R.T. Это позволяет накопителю контролировать свое состояние и в случае обнаружения проблем сообщать об этом, благодаря чему предотвращается потеря данных. Технология S.M.A.R.T. изначально была разработана компанией IBM.

Работа над стандартом ATA-3 была начата в 1995 году, а опубликован он в 1997 году под названием *ANSI X3.298-1997, AT Attachment 3 Interface*. Официальная поддержка стандарта ATA-3 прекращена в 2002 году.

Стандарт ATA/ATAPI-4

Спецификация ATA-4 была опубликована в 1998 году. В соответствии с ней пакетный интерфейс ATAPI рассматривается как полноправный, а не вспомогательный интерфейс ATA, причем полностью совместимый с ним. Это позволило подключать к стандартному интерфейсу такие устройства, как приводы оптических дисков CD-ROM и CD-RW, приводы гибких дисков LS-120 SuperDisk, Zip-устройства, ленточные накопители и т.д. До этого времени стандарт ATAPI был формально отделен от ATA. Кроме того, ATA-4 поддерживает режимы Ultra-DMA (называемые также Ultra-ATA) для еще более быстрой передачи данных. Режим с самым высоким эксплуатационным показателем, называемый DMA/33, имеет пропускную способность 33 Мбайт/с.

Основные нововведения стандарта ATA-4 следующие:

- режим передачи данных Ultra-DMA, обеспечивающий скорость до 33 Мбайт/с;
- интегрированная поддержка ATAPI;
- поддержка расширенного управления питанием;
- новый 80-жильный 40-контактный кабель, обладающий повышенной помехозащищенностью;
- поддержка защищенной области жесткого диска (HPA);
- поддержка Compact Flash Adapter (CFA);
- улучшенная BIOS с поддержкой дисков большой емкости (более 9,4 трлн. Гбайт), хотя стандарт ATA по-прежнему ограничен максимальным объемом 136,9 Гбайт.

Степень поддержки и скорость интерфейса ATA в системе определяются главным образом набором микросхем используемой системной платы. Большинство микросхем системной логики поставляются с такими компонентами, как микросхемы южного моста или контроллера ввода-вывода, поддерживающие интерфейс ATA (а также другие функции). Чтобы узнать, поддерживает ли материнская плата режимы ATA/33, ATA/66, ATA/100 и ATA/133, прочитайте документацию к системной плате или ее набору микросхем. Можно также запустить программу настройки BIOS, открыть меню с пользовательскими настройками жесткого диска и просмотреть перечисленные режимы Ultra-DMA (если таковые имеются). Большинство системных плат, выпущенных в 1998 году, поддерживают ATA/33; начиная с 2000 года

платы поддерживают режим ATA/66, а с конца 2000 года — режим ATA/100. Системные платы, выпускаемые со середины 2002 года, поддерживают режим ATA/133.

Стандарт ATA-4 ввел поддержку ATAPI в свой состав. Таким образом, ATAPI перестал существовать как отдельный интерфейс, независимый от ATA. Это позволило использовать ATA в качестве интерфейса других устройств. Кроме того, в стандарт ATA-4 была добавлена поддержка высокоскоростных режимов передачи данных Ultra-DMA. Так, режим UDMA/33 имел пропускную способность 33 Мбайт/с, что вдвое выше, чем у ранее использовавшихся режимов PIO и DMA. Режим UDMA к тому же еще и уменьшал нагрузку на процессор, что позволило добиться еще большего прорыва в производительности.

Необязательный 80-жильный кабель предназначен для передачи данных в режиме UDMA/33. Несмотря на то что в данном случае этот кабель использовать необязательно, в последующих высокоскоростных режимах ATA/55, ATA/100 и ATA/133, введенных стандартом ATA-5, он станет обязательным.

Поддержка защищенной области жесткого диска (HРА) была введена с целью поддержки необязательной команды SET MAX ADDRESS, позволяющей выделять некоторое пространство жесткого диска для программ восстановления.

Также в стандарт была включена поддержка очередей команд, аналогичных SCSI-2. Это позволило лучше обслуживать многозадачные системы, в которых одновременно работающие программы отправляют свои запросы на передачу данных по интерфейсу ATA.

В 1998 году Комитет T13 утвердил стандарт *ANSI NCITS 316-1998 1394 to AT Attachment — Tailgate*, описывающий протокол сопряжения между шиной IEEE-1394 (iLink/FireWire) и накопителем ATA. Этот протокол дает возможность обеспечить взаимодействие накопителей ATA с шиной FireWire. Сам шлюз сопряжения представляет собой адаптер (в виде, как правило, небольшой монтажной платы), используемый для преобразования сигналов IEEE-1394 (iLink/FireWire) в ATA, что позволяет подключать накопители ATA к шине FireWire. Это дало возможность производителям быстро начать разработку внешних дисковых накопителей, подключаемых по интерфейсу IEE 1394. В настоящее время практически во всех внешних накопителях FireWire содержится шлюзовое устройство и стандартный накопитель ATA.

Стандарт ATA/ATAPI-5

Стандарт ATA-5 был представлен в 1998 году и базируется на предыдущем стандарте, ATA-4. Он включает в себя спецификацию Ultra-ATA/66 (также известную как Ultra-DMA 6 или UDMA/66), в которой скорость пакетной передачи протокола Ultra-ATA удвоена за счет сокращения времени синхронизации и повышения частоты. Последнее привело к увеличению помех при передаче по стандартному 40-жильному кабелю, применяемому в интерфейсах ATA и Ultra-ATA. Для снижения уровня помех был разработан 80-жильный 40-контактный кабель. Он был впервые представлен для интерфейса ATA-4, однако стал обязательным для ATA-5 в случае использования режима Ultra-ATA/66. Этот кабель имеет 40 дополнительных заземляющих проводов между каждой из 40 основных сигнальных и заземляющих линий, что помогает изолировать сигналы от взаимных наводок. Обратите внимание, что этот кабель работает не только с устройствами Ultra-ATA, но и со старыми устройствами, поскольку все 40 контактов имеют то же назначение, что и раньше.

Работа над стандартом ATA-5 начата в 1998 году, а официально он опубликован в 2000 году под названием *ANSI NCITS 340-2000, AT Attachment-5 with Packet Interface*.

Этот стандарт был дополнен такими возможностями:

- режим передачи Ultra-DMA (UDMA), рассчитанный на скорость до 66 Мбайт/с (так называемая спецификация UDMA/66 или Ultra-ATA/66);
- 80-жильный кабель, необходимый для работы в режиме UDMA/66;
- автоматическое определение кабеля — 40- или 80-жильный;
- возможность использования режимов выше UDMA33 (только при наличии 80-жильного кабеля).

Новый 40-контактный 80-жильный кабель может работать в режиме выбора кабеля и имеет особую цветную разметку разъемов. Голубой (концевой) разъем подключается к плате интерфейса ATA (обычно к системной плате). Черный (с другой стороны кабеля) разъем называется мастер-разъемом; к нему подключается ведущий диск. Серый (центральный) разъем используется для подключения ведомого устройства.

Чтобы использовать режимы UDMA/33 и UDMA/66, интерфейс ATA, накопитель, BIOS и кабель должны быть совместимы с режимом, который вы желаете применить. Кроме того, операционная система должна поддерживать прямой доступ к памяти. Системы Windows 95 OSR2 и более поздние поддерживают режим прямого доступа к памяти, однако более ранним версиям Windows 95 и Windows NT (до появления пакета обновления Service Pack 3) необходимы дополнительные драйверы этих скоростных режимов. За обновленными версиями драйверов следует обратиться к производителю системы или материнской платы.

Для повышения надежности в режимах Ultra-DMA используется механизм обнаружения ошибок CRC. Этот алгоритм поиска вычисляет контрольную сумму, используемую для обнаружения ошибок в потоке данных. И контроллер, и диск вычисляют значение CRC для каждой передачи в канале Ultra-DMA. После пересылки данных диск отдельно рассчитывает значение CRC и сравнивает его со значением, которое присылает контроллер. Если эти значения отличаются, контроллер понижает скорость передачи и повторяет отправку данных.

Стандарт ATA/ATAPI-6

Работа над стандартом ATA-6 была начата в 2000 году; данный стандарт поддерживает спецификацию Ultra-ATA/100 (также известную как UDMA/100), в которой скорость пакетной передачи протокола Ultra-ATA удвоена за счет сокращения времени синхронизации и повышения частоты. Как и в случае использования стандарта ATA-5, для обеспечения скоростных режимов работы необходим 80-жильный кабель. Для обеспечения работоспособности режима Ultra-ATA/100 его должны поддерживать как накопитель, так и системная плата.

Стандарт ATA-6 был официально опубликован в начале 2002 года и дополнен следующими возможностями:

- режим 5 передачи Ultra-DMA (UDMA), позволяющий передавать данные со скоростью до 100 Мбайт/с (так называемая спецификация UDMA/100, Ultra-ATA/100 или просто ATA/100);
- количество секторов, приходящихся на каждую команду, увеличилось с 8-разрядных чисел (256 секторов, или 131 Кбайт) до 16-разрядных (65536 секторов, или 33,5 Мбайт), что позволило повысить эффективность передачи файлов большого размера;
- расширение адресации LBA с 2^{28} до 2^{48} (281474976710656) секторов, что позволяет поддерживать диски емкостью до 144,12 Пбайт (1 Пбайт равен 1 квадрильону байтов);
- адресация CHS признана устаревшей; дисководы должны использовать только 28- или 48-разрядную адресацию LBA.

Помимо повышения скорости передачи данных до 100 Мбайт/с, ATA-6 весьма своевременно увеличил поддерживаемую емкость диска. ATA-5 и стандарты более ранних версий поддерживают диски емкостью не более 136,9 Гбайт, что ограничивает увеличение емкости производимых дисков. В 2001 году появились первые коммерческие 3,5-дюймовые диски, емкость которых превысила 137 Гбайт. На тот момент существовали только SCSI-версии этих накопителей, что было связано с ограничениями стандартов ATA. При использовании стандарта ATA-6 адресация LBA была расширена с 2^{28} до 2^{48} секторов. Это означает, что вместо 28-разрядного числа, которое использовалось логическим блоком адресации, в стандарте ATA-6 при необходимости может использоваться 48-разрядное число. Это позволяет при емкости сектора, равной 512 байт, повысить максимальную поддерживаемую емкость накопителей до 144,12 Пбайт (т.е. более 144,12 квадрильона байтов!) Следует отметить, что 48-разрядная адресация является необязательной и используется только для дисководов, емкость

которых превышает 137 Гбайт. Дисководы, емкость которых меньше или равна 137 Гбайт, могут использоваться как 28-, так и 48-разрядную адресацию.

Стандарт ATA/ATAPI-7

Работа над стандартом ATA-7 началась в конце 2001 года, а его окончательная версия была опубликована в 2004 году. Как и все стандарты ATA, он опирается на предыдущую версию, дополняя ее некоторыми возможностями.

Среди основных нововведений в стандарте ATA-7 можно выделить следующие.

- Добавлен режим 6 Ultra DMA, увеличивающий скорость передачи данных до 133 Мбайт/с. Как и в режиме 5 (100 Мбайт/с) и режиме 4 UDMA (66 Мбайт/с) обязательно использование 80-жильного кабеля.
- Добавлена поддержка длинных физических секторов. Это позволяет форматировать устройства так, чтобы один физический сектор содержал несколько логических секторов. Каждый физический сектор хранит поле кода коррекции ошибок (ECC), так что увеличение емкости физического сектора позволило повысить эффективность кодов ECC, которых стало меньше.
- Добавлена поддержка длинных логических секторов. Это позволило серверным приложениям в каждом секторе использовать дополнительные байты (520 или 528 байт вместо 512 байт). Устройства, использующие длинные логические секторы, не имеют обратной совместимости с устройствами и приложениями, использующими стандартные 512-байтовые секторы (такими, как стандартные настольные и портативные системы).
- В стандарт ATA-7 включены требования к последовательному интерфейсу ATA (SATA).
- Документ стандарта ATA-7 разбит на три тома. В первый том вошли набор команд и логические регистры. Второй том посвящен протоколам параллельной передачи данных, а третий том — протоколам последовательной передачи данных.

Благодаря использованию режимов UDMA пропускная способность интерфейса, соединяющего контроллер, встроенный в накопитель, с системной платой, заметно повысилась. Но, несмотря на это, средняя максимальная скорость передачи при чтении данных в большинстве накопителей ATA, к числу которых относятся дисководы, поддерживающие режим UDMA Mode 6 (133 Мбайт/с), все еще не превышает 60 Мбайт/с. Это означает, что при использовании современных накопителей ATA, позволяющих передавать данные от дисковода к системной плате со скоростью 133 Мбайт/с, фактическая скорость передачи данных, считываемых головками с жестких дисков накопителя, будет примерно вдвое меньше. Исходя из этих соображений, можно заметить, что использование накопителя, поддерживающего режим UDMA Mode 6 (133 Мбайт/с), и системной платы, работающей только в режиме UDMA Mode 5 (100 Мбайт/с), приводит к весьма незначительному снижению фактической скорости передачи данных. Аналогично этому замена хост-адаптера ATA, имеющего скорость передачи 100 Мбайт/с, устройством с пропускной способностью 133 Мбайт/с не позволит повысить фактическую скорость передачи данных при использовании накопителя, считывающего данные с жестких дисков примерно с половинной скоростью. При выборе накопителя не забывайте о том, что скорость передачи носителей является более важным показателем, чем скорость передачи интерфейса, так как представляет собой главный ограничивающий фактор.

Режим передачи данных со скоростью 133 Мбайт/с был изначально предложен компанией Maxtor, и только немногие производители впоследствии поддержали его. В среде производителей наборов микросхем системной логики компании VIA, ALi и SiS интегрировали поддержку режима ATA/133 до перехода к интерфейсу Serial ATA; Intel же воздержалась от этого шага. Это значит, что подавляющее большинство систем не имеют поддержки режима ATA/133; в то же время все устройства ATA/133 способны работать и в режиме ATA/100.

Следует заметить, что ATA-7 стал последней версией почтенного стандарта параллельного интерфейса ATA. Будущее стандарта ATA — последовательный интерфейс SATA, который рассматривается далее и который был интегрирован в стандарт ATA-7.

Стандарт SATA/ATAPI-8

В 2004 году была начата работа над стандартом SATA-8, который базируется на стандарте ATA-7 и подразумевает дальнейшее развитие Serial ATA с одновременной полной поддержкой параллельного интерфейса ATA. Основные нововведения стандарта SATA-8 следующие:

- замена функций read long/write long;
- улучшенное управление защищенной областью диска (HPA).

Ожидается, что в этом стандарте найдут свое отражение предложения, направленные Комитетом SATA-IO, в том числе повышенная скорость передачи данных (3 Гбайт/с). Официальная публикация этого стандарта ожидается в 2008 году.

Параллельный интерфейс ATA

Параллельный интерфейс ATA (PATA) имеет уникальные спецификации и требования к физическому соединению устройств и их разъемам. В следующих разделах будут подробно описаны все отличительные особенности интерфейса PATA.

Разъем ввода-вывода параллельного ATA

Чтобы предотвратить неправильное подключение, 40-контактный разъем интерфейса ATA (рис. 7.2) обычно снабжают ключом. Этот ключ на штекере кабеля обычно выполняют в виде выступа, а также заблокированного контакта с номером 20 (рис. 7.3). На самом устройстве ключ выполнен в виде соответствующего разреза и отсутствия контакта с номером 20.

Настоятельно рекомендуется приобретать кабели и устройства с ключами на разъемах и штекерах, чтобы исключить неправильное подключение устройств. Неправильное подключение кабеля IDE обычно не наносит существенного вреда, но может заблокировать систему, что приведет к ее “зависанию” или сделает запуск невозможным.

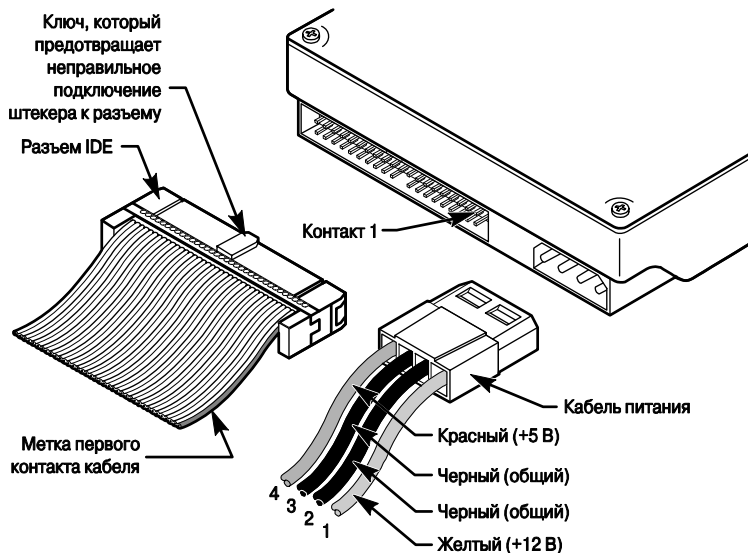


Рис. 7.2. Подключение жесткого диска ATA (IDE)

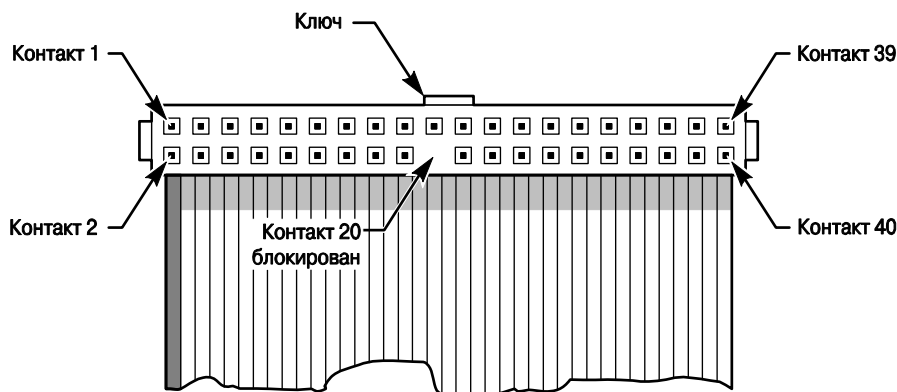


Рис. 7.3. Внешний вид 40-контактного разъема интерфейса ATA

Назначение выводов разъема IDE приведено в табл. 7.3.

Таблица 7.3. Назначение выводов разъема интерфейса ATA IDE

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
-RESET	1	2	Общий
Данные, бит 7	3	4	Данные, бит 8
Данные, бит 6	5	6	Данные, бит 9
Данные, бит 5	7	8	Данные, бит 10
Данные, бит 4	9	10	Данные, бит 11
Данные, бит 3	11	12	Данные, бит 12
Данные, бит 2	13	14	Данные, бит 13
Данные, бит 1	15	16	Данные, бит 14
Данные, бит 0	17	18	Данные, бит 15
Общий	19	20	Ключ (нет вывода)
DRQ 3	21	22	Общий
-IOW	23	24	Общий
-IOR	25	26	Общий
IO CH RDY	27	28	SPSYNC:CSEL ¹
-DACK 3	29	30	Общий
IRQ 14	31	32	Зарезервирован ²
Адрес, бит 1	33	34	-PDIAG
Адрес, бит 0	35	36	Адрес, бит 2
-CS1FX	37	38	-CS3FX
-DA/SP	39	40	Общий
+5 В (питание электроники)	41	42	+5 В (питание двигателя)
Общий	43	44	Зарезервирован

1. Контакт 28 обычно отвечает за режим Cable Select, однако некоторые старые модели накопителей используют его для синхронизации шпинделя для нескольких накопителей.

2. Контакту 32 был назначен сигнал -IOCS16 согласно стандарту ATA-2, однако в настоящее время он не используется.

Знак "-" перед названием сигнала (например, -RESET) указывает на то, что сигнал является "активно низким".

В портативных компьютерах для подключения 2,5-дюймового дисковода обычно используется уменьшенный унифицированный 50-контактный разъем, выводы которого расположены на расстоянии 2 мм (0,079 дюйма) друг от друга. Кроме основной 40-контактной части, которая практически не отличается от стандартного разъема ATA (за исключением уменьшенного расстояния между выводами), существуют также дополнительные выводы питания и перемычек. Обычно для подключения к разъему используется 44-контактный кабель, передающий силовое напряжение питания и стандартные сигналы ATA. Статус жесткого диска определяется положением имеющейся на нем перемычки или переключателя: ведущий (Master), ведомый (Slave)

или выбор кабеля (Cable Select). Унифицированный 50-контактный разъем, используемый для подключения 2,5-дюймовых дисководов АТА, показан на рис. 7.4.

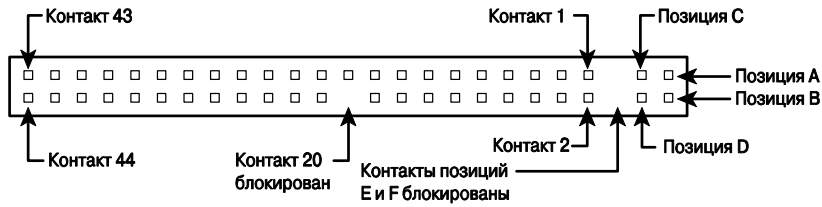


Рис. 7.4. Схема унифицированного 50-контактного разъема, используемого для подключения 2,5-дюймовых дисководов АТА в портативных компьютерах с помощью 44-контактного кабеля

Обратите внимание на выводы позиций А–D и удаленные выводы позиций Е и F. Перемычка, используемая для определения статуса жесткого диска, обычно располагается между контактами позиций В и D. Выводы 41 и 42 разъема служат для подачи питания напряжением +5 В к логической схеме дисковода (на монтажную плату) и электродвигателю соответственно; вывод 43 заземлен (т.е. подключен к общему проводу); вывод 44 является резервным и в данной конструкции не используется. Следует также отметить, что в 2,5-дюймовых дисководах, в отличие от дисководов большего размера, используется электродвигатель с рабочим напряжением 5 В, а не 12 В.

Назначение выводов унифицированного 50-контактного разъема интерфейса АТА, используемого большинством 2,5-дюймовых дисководов (портативные компьютеры или ноутбуки), приведено в табл. 7.4.

Таблица 7.4. Назначение выводов унифицированного 50-контактного разъема АТА

Название сигнала	Вывод	Вывод	Название сигнала
Вывод перемычки	A	B	Вывод перемычки
Вывод перемычки	C	D	Вывод перемычки
Ключ (нет вывода)	E	F	Ключ (нет вывода)
-RESET	1	2	Общий
Бит данных 7	3	4	Бит данных 8
Бит данных 6	5	6	Бит данных 9
Бит данных 5	7	8	Бит данных 10
Бит данных 4	9	10	Бит данных 11
Бит данных 3	11	12	Бит данных 12
Бит данных 2	13	14	Бит данных 13
Бит данных 1	15	16	Бит данных 14
Бит данных 0	17	18	Бит данных 15
Общий	19	20	Ключ (нет вывода)
DRQ 3	21	22	Общий
-IOW	23	24	Общий
-IOR	25	26	Общий
I/O CH RDY	27	28	CSEL
-DACK 3	29	30	Общий
IRQ 14	31	32	Резервный
Разряд адреса 1	33	34	-PDIAG
Разряд адреса 0	35	36	Разряд адреса 2
-CS1FX	37	38	-CS3FX
-DA/SP	39	40	Общий
+5 В (логическая схема)	41	42	+5 В (электродвигатель)
Общий	43	44	Резервный

Далеко не все разъемы и кабели снабжены ключами

Многие компании, производящие недорогие платы и кабели, не обращают на ключи никакого внимания. В разъемах АТА, используемых в дешевых системных платах, вывод 20 обычно не удален, а соответствующий контактный вывод в кабеле не блокирован. Условие правильной установки заключается в использовании закрытого разъема с пазом на системной плате и кабельного штекера с соответствующим выступом. Несоблюдение этого условия может привести к неправильному подключению кабеля. Часто самой вероятной причиной неработоспособности устройства является неверная ориентация соединительного кабеля.

Следует заметить, что в некоторых системах видеоданные воспроизводятся только в том случае, если накопители АТА реагируют на команду инициализации, которая может не поступать при неправильном подключении кабеля. Таким образом, установив в системе накопитель АТА, не снабженный ключом, включите компьютер и, если система окажется заблокированной (т.е. на экране ничего не отразится), проверьте подключение кабеля АТА. На рис. 7.6 приведены примеры кабелей АТА как снабженные ключами, так и лишенные таковых.

В редких случаях при установке различных аппаратных компонентов можно встретить кабель с заблокированным выводом 20 (как это и должно быть) и разъем, в котором вывод 20 все еще существует. При этом можно удалить вывод 20 с системной платы, а также разблокировать вывод кабеля или воспользоваться другим кабелем, не имеющим заблокированного вывода. В некоторых кабелях блок представляет собой часть корпуса кабельного разъема, следовательно, придется либо удалить вывод 20 на системной плате, либо взять другой кабель.

Существует простое правило, согласно которому вывод 1 должен располагаться со стороны разъема питания подключаемого устройства, чему обычно соответствует красная полоса на кабеле.

Кабель ввода-вывода параллельного АТА

Для передачи сигналов между адаптером шины и жестким диском (контроллером) предназначен 40-контактный ленточный кабель (рис. 7.5). Чтобы по возможности не допускать искажения формы сигнала, увеличения задержек и уровня помех, длина кабеля не должна превышать 46 см (18 дюймов), хотя тестирование показало, что 80-жильные кабели могут достигать длины 69 см (27 дюймов).

Учтите, что новые высокоскоростные интерфейсы IDE наиболее подвержены помехам, возникающим в кабелях, особенно в слишком длинных. В них возможны нарушение целостности данных и другие неприятности, которые могут вывести из себя даже самых хладнокровных пользователей. Кроме того, любой жесткий диск, работающий в режиме UDMA Mode 4 (66 Мбайт/с), Mode 5 (100 Мбайт/с) или Mode 6 (133 Мбайт/с), должен подключаться к 80-жильному кабелю. Такой же кабель не помешает использовать и для жесткого диска UDMA/33. Я всегда храню специальный высококачественный 80-жильный кабель IDE в комплекте инструментов для тестирования дисков на тот случай, если возникнет подозрение, что проблемы связаны с качеством кабеля. На рис. 7.5 показаны структура типового кабеля АТА и его размеры.

Примечание

Цветовая кодировка разъемов, которая применяется во всех 80-жильных кабелях, в большинстве 40-жильных кабелей не используется.

В настоящее время применяется два типа кабелей — 40- и 80-жильные (рис. 7.6). В обоих используются 40-контактные разъемы, а остальные проводники в 80-жильном кабеле заземлены. Такое конструктивное решение позволяет снизить уровень помех в высокоскоростных интерфейсах UltraATA/66 или более новых. Современные устройства и адаптеры АТА способны отличить подключение 80-жильного кабеля от 40-жильного; в последнем случае просто отключается поддержка высокоскоростных режимов (АТА/66, АТА/100 и АТА/133) и отображается соответствующее предупреждение. Новый 80-жильный кабель обратно совместим с 40-жильным, так что лучше использовать именно этот тип кабеля, причем независимо от интерфейса установленного накопителя.

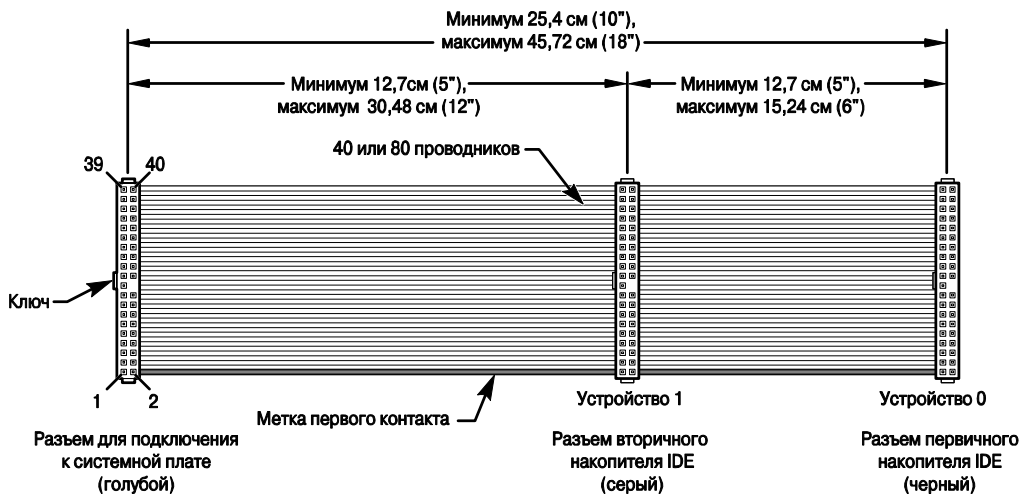


Рис. 7.5. Кабель ATA (IDE) с 40 контактами и 40 или 80 жилами (в 80-жильной версии дополнительные жилы используются для заземления)

Один студент однажды спросил меня, как отличить 40-жильный кабель от 80-жильного. Мой ответ был прост: подсчитать выступы на плоском кабеле. К тому же 80-жильный кабель менее ребристый, т.е. более гладкий.

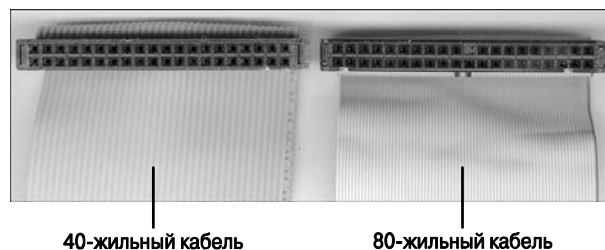


Рис. 7.6. Кабели параллельного интерфейса ATA: 40-жильный (слева) и 80-жильный (справа)

Обратите внимание, что 80-жильные кабели снабжены ключами, которые позволяют предотвратить неправильное их подключение. В неудачно сконструированном 40-жильном кабеле, который показан на рис. 7.6, ключа нет; в то же время большинство качественных 40-контактных кабелей снабжены ключами. Поскольку наличие ключей не является обязательным условием, при конструировании более дешевых версий от них решили отказаться. В соответствии со стандартами ATA, все 80-жильные кабели должны снабжаться ключами.

Длинные и круглые кабели

Официальный параллельный стандарт ATA ограничивает длину кабеля 18 дюймами (46 см); однако выпускаются и более длинные кабели, вплоть до 36 дюймов (91 см) и даже больше. Меня часто спрашивают, зачем производятся подобные кабели, если стандарт не допускает использования кабелей длиной более 18 дюймов? Ответ таков: далеко не все, что продается, соответствует стандартам и работает должным образом! Мне неоднократно встречались неправильно спроектированные и некачественно изготовленные вещи. Однако многие вполне успешно пользуются длинными кабелями, хотя я немало слышал о том, что длинные кабели вызывают проблемы. И поэтому я решил исследовать данный вопрос более тщательно.

В результате я пришел к выводу, что можно смело использовать 80-жильные кабели длиной до 27 дюймов (69 см), в то время как при использовании 40-жильных кабелей их длина должна быть ограничена 18 дюймами (46 см) в полном соответствии со стандартом.

Попытки внести изменения в стандарт параллельного интерфейса ATA для обеспечения возможности использования кабелей длиной 27 дюймов (69 см) все же предпринимались. Если изучить документ, доступный по адресу:

www.t13.org/Documents/UploadedDocuments/technical/e00151r0.pdf

можно найти замечания о том, что существуют пренебрежимо малые различия в целостности сигналов Ultra DMA Mode 5 при использовании 80-жильных кабелей длиной 18 дюймов (46 см) и 27 дюймов (69 см). Стандарт удлиненных кабелей предлагался в октябре 2000 года, но так и не был утвержден. Однако факт остается фактом: при использовании 80-жильных кабелей длиной 27 дюймов (69 см) не возникает никаких проблем.

Тем не менее хочу дать еще одну рекомендацию: не используйте так называемые круглые кабели ATA. Подобная конструкция стандартом ATA не предусмотрена; кроме того, использование круглых кабелей приводит к возникновению проблем, связанных с перекрестными помехами и шумом. Согласно спецификации в 80-жильных кабелях каждый заземляющий провод расположен между сигнальными проводами плоского кабеля; при «скруглении» же возможно соприкосновение сигнальных проводов, что приводит к перекрестным помехам и шуму, а это, в свою очередь, — к ошибкам передачи данных.

Кроме того, не так давно я прочитал интервью с Рахутом Судом, опубликованное в журнале *CPU* (www.computerpoweruser.com) в марте 2004 года. Автор является ведущим техническим специалистом компании Voodoo PC (www.voodoo.pc.com), занимающейся производством высококлассных компьютерных систем. В своем интервью он сказал, что никогда не согласится с использованием круглых кабелей. К кабелям SATA нет никаких претензий, однако круглые кабели ATA (для параллельного интерфейса) — это совершенно другой случай, поскольку существует потенциальная угроза возникновения шумов. По его словам результаты измерения показали, что при использовании круглых кабелей или наблюдаются периодические ошибки передачи данных, или быстродействие дисковой подсистемы оказывается ниже, чем при использовании качественных плоских кабелей IDE.

Разумеется, многие вполне успешно используют круглые кабели, однако мои знания в области электроники, а также знакомство со стандартами ATA не позволяют решиться на использование подобных кабелей. Хотя я не проводил собственных измерений для проверки заявлений Суда, я все-таки предпочитаю использовать 80-жильные плоские кабели длиной 27 дюймов (69 см) или меньше.

Управляющие сигналы параллельного интерфейса ATA

В этом разделе описаны наиболее важные сигналы ATA, т.е. приведена подробная информация об установке и конфигурировании дисков. В частности, эта информация поможет понять, как работает функция Cable Select (выбор кабеля).

Вывод 20 играет роль ключа для правильной ориентации разъема и попросту отсутствует. Этот вывод и соответствующее отверстие в ответной части должны отсутствовать во всех разъемах интерфейса ATA. Все это необходимо для того, чтобы предотвратить неправильное подключение кабеля. Естественно, никаких сигналов на вывод 20 не подается.

На вывод 39 подается сигнал *DA/SP* (Drive Active/Slave Present — устройство активно, ведомый диск присутствует), одновременно выполняющий две функции. Сразу после включения компьютера на вывод 39 поступает напряжение, свидетельствующее о наличии в системе ведомого жесткого диска. После этого каждый жесткий диск периодически отсылает сигнал, подтверждающий его активность. Старые устройства не поддерживали такой протокол и оснащались стандартными переключателями для возможности работы в паре с другими устройствами на одном канале IDE. По этой причине одни устройства требуют установки переключателя присутствия ведомого устройства (SP), а другие — нет.

Через вывод 28 может передаваться два сигнала: *SPSYNC* (Spindle Synchronization — синхронизация шпинделя) и *CSEL* (Cable Select — выбор кабеля). Однако во время установки можно задать параметры так, чтобы использовалась только одна из этих функций. Сигнал *SPSYNC* может понадобиться для синхронизации вращения шпиндельного двигателя, но чаще всего через указанный вывод передается второй из возможных сигналов — *CSEL*. С его помощью можно определить жесткий диск либо как ведущий (присваивается номер 0), либо как ведомый (присваивается номер 1), не переставляя в них при этом никаких перемычек. Если линию *CSEL*, к которой подключен данный жесткий диск, заземлить (подсоединить к общему проводу), то накопитель будет первичным; если же оставить ее свободной (не подключать к общему проводу), то накопитель окажется вторичным.

Линии *CSEL* для разных жестких дисков можно заземлить (подключить к общему проводу) по отдельности, воспользовавшись Y-образным кабелем-раздвоителем. В нем разъем, подключенный к шине IDE, смонтирован в середине кабеля, а разъемы для двух жестких дисков — на противоположных концах. В одной из ветвей кабеля линия *CSEL* заземлена (первичный жесткий диск), а в другой — свободна.

Подключение двух жестких дисков PATA

Установка двух накопителей IDE в одном компьютере может оказаться проблематичной, поскольку каждый из них имеет собственный контроллер и оба должны функционировать, будучи подключенными к одной шине. Поэтому важно найти метод, позволяющий адресовать каждую конкретную команду только одному контроллеру.

В стандарте ATA предусмотрен способ организации совместной работы двух последовательно подключенных жестких дисков. Статус жесткого диска (ведущий или ведомый) определяется либо путем установки имеющейся в нем перемычки или переключателя (с обозначением *Master* для ведущего и *Slave* для ведомого), либо путем подачи по одной из линий интерфейса управляющего сигнала выбора кабеля *CSEL*.

При установке в системе только одного жесткого диска его контроллер реагирует на все команды, поступающие от компьютера. Если жестких дисков два (а следовательно, и два контроллера), то команды поступают на оба контроллера одновременно. Их следует настраивать так, чтобы каждый жесткий диск реагировал только на адресованные ему команды. Именно для этого и служат перемычка (переключатель) *Master/Slave* и управляющий сигнал *CSEL*. Когда система передает команду определенному накопителю, контроллер другого дисководов должен “сохранять молчание” до тех пор, пока выбранный накопитель и контроллер продолжают функционировать. Установка перемычки в положение *Master* или *Slave* дает возможность распознавать контроллеры, задавая параметры определенного двоичного разряда (*DRV*) в регистре Drive/Head Register командного блока.

Процесс конфигурирования накопителей ATA может быть простым, например при установке только одного жесткого диска, или довольно сложным, если приходится подключать к одному кабелю два старых накопителя от разных производителей.

Большинство накопителей IDE можно сконфигурировать следующим образом:

- первичный (один накопитель);
- первичный (два накопителя);
- вторичный (два накопителя);
- выбор кабеля.

Многие накопители поддерживают только три возможные конфигурации: первичный, вторичный и выбор кабеля. Поскольку каждый накопитель ATA имеет собственный контроллер, необходимо однозначно указать, что один из приводов является ведущим устройством, а другой — ведомым. Между этими устройствами не существует никаких функциональных различий, за исключением того, что накопитель, определенный как ведомый, после возврата системы в исходное состояние отправит сигнал *DASP*, указывающий ведущему накопителю

на существование ведомого. После приема этого сигнала ведущий накопитель уделяет внимание линии выбора дисководов, которую при обычных условиях игнорирует. Передача сообщения о том, что определенное устройство является вторичным, также приводит к задержке раскрутки диска на несколько секунд, благодаря чему ведущий накопитель начинает работу первым, и несколько смягчается распределение нагрузки на блок питания.

До появления спецификации АТА не существовало единого подхода к конфигурированию устройств. Некоторые производители даже использовали разные методы определения ведущих и ведомых устройств в применении к своим накопителям. Ввиду такой несогласованности некоторые устройства могут работать только в изначально predetermined конфигурации “ведущее/ведомое” или “ведомое/ведущее”. В основном такая ситуация возникает при использовании устройств, увидевших свет до выхода спецификации АТА.

В настоящее время многим накопителям, полностью отвечающим спецификации АТА, требуется только один переключатель (ведущий/ведомый). Правда, в некоторых из них существует также переключатель “вторичный”. В табл. 7.5 приведены способы установки этих переключателей в накопителях АТА.

Таблица 7.5. Расположение переключателей для большинства накопителей АТА (IDE)

Название переключателя	Один накопитель	Ведущий, два накопителя	Ведомый, два накопителя
Master (M/S)	Вкл.	Вкл.	Выкл.
Slave Present (SP)	Выкл.	Вкл.	Выкл.
Cable Select (CS)	Выкл.	Выкл.	Выкл.

Примечание

При использовании режима, поддерживающего выбор кабеля, необходимо установить перемычку CS в положение “On”, а все остальные переключатели — в положение “Off”. В этом случае разъем кабеля самостоятельно определяет, какой из накопителей должен быть ведущим устройством, а какой — ведомым.

На рис. 7.7 показано расположение описанных перемычек на задней части корпуса накопителя.

Установка перемычки *Master* указывает на то, что данный диск является ведущим. В то же время некоторые устройства имеют перемычку наличия ведомого устройства (*Slave Present*), которая используется только в конфигурации с двумя устройствами, причем только на ведущем диске. Во многих устройствах установка перемычки ведущего устройства необязательна, в то же время, установив эту перемычку, можно избежать потенциальных недоразумений.

Примечание

Следует отметить, что в некоторых накопителях переключатели располагаются на монтажной плате, которая находится в нижней части устройства, поэтому на задней части корпуса данные перемычки отсутствуют.

В большинстве современных систем используется режим выбора кабеля (*Cable Select*), который позволяет избежать ошибок при установке переключателей “первичный/вторичный”. Для использования этого режима потребуется два элемента. Во-первых, нужен специальный кабель АТА, все контакты которого (за исключением вывода 28) соединяют разъем системной платы с соответствующими разъемами обоих накопителей. Вывод 28 используется для выбора кабеля и подключается к разъему первичного накопителя (но не вторичного). Во-вторых, оба накопителя должны быть сконфигурированы в режиме выбора кабеля посредством установки переключателей CS в соответствующее положение.

В режиме выбора кабеля накопитель, получивший сигнал на вывод 28, автоматически становится ведущим устройством, а второй накопитель — ведомым. Во многих кабелях эта функция реализуется путем удаления металлического покрытия на внутренней части отверстия, расположение которого соответствует выводу 28, что заметить с первого взгляда довольно сложно. В других кабелях некоторая часть жилы 28-го контакта явно удалена. Незначительные изменения, внесенные в конструкцию, заметить практически невозможно, поэтому

кабели такого типа обычно имеют разъемы, содержащие маркировку “Master”, “Slave” и “System”; она указывает, что управление этими опциями выполняется с помощью кабеля, а не накопителя. Все 80-жильные кабели Ultra-ATA предназначены для использования функции выбора кабеля.

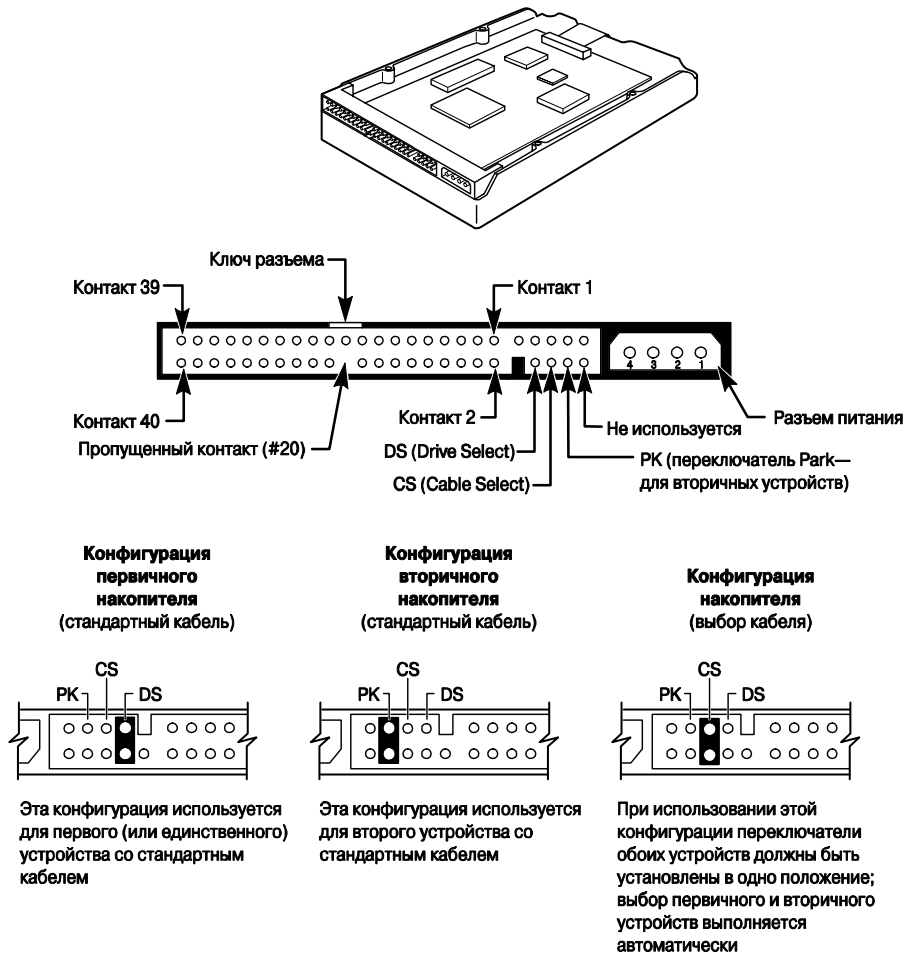


Рис. 7.7. Переключатели накопителя ATA (IDE)

В режиме выбора кабеля достаточно установить перемычки CS на всех накопителях, а затем подключить приводы к соответствующим маркированным разъемам кабеля.

Единственным недостатком режима выбора кабеля являются более жесткие требования к месту установки устройств. Это, прежде всего, связано с длиной и конфигурацией самого кабеля.

Режимы обмена данными PIO параллельного ATA

В стандартах ATA-2/EIDE и ATA-3 предусмотрено несколько режимов быстрого обмена данными с жесткими дисками. Описание этих режимов составляет существенную часть стандарта, который своим появлением во многом обязан именно этим новым возможностям. Большинство современных быстродействующих жестких дисков могут работать в так называемых *режимах PIO 3* и *PIO 4*, скорость обмена данными в которых очень высока. Эти режимы описаны далее.

От выбора режима *PIO* (программируемого ввода-вывода) зависит скорость обмена данными с жестким диском. В самом медленном режиме (режим 0) длительность одного цикла передачи данных не превышает 600 нс. В каждом цикле передается 16 бит данных, поэтому теоретически достижимая скорость обмена в режиме 0 составляет 3,3 Мбайт/с. В большинстве современных жестких дисков поддерживается режим *PIO 4*, в котором скорость обмена данными достигает 16,6 Мбайт/с.

Характеристики режимов *PIO* приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.6. Характеристики режимов *PIO*

Режим <i>PIO</i>	Разрядность шины, бит	Длительность цикла, нс	Частота шины, МГц	Число циклов за один такт	Скорость передачи данных, Мбайт/с	Стандарт
0	16	600	1,67	1	3,33	ATA
1	16	383	2,61	1	5,22	ATA
2	16	240	4,17	1	8,33	ATA
3	16	180	5,56	1	11,11	ATA-2, EIDE, Fast-ATA
4	16	120	8,33	1	16,67	ATA-2, EIDE, Fast-ATA

Большинство материнских плат, поддерживающих стандарт *ATA-2* и выше, содержат два разъема *ATA*. В таких системных платах интерфейс *ATA* включен в состав южного моста набора микросхем системной логики, который чаще всего связан с шиной *PCI*.

В более старых материнских платах для процессоров 486 и *Pentium* только первый разъем подключен к шине *PCI*, второй же работает через шину *ISA* и, таким образом, поддерживает только режимы *PIO* до второго включительно.

В ответ на запрос команды идентификации жесткого диска последний, среди прочих параметров, возвращает информацию о режимах *PIO* и *DMA*, в которых он может работать. В большинстве улучшенных версий *BIOS* предусмотрен автоматический переход программы в режим, соответствующий возможностям жесткого диска. Если установить скорость обмена больше той, на которую рассчитан жесткий диск, данные будут утеряны.

В жестких дисках, соответствующих стандарту *ATA-2*, предусмотрен *блочный режим передачи данных (Block Mode PIO)* с использованием команд *Read/Write Multiple*. Благодаря им удастся существенно сократить количество прерываний, отсылаемых в адрес центрального процессора, и соответственно уменьшить время их обработки. Это позволяет еще больше повысить скорость обмена данными.

Режимы обмена данными *DMA* параллельного *ATA*

Передача через канал прямого доступа к памяти (*DMA*) означает, что, в отличие от режима *PIO*, данные передаются непосредственно из жесткого диска в системную (основную) память, минуя центральный процессор. Это освобождает процессор от большинства операций обмена данными с диском. К тому же во время передачи данных с диска в память процессор может выполнять другую полезную работу.

Существует два типа прямого доступа к памяти: *однословный* (8-разрядный) и *многословный* (16-разрядный). Однословные режимы *DMA* были удалены из стандарта *ATA-3*, а также спецификаций более поздних версий и в настоящее время не используются. Режимы *DMA*, использующие хост-адаптер, который поддерживает технологию управления шиной, получили название режимов *Bus Master ATA*. В первом случае обработка запросов, захват шины и передача данных осуществляются контроллером *DMA* на системной плате. Во втором случае все эти операции выполняет дополнительная высокоскоростная микросхема, также смонтированная на системной плате.

В системах с микросхемой *Intel PIIX (PCI IDE ISA eXcelerator)* компоненты южного моста (или его эквивалента) могут поддерживать режим *Bus Master ATA*. Режимы и скорости пе-

редачи данных однословного и многословного режимов Burstmaster ATA приведены в табл. 7.7 и 7.8.

Таблица 7.7. Однословные (8-разрядные) режимы DMA и скорости передачи

8-разрядный режим DMA	Разрядность шины, бит	Продолжительность цикла, нс	Частота шины, МГц	Число циклов за один такт	Скорость передачи, Мбайт/с	Спецификация ATA
0	16	960	1,04	1	2,08	ATA-1 ¹
1	16	480	2,08	1	4,17	ATA-1 ¹
2	16	240	4,17	1	8,33	ATA-1 ¹

1. Однословные режимы ATA были удалены из спецификаций ATA-3 и более поздних.

Таблица 7.8. Многословные (16-разрядные) режимы DMA и скорости передачи

16-разрядный режим DMA	Разрядность шины, бит	Продолжительность цикла, нс	Частота шины, МГц	Число циклов за один такт	Скорость передачи, Мбайт/с	Спецификация ATA
0	16	480	2,08	1	4,17	ATA-1
1	16	150	6,67	1	13,33	ATA-2 ¹
2	16	120	8,33	1	16,67	ATA-2 ¹

1. Стандарт ATA-2 также может именоваться EIDE (Enhanced IDE) или Fast-ATA.

К сожалению, даже самый быстрый режим Bus Master IDE 2 имеет ту же скорость передачи 16,67 Мбайт/с, что и режим PIO 4. Следует принять в расчет то, что использование режимов DMA снимает нагрузку с процессора, что в результате увеличивает общее быстродействие системы. Однако и этот факт не позволил многословному режиму DMA завоевать популярность, к тому же он был быстро вытеснен новыми режимами Ultra-DMA, поддерживаемыми устройствами, совместимыми со стандартами от ATA-4 до ATA-7.

В табл. 7.9 приведены характеристики режимов Ultra-DMA, которые в настоящее время описываются спецификациями от ATA-4 до ATA-7. Обратите внимание на то, что для использования этих режимов следует установить подходящие драйверы устройств и версии Windows.

Таблица 7.9. Спецификации режимов Ultra-DMA

Режим Ultra-DMA	Разрядность шины, бит	Время цикла, нс	Частота шины, МГц	Число циклов за один такт	Скорость передачи данных, Мбайт/с	Спецификация
0	16	240	4,17	2	16,67	ATA-4, Ultra-ATA/33
1	16	160	6,25	2	25,00	ATA-4, Ultra-ATA/33
2	16	120	8,33	2	33,33	ATA-4, Ultra-ATA/33
3	16	90	11,11	2	44,44	ATA-5, Ultra-ATA/66
4	16	60	16,67	2	66,67	ATA-5, Ultra-ATA/66
5	16	40	25	2	100	ATA-6, Ultra-ATA/100
6	16	30	33	2	133	ATA-7, Ultra-ATA 133

Serial ATA

С появлением стандарта ATA-7 могло показаться, что параллельный интерфейс ATA, используемый более 10 лет, уже сходит со сцены. Передача данных, осуществляемая по плоскому кабелю со скоростью более 100 Мбайт/с, порождает множество проблем, связанных с синхронизацией сигнала и электромагнитной интерференцией. Их решением стал новый последовательный интерфейс ATA (Serial ATA, или SATA), пришедший на смену параллельному интерфейсу физических накопителей. Он обратно совместим на программном уровне, т.е. используемое программное обеспечение взаимодействует с новой архитектурой без каких-либо ограничений. Другими словами, существующая BIOS, операционные системы и утилиты, работающие с параллельным ATA, точно так же будут работать и с последовательным интерфейсом. SATA поддерживает все существующие устройства ATA и ATAPI, в число которых входят дисководы CD-

ROM, CD-RW и DVD, накопители на магнитной ленте, дисководы SuperDisk, а также накопители других типов, поддерживаемые в настоящее время параллельным ATA.

Существуют, конечно, определенные физические различия: нельзя, например, подключить дисководы стандарта ATA к хост-адаптерам последовательного интерфейса ATA и наоборот. В SATA используются более узкие 7-контактные кабели, позволяющие упростить схему подключения системных компонентов и уменьшить габариты кабельных разъемов. Конструкция микросхемы SATA отличается меньшим количеством контактов и пониженным напряжением питания. Все эти изменения позволили избежать многих проблем, характерных для параллельного интерфейса ATA.

На рис. 7.8 показан официальный логотип рабочей группы Serial ATA, который можно встретить на подавляющем большинстве устройств SATA.

Несмотря на то что SATA не предназначен для немедленной замены параллельного интерфейса ATA, многие новые системы поддерживают как последовательный, так и параллельный интерфейсы. Со временем SATA как фактический стандарт внутренних запоминающих устройств, используемых в ПК, полностью вытеснит параллельный интерфейс ATA. Конструктивные особенности современных системных плат указывают на то, что переход от стандартов ATA к SATA будет осуществляться постепенно, причем возможностями параллельного интерфейса ATA можно будет пользоваться в течение всего переходного периода.



Рис. 7.8. Официальный логотип рабочей группы Serial ATA

В феврале 2000 года состоялся официальный Форум разработчиков Intel, на котором было объявлено о создании специальной рабочей группы, занимающейся разработкой стандарта SATA. Первыми членами этой группы стали компании APT Technologies, Dell, IBM, Intel, Maxtor, Quantum и Seagate. Название этой группы претерпело ряд изменений, и только в 2004 году закрепилось последнее из них — *Международная организация Serial ATA*. В настоящее время группа насчитывает более 60 компаний из различных отраслей промышленности. В ноябре 2000 года была завершена первая черновая спецификация SATA 1.0, а в октябре 2002 года выпущена следующая версия спецификации SATA, которая дала возможность использовать этот интерфейс для подключения сетевых устройств хранения данных. Последней версией спецификации является Serial ATA Revision 2.6. Все выпущенные спецификации доступны для загрузки по адресу www.serialata.org. С момента организации рабочей группы SATA ее членами стали более 130 компаний, представляющих различные отрасли промышленности. Первые системы, поддерживающие интерфейс SATA, были выпущены в конце 2002 года. В апреле 2003 года появились первые системные платы с интегрированным контроллером SATA, являющимся компонентом микросхемы Intel ICH5 (контроллер ввода-вывода). После этого контроллером SATA стали оснащаться все новые модели системных плат.

Производительность SATA просто впечатляет! В настоящее время существует три версии стандарта SATA, в которых используются кабели и разъемы одних и тех же размеров; эти версии отличаются только скоростью передачи данных. После появления первой версии стало очевидно, что эффективность интерфейса может быть увеличена в два или даже в четыре раза. В табл. 7.10 приведены спецификации как уже существующих, так и планируемых вер-

сий SATA; версия интерфейса, обеспечивающая скорость передачи данных 300 Мбайт/с, была представлена в 2005 году; версия со скоростью 600 Мбайт/с ожидается в ближайшем году.

Таблица 7.10. Спецификации стандартов SATA

Тип Serial ATA	Разрядность шины, бит	Частота шины, МГц	Число циклов данных за такт	Пропускная способность, Мбайт/с
SATA-150	1	1500	1	150
SATA-300	1	3000	1	300
SATA-600	1	6000	1	600

Как следует из таблицы, последовательный интерфейс ATA одновременно передает только один бит данных. В интерфейсе используется узкий 7-жильный кабель с ключевыми разъемами шириной не более 14 мм (0,55 дюйма) на каждом конце. Подобная конструкция позволяет избежать проблем с циркуляцией воздуха, возникающих при использовании более широких плоских кабелей стандарта ATA. Следует заметить, что разъемы находятся только на концах кабелей. Кабели, в свою очередь, используются для соединения устройства непосредственно с контроллером (обычно находящимся на системной плате). В последовательном интерфейсе переключки “ведущий–ведомый” не используются, поскольку каждый кабель поддерживает только одно устройство. Концы кабеля совершенно одинаковы, т.е. разъем системной платы и разъем подсоединяемого устройства практически не отличаются. Максимальная длина кабеля SATA достигает одного метра (39,37 дюйма), что значительно превышает 18-дюймовый максимум для параллельного интерфейса ATA. Скорость передачи данных последовательного интерфейса, использующего более узкий, длинный и менее дорогой кабель, равна 150 Мбайт/с (в полтора раза больше скорости передачи параллельного ATA/100). В будущем эта скорость увеличится до 300 или даже 600 Мбайт/с.

Для кодирования и расшифровки данных, передаваемых по кабелю, SATA использует специальную схему шифрования, получившую название 8В/10В. Первоначально код 8В/10В был разработан (и запатентован) компанией IBM в начале 1980-х годов для использования в высокоскоростной передаче данных. В настоящее время эта схема используется во многих высокоскоростных стандартах передачи данных, включая Gigabit Ethernet, Fibre Channel, FireWire и др. Основной особенностью схемы кодирования 8В/10В является то, что количество последовательно передаваемых нулей (или единиц) не должно превышать четырех. Схема RLL 0,4 называется кодированием с ограничением длины записи (Run Length Limited – RLL), где 0 считается минимальным, а 4 – максимальным числом последовательных нулей в каждом закодированном символе.

В одном закодированном 10-разрядном символе не может быть использовано более шести или менее четырех нулей (единиц). Передача нулей и единиц осуществляется в виде изменения величины подаваемого напряжения. Поэтому промежуток между переходными напряжениями, которые подаются передатчиком, получается достаточно сбалансированным, с более устойчивым и регулярным потоком импульсов. Нагрузка схемы становится более постоянной, что приводит к повышению ее надежности. Во время преобразования 8-разрядных данных в 10-разрядные закодированные символы некоторое количество 10-разрядных комбинаций остается неиспользованным. Часть из них применяется для управления потоком, разграничения пакетов данных, проверки ошибок или каких-либо других специальных операций.

Кабели и разъемы SATA

В схеме физической передачи интерфейса SATA используется так называемый дифференцированный метод “без возврата к нулю” (Non-Return to Zero – NRZ). В этой схеме применяется сбалансированная пара проводов, по каждому из которых подается напряжение, равное $\pm 0,25$ В (одна четвертая вольта). Сигналы посылаются дифференцированно: если по одному проводу пары передается напряжение $+0,25$ В, то по другому соответственно $-0,25$ В. Таким образом, разность напряжений постоянно составляет 0,5 В (половина вольта). Это означает, что

форма передаваемого сигнала всегда находится в противофазе по отношению к сигналу, передаваемому по смежному проводу. Дифференцированная передача минимизирует электромагнитное излучение и позволяет упростить чтение сигналов на принимающем конце.

В интерфейсе SATA для подачи напряжения 5 и 12 В используется стандартный 4-контактный силовой разъем, а также дополнительный 15-контактный силовой кабель и разъем питания, обеспечивающие подачу электроэнергии напряжением 3,3 В. Ширина силового разъема 15-контактного кабеля в этой конструкции равна всего 24 мм (0,945 дюйма). Сила тока, подаваемого на контакты уровней напряжения 3,3, 5 и 12 В, достигает 4,5 А, что обеспечивает достаточную мощность даже для наиболее энергоемких дисководов. Для совместимости с существующими источниками питания дисководы SATA могут быть выполнены как со стандартными 4-контактными разъемами питания, так и с новыми 15-контактными силовыми разъемами. К тому же на рынке представлен широкий выбор переходников.

Сигнальные и силовые разъемы интерфейса SATA показаны на рис. 7.9.

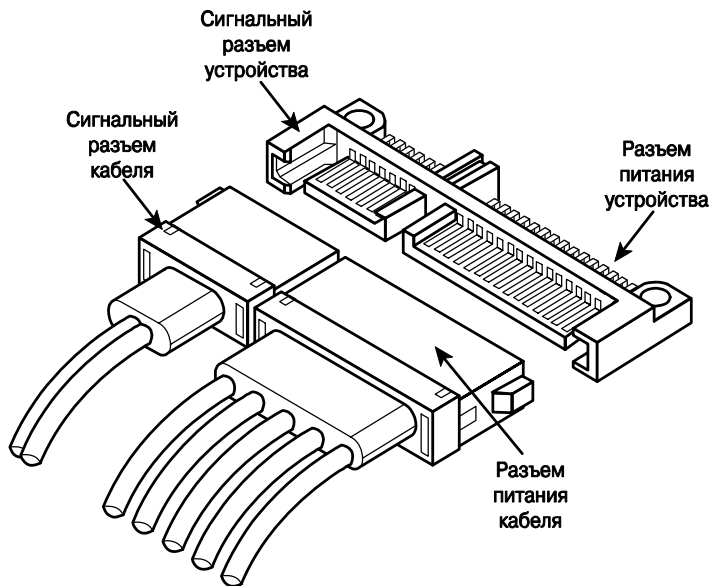


Рис. 7.9. Сигнальные и силовые разъемы SATA

На рис. 7.10 показаны разъемы адаптеров интерфейсов SATA и PATA, расположенные на типичной системной плате.

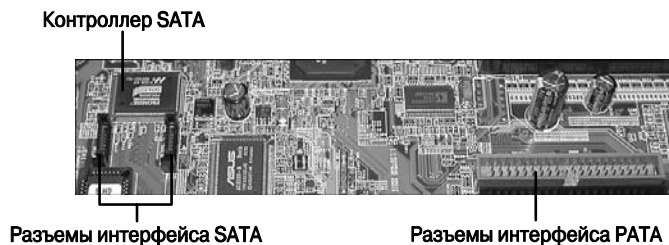


Рис. 7.10. Системная плата с хост-адаптерами PATA и SATA

В табл. 7.11 и 7.12 приведены параметры выводов разъема данных SATA и дополнительных силовых разъемов.

Таблица 7.11. Выводы разъема данных SATA

Контакт	Сигнал	Описание
S1	Общий	Первая пара
S2	A+	Host Transmit+
S3	A-	Host Transmit-
S4	Общий	Первая пара
S5	B-	Host Receive-
S6	B+	Host Receive+
S7	Общий	Первая пара

Контакты разъема расположены в один ряд на расстоянии 1,27 мм (0,05 дюйма) один от другого. Выводы заземления длиннее, поэтому они контактируют друг с другом раньше, чем сигнальные или силовые контакты. Это позволяет подключать кабель во время работы компьютера.

Таблица 7.12. Выводы дополнительного силового разъема SATA

Контакт	Сигнал	Описание
P1	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P2	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P3	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P4	Общий	Первая пара
P5	Общий	Первая пара
P6	Общий	Первая пара
P7	+5 В	+5 В (питание)
P8	+5 В	+5 В (питание)
P9	+5 В	+5 В (питание)
P10	Общий	Первая пара
P11	Общий	Первая пара
P12	Общий	Первая пара
P13	+12 В	+12 В (питание)
P14	+12 В	+12 В (питание)
P15	+12 В	+12 В (питание)

Контакты разъема расположены в один ряд на расстоянии 1,27 мм (0,05 дюйма) один от другого. Выводы заземления длиннее, поэтому они контактируют друг с другом раньше, чем сигнальные или силовые контакты. Это позволяет подключать кабель во время работы компьютера. Три силовых вывода используются для подачи тока силой 4,5 А на каждом уровне напряжения.

Конфигурирование устройств SATA

Конфигурирование устройств SATA значительно упрощено, так как переключатели “первичный/вторичный” и “выбор кабеля”, используемые с параллельным интерфейсом ATA, больше не применяются.

Настройка BIOS при использовании накопителей SATA также не отнимет много времени. Стандарт SATA создавался на основе интерфейса ATA, поэтому автоматическое распознавание параметров накопителя в системе с разъемами SATA выполняется так же, как и в системе с параллельным интерфейсом ATA. В зависимости от характеристик системы SATA может быть активизирован по умолчанию или после установки соответствующих параметров в программе настройки BIOS. Более подробная информация по этой теме представлена в главе 5.

Если вы хотите использовать интерфейс SATA, но пока не желаете расставаться с материнской платой, не содержащей такого контроллера, можете установить адаптер SATA в разъем расширения PCI (рис. 7.11). Большинство таких адаптеров поддерживают и функции ATA RAID.

В первых хост-адаптерах SATA — к ним относятся модели HighPoint и 3Ware — использовалась технология моста Parallel–Serial ATA, на поддержку которой затрачивается не менее половины пропускной способности шины данных. В других адаптерах, в частности в устройствах, разработанных компанией Promise Technology, применяется собственная микросхема

контроллера SATA, которая теоретически является оптимальным решением, так как позволяет накопителю использовать пропускную способность в полном объеме. Тем не менее скорость передачи данных современных накопителей SATA, являющихся потомками устройств Parallel ATA, значительно меньше скорости хост-адаптеров, которая достигает 150 Мбайт/с. Первое поколение накопителей SATA со скоростью вращения 7200 об/мин имеет скорость передачи данных не более 40–50 Мбайт/с.

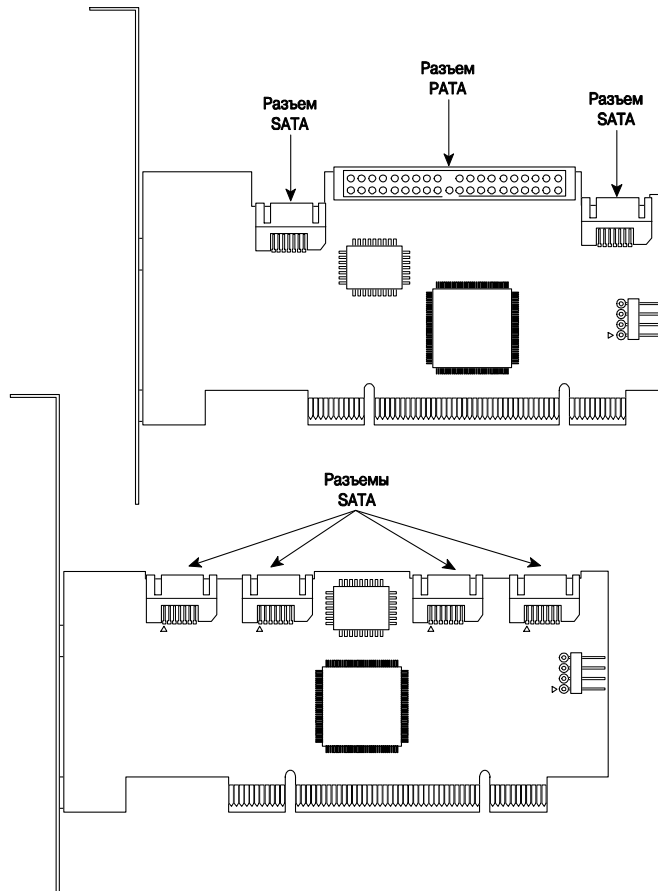


Рис. 7.11. Типичные двухканальный (вверху) и четырехканальный (внизу) адаптеры SATA RAID. Двухканальный адаптер также содержит разъем для подключения устройств PATA

Второе поколение устройств SATA

Как и параллельный интерфейс ATA, SATA изначально разрабатывался как основной интерфейс подключения внутренних устройств ПК; при этом использование данного интерфейса как внешнего не предполагалось. В то же время в версии Serial ATA 2.x и более поздних присутствуют дополнительные возможности:

- пропускная способность — 3 Гбит/с;
- поддержка интерфейса AHCI;
- поддержка очередей команд NCQ;
- “горячая” замена;

- возможность подключения внешних устройств SATA (SATAe);
- множители портов;
- ступенчатая раскрукта.

Благодаря низкой стоимости и небольшим размерам внутренних кабелей интерфейс SATA взял верх над PATA как в настольных, так и в портативных системах, что вполне естественно.

АНСИ

Интерфейс SATA разрабатывался не только как замена параллельного интерфейса ATA, но и как интерфейс с более расширенными возможностями и функциями. Изначально совместимость с параллельным интерфейсом ATA была одним из наиболее важных свойств SATA, поскольку это позволяло легко переходить от одного стандарта к другому. Подобная совместимость распространяется на уровень драйверной поддержки, что позволяет устройствам SATA использовать те же драйверы и программное обеспечение уровня BIOS, что и старые устройства с параллельным интерфейсом ATA.

Хотя изначально предполагалось обеспечение простого перехода от устройств с параллельным интерфейсом ATA к устройствам SATA, стандарт SATA разрабатывался таким образом, чтобы обеспечивались дальнейшее повышение скорости передачи данных и расширение возможностей. Поэтому группой ANCI Contributor Group был разработан расширенный программный интерфейс *ANCI* (Advanced Host Controller Interface). В состав данной группы, возглавляемой Intel, входили компании AMD, Dell, Marvell, Maxtor, Microsoft, Red Hat, Seagate и StorageGear. Предварительная версия спецификации ANCI v0.95 была представлена группой ANCI Contributor Group в мае 2003 года, а окончательная — в апреле 2004 года. Последняя версия спецификации — 1.1; ее можно загрузить по адресу:

www.intel.com/technology/serialata/achi.com

Спецификация ANCI определяет высокопроизводительный интерфейс для системных драйверов и программного обеспечения, позволяющий реализовать такие расширенные функции SATA, как очередь команд, “горячая” замена и управление питанием. Поддержка ANCI реализована практически во всех выпущенных в 2004 году наборах микросхем, поддерживающих стандарт SATA. Кроме того, соответствующая поддержка реализована и на уровне драйверов Windows. Основная идея, заложенная в интерфейсе ANCI, сводится к наличию единого интерфейса уровня драйверов, поддерживающего все расширенные адаптеры SATA. Это в значительной мере упрощает установку операционной системы, устраняя необходимость в дополнительных драйверах SATA поддержки устройств конкретных производителей. К примеру, в состав Windows Vista входят драйверы ANCI, которые поддерживают все ANCI-совместимые адаптеры SATA.

К сожалению, драйверы ANCI не были по умолчанию включены в установочные диски Windows XP и предыдущих версий системы, поскольку разработка спецификации ANCI началась уже после того, как эти ОС увидели свет. Это значит, что, если Windows XP устанавливается в системе с интегрированным адаптером SATA, включенным в режиме ANCI, в начале инсталляции необходимо нажать клавишу <F6> и предоставить гибкий диск, содержащий драйверы ANCI. В противном случае система не сможет распознать устройства SATA. Сложность заключается в том, что необходимые драйверы ANCI перед установкой следует скопировать на дискету. Однако далеко не все современные системы укомплектованы дисководом. Существует несколько выходов из этой ситуации.

Прежде всего, можно всегда держать под рукой запасной дисковод, чтобы подключать его к компьютерам во время установки с помощью сигнального и силового кабелей. В данном случае нет никакой необходимости закреплять устройство в корпусе, так как оно подключается для чтения только одной дискеты в начале процесса установки.

Еще один выход — переключить адаптер SATA в режим совместимости с ATA (отключив ANCI) в настройках BIOS. После этого можно загрузиться со стандартного диска установки

Windows XP и установить систему без каких-либо дополнительных действий. Адаптер, в принципе, можно оставить в режиме совместимости, однако это чревато потерей всех преимуществ от быстродействия жестких дисков. К счастью, после установки Windows можно без труда перенастроить BIOS для поддержки АСНІ, однако сначала необходимо переписать (или загрузить) на жесткий диск драйвер АСНІ (точнее — Intel Matrix Storage Manager Driver). Во время следующей перезагрузки Windows обнаружит новый адаптер АСНІ и автоматически запустит мастер установки нового оборудования, который и предложит вам указать место размещения необходимого драйвера АСНІ. После завершения работы мастера все устройства SATA будут работать с полной отдачей. К сожалению, многие материнские платы, произведенные сторонними компаниями (т.е. не Intel) или использующие сторонние наборы микросхем системной логики, не поддерживают режим совместимости с АТА, так что предложенный метод применим далеко не всегда.

И все-таки лучшим, по моему мнению, подходом является создание отдельного загрузочного диска Windows XP, содержащего среди прочего драйверы АСНІ (и даже RAID). Это, естественно, можно сделать и вручную, но процесс интеграции будет довольно трудоемким. Так что лучше воспользоваться утилитой BTS DriverPacks (www.driverpacks.net), которая поможет с помощью системы меню интегрировать в установочный компакт-диск Windows XP драйверы всех популярных на текущий момент устройств. В дополнение в драйверам устройств SATA в диск можно внедрить драйверы современных процессоров, наборов микросхем, сетевых адаптеров (в том числе беспроводных) и т.п. Все это поместится на один компакт-диск вместе с инсталляцией операционной системы. При желании можете создать и установочный DVD; в этом случае на него без проблем поместятся абсолютно все предлагаемые пакеты драйверов устройств.

Режимы обмена данными SATA

При использовании интерфейса SATA данные передаются совершенно не так, как при использовании параллельного интерфейса АТА. Предполагается обеспечение скорости передачи данных 150, 300 и 600 Мбайт/с; современные накопители обеспечивают скорость передачи данных 150 и 300 Мбайт/с. Все эти режимы поддерживают обратную совместимость. Это значит, что устройства, поддерживающие скорость передачи данных 300 Мбайт/с, будут поддерживать и 150 Мбайт/с. Следует отметить, что, поскольку стандарт SATA создавался с поддержкой обратной совместимости со стандартом Parallel ATA, может возникнуть определенная путаница, так как устройства SATA могут отчитываться о режимах и скоростях, которые эмулируют настройки PATA. Это сделано для того, чтобы “обмануть” старое программное обеспечение, формально не поддерживающее устройства SATA.

Например, многие системные платы при подключении накопителя SATA указывают, что он поддерживает режим Ultra DMA Mode 5 (АТА/100), который соответствует параллельному режиму АТА со скоростью передачи данных 100 Мбайт/с. Очевидно, что это неправильно, так как наиболее медленный режим Serial ATA (SATA-150) характеризуется скоростью передачи данных 150 Мбайт/с, а режимы Ultra DMA к накопителям SATA просто не применимы.

Стандарты PATA и SATA полностью отличаются по своим электрическим и физическим спецификациям, однако SATA поддерживает режим *эмуляции* параллельного интерфейса АТА, благодаря чему на уровне программного обеспечения никаких отличий не существует. На самом деле режим эмуляции параллельного интерфейса АТА, согласно спецификации SATA, соответствует всем требованиям спецификации АТА-5.

Это становится более понятным, если рассмотреть применение команды IDENTIFY DEVICE; ее используют функции автоматического определения BIOS, чтобы установить параметры накопителя. Согласно спецификации SATA многие данные, получаемые с помощью команды IDENTIFY DEVICE, определяются как соответствующие стандарту АТА/ATAPI-5, в том числе доступные режимы UDMA и другие настройки.

Согласно спецификации SATA 1 эмуляция параллельного интерфейса ATA — это совместная работа программного обеспечения накопителя и контроллера, благодаря которой BIOS и драйверам передаются необходимые данные. В частности, эмулируются регистры команд и блока управления, режимы обмена данными PIO и DMA, прерывания и другие параметры. Хост-адаптер содержит набор регистров, которые затеняют содержимое регистров традиционных устройств; данный блок называется *блоком регистров затенения* (Shadow Register Block). Все устройства SATA ведут себя как устройства *Device 0*. Они игнорируют бит DEV в поле Device/Head среди полученных данных; за это отвечает хост-адаптер.

Это означает, что блоки регистров затенения “имитируют” регистры параллельного интерфейса ATA, благодаря чему становится возможной эмуляция команд, режимов и других параметров ATA. Стандарт SATA разрабатывался таким образом, чтобы на программном уровне быть полностью совместимым со стандартом ATA/ATAPI-5; именно поэтому устройства SATA могут сообщать, что работают в параллельном режиме ATA, хотя на самом деле это не так.

Функции ATA

Стандарты ATA прошли долгий путь к преодолению несовместимости и проблем, вызванных конфликтами накопителей IDE с системами, оснащенными шинами ISA/PCI. Согласно спецификациям ATA предполагается использование для передачи данных 40-контактных кабелей, определяются функции и временные характеристики сигналов, спецификации кабеля и т.д. Некоторые элементы и функции, определяемые спецификациями ATA, подробно рассматриваются в следующих разделах.

Команды интерфейса ATA

Одно из преимуществ интерфейса ATA IDE — расширенная система команд. Этот интерфейс разрабатывался на базе использовавшегося в первых компьютерах IBM AT контроллера WD1003, поэтому все без исключения накопители ATA IDE должны быть совместимыми с системой из восьми команд упомянутого контроллера. Этим, в частности, и объясняется простота установки накопителей IDE в компьютеры. Во всех PC-совместимых компьютерах поддержка контроллера WD1003, а следовательно, и интерфейса ATA IDE встроена в системную BIOS.

Помимо набора команд контроллера WD1003, в стандарте ATA предусмотрено множество других команд, позволяющих повысить быстродействие и улучшить параметры жестких дисков. Эти команды считаются необязательной частью интерфейса ATA, но некоторые из них используются почти во всех современных жестких дисках и в значительной степени определяют их возможности в целом.

По-видимому, наиболее важной является команда идентификации жесткого диска, по которой с него в систему передается блок данных размером 512 байт с подробными сведениями об устройстве. Это позволяет любой программе (в том числе и системной BIOS) определить тип подключенного жесткого диска, компанию-изготовителя, номер модели, рабочие параметры и даже заводской номер изделия. Во многих современных версиях BIOS эта информация запрашивается автоматически, и после ее получения параметры жесткого диска заносятся в CMOS-память. Это избавляет пользователя от необходимости вводить их вручную при конфигурировании системы. Кроме того, при таком подходе вы будете застрахованы от ошибок, если впоследствии вдруг забудете первоначально введенные параметры жесткого диска (если при повторном вводе они будут другими, доступ к данным на диске окажется невозможным).

Данные, полученные при выполнении команды идентификации жесткого диска, включают ряд сведений, относящихся к этому дисководу:

- количество адресов логических блоков, доступных при использовании режима LBA;
- количество физических цилиндров, головок и секторов, доступных в режиме P-CHS;
- количество логических цилиндров, головок и секторов в текущей трансляции режима L-CHS;

- поддерживаемые режимы (и скорости) передачи;
- название компании-изготовителя и номер модели;
- версия внутренней прошивки;
- серийный номер;
- тип или размер буфера, определяющий буферизацию сектора или возможности кэширования.

Некоторые общедоступные программы позволяют выполнить эту команду и вывести полученную информацию на экран. К их числу принадлежит и программа ATAINF, входящая в состав набора средств диагностики Ultimate Boot CD. Весь этот набор или его отдельные утилиты можно бесплатно загрузить с сайта <http://ultimatbootcd.com>. Эти программы могут оказаться как никогда кстати при установке жесткого диска в системе, не поддерживающей автоматическое распознавание, для получения характеристик диска, которые необходимо вручную задать в настройках BIOS. Все эти программы получают информацию непосредственно от самих устройств.

Еще две очень важные команды — Read Multiple и Write Multiple. Они позволяют осуществлять так называемый *многосекторный обмен данными* (т.е. обмен порциями, равными нескольким секторам). В сочетании с возможностью реализации пакетного режима программного ввода-вывода (Programmed I/O — PIO) это позволяет многократно повысить общую производительность жесткого диска (по сравнению с работой в односекторном режиме). Некоторые старые системы требуют указания точного количества секторов, поддерживаемых устройством; более современные системы извлекают эту информацию автоматически.

Помимо указанных, существует множество других команд, в том числе специфических, определяемых производителями конкретных моделей жестких дисков. Довольно часто некоторые операции, например форматирование низкого уровня и создание карт поверхностных дефектов, осуществляются именно с помощью таких специфических наборов команд. Поэтому программы форматирования низкого уровня зачастую бывают уникальными, а производители включают их в комплект поставки своих IDE-дисков.

Режим безопасности ATA

Поддержка защиты паролем жестких дисков (так называемый режим безопасности ATA Security Mode) была включена в спецификацию ATA-3 еще в 1995 году. Соответствующее дополнение к спецификации ATA было предложено компанией IBM, которая разработала соответствующие функции и реализовала их в портативных системах ThinkPad и 2,5-дюймовых дисках. Поскольку данная функция в дальнейшем была включена в официальный стандарт ATA-3 (окончательно опубликованный в 1997 году), ее начали поддерживать и другие производители дисков и компьютерных систем, особенно в 2,5-дюймовых дисках для портативных систем. Следует отметить, что подобные пароли оказываются весьма надежными: если его забыть, то, как правило, не останется ни малейшей возможности получить доступ к диску.

Пароль доступа к жесткому диску задается с помощью программы настройки BIOS, хотя данную функцию поддерживают не все системы. Большинство портативных систем эту функцию поддерживают, а большинство настольных — нет. Если данная функция поддерживается, можно задать пароли двух типов: пароль пользователя и основной пароль. Первый блокирует и разблокирует диск, в то время как второй используется исключительно для разблокировки. Можно задать только пароль пользователя или пароль пользователя и основной пароль; задать только основной пароль нельзя.

Когда задается только пароль пользователя или оба пароля, доступ к диску блокируется (даже после его установки в другую систему) до тех пор, пока корректный пароль не будет указан при включении системы.

Основной пароль представляет собой резервный пароль, предназначенный для системных администраторов. Если заданы оба пароля, сообщается только пароль пользователя. Следовательно, при желании пользователь может изменить свой пароль; при этом системный администратор сможет получить доступ к диску, указав основной пароль.

Если определены оба пароля, доступ к диску должен быть разблокирован при загрузке еще на уровне BIOS. Внешний вид соответствующего сообщения зависит от конкретной системы, однако в системах IBM для этого всегда используется графический интерфейс. На экране отображается значок в виде цилиндра с номером над ним (который указывает на номер диска) рядом со значком в виде замка. Если на экране отобразится окно с запросом пароля доступа к диску, необходимо его ввести; в противном случае будет запрещен доступ к диску и дальнейшая загрузка будет невозможна.

Как отмечалось выше, если вы забыли пароль пользователя (без использования основного пароля) или же оба пароля, вам не удастся получить доступ к диску даже в том случае, если его установить в другую систему, в том числе в такую, которая не поддерживает режим ATA Security Mode. Поэтому в данном случае диск становится совершенно бесполезной “железкой”.

Как и при использовании подавляющего большинства средств безопасности, решение на тот случай, если вы забыли пароль, должно существовать. В данном случае есть минимум одна компания, которая может восстановить работоспособность диска или даже данные на нем. Это компания Nortek (подробные сведения вы найдете на сайте www.nortek.on.ca). За снятие пароля придется заплатить от 85 до 295 долларов; кроме того, необходимо будет предоставить подтверждение прав на владение диском. Как видите, за восстановление придется заплатить больше, чем за новый диск, поэтому к данной возможности следует обращаться только в том случае, если вам во что бы то ни стало необходимо восстановить данные.

Пароли на новых дисках не заданы, однако они вполне могут быть заданы в том случае, если вы приобретаете диск, бывший в употреблении. Например, многие продавцы, которые реализуют старые компьютеры на электронных аукционах, таких как eBay, задают системный пароль или пароль жесткого диска и сообщают его покупателю только после того, как получают деньги. Однако иногда диски продаются “как есть”, и даже продавец может не знать пароля. Поэтому не рекомендуется приобретать бывший в употреблении портативный компьютер или жесткий диск до тех пор, пока вы не будете уверены в том, что на них не заданы никакие пароли.

Подавляющее большинство систем также поддерживает пароль включения или системный пароль, который задается с помощью программы настройки BIOS. В большинстве случаев при определении системного пароля такой же пароль задается и для жесткого диска. Поэтому чаще всего при вводе системного пароля BIOS автоматически указывает такой же пароль и для жесткого диска. Это означает, что пароль жесткого диска может быть задан, а вы об этом даже не подозреваете, так как соответствующий запрос не отображается на экране. Однако, если диск переставить в другую систему, он не будет работать до тех пор, пока не будет введен корректный пароль. Так что, если новый пользователь его не знает, визита в специальную компанию, такую как Nortek, не избежать.

Защищенная область

Многие современные ПК поддерживают определенные функции автоматического восстановления, которые позволяют пользователю легко восстановить работоспособность операционной системы или другого программного обеспечения. Сначала для этого использовался один или несколько специальных компакт-дисков, содержащих сценарии, которые восстанавливают исходные настройки программного обеспечения, установленного в системе.

К сожалению, компакт-диски могут быть потеряны или повреждены; кроме того, включение подобных компакт-дисков в комплект поставки компьютера приводит к дополнительным расходам со стороны производителей. В результате производители решили размещать программное обеспечение для восстановления в специальном скрытом разделе загрузочного жесткого диска. Как правило, программное обеспечение для восстановления занимает от одного до четырех компакт-дисков, что составляет около 1–3 Гбайт. Поэтому при использовании жестких дисков объемом 60 Гбайт и больше “теряется” около 5% (или меньше) от общего пространства. В то же время с помощью программного обеспечения для создания разделов или других специальных утилит скрытый раздел может быть удален.

В 1996 году компания Gateway предложила внести изменения в разрабатываемый в то время стандарт ATA-4, которые позволили бы резервировать на жестком диске специальную защищенную область. Эти изменения были утверждены, и функция *HPA* (Host Protected Area) была включена в спецификацию ATA-4, опубликованную в 1998 году. В 1999 году была предложена отдельная спецификация интерфейса BIOS — *PARTIES* (Protected Area Run Time Interface Extension Services), согласно которой определены службы, используемые операционной системой для доступа к защищенной области HPA. Стандарт PARTIES был завершен и опубликован в 2001 году под названием *NCITS 346-2001, Protected Area Run Time Interface Extension Services*.

Для обеспечения возможности использования защищенной области HPA применяется команда `ATA SET MAX ADDRESS`, благодаря чему жесткий диск воспринимается системой как диск чуть меньшего размера. Вся область, которой соответствуют адреса от заданного этой командой (определяющего новый конец диска) до адреса фактического конца диска, является защищенной областью HPA, доступ к которой возможен только с помощью специальных команд *PARTIES*. Благодаря этому обеспечивается более высокий уровень защиты, чем при использовании обычных скрытых разделов, поскольку к защищенной области не могут обращаться не только обычные приложения, но и такие специализированные утилиты для работы с разделами, как PartitionMagic и Partition Commander. Поэтому, если вы решили удалить защищенную область HPA, вам придется использовать специальные параметры программы настройки BIOS или отдельные команды для изменения исходного значения `MAX ADDRESS`. После этого можно воспользоваться утилитой PartitionMagic или Partition Commander, чтобы изменить размеры смежного раздела с целью включения в него дополнительного пространства, которое ранее было скрыто или недоступно.

Многие новые системы, оснащенные Phoenix FirstBIOS, поставляются вместе с программой восстановления и диагностики, которые хранятся в области HPA, поскольку это подразумевается новым ядром Phoenix BIOS. Данное решение используется многими OEM-производителями настольных и портативных систем (в том числе и IBM) начиная с 2003 года.

Интерфейс ATAPI (ATA Packet Interface)

Данный интерфейс был разработан для того, чтобы накопители на магнитной ленте, CD-ROM и другие устройства, такие как SuperDisk и Zip, можно было подключать к обычному разъему IDE. Основное преимущество устройств, выполненных в стандарте ATAPI, — это их дешевизна и возможность подключения к уже установленному адаптеру. Что касается накопителей CD-ROM, то они используют ресурсы центрального процессора гораздо реже, чем аналогичные устройства, подключенные к специальным адаптерам, но не дают выигрыша в быстродействии. А вот быстродействие и надежность накопителей на магнитной ленте могут существенно возрасти, если их подключить к интерфейсу ATAPI, а не к контроллерам дисководов на гибких дисках. Хотя накопители CD-ROM и подключаются к интерфейсу жесткого диска, это отнюдь не означает, что с точки зрения системы они выглядят, как обычные жесткие диски. Напротив, в контексте программного обеспечения они напоминают устройства SCSI. Все современные накопители ATA CD-ROM поддерживают протокол ATAPI, поэтому эти термины можно с полным основанием использовать в качестве синонимов. Другими словами, накопитель ATAPI CD-ROM представляет собой ATA CD-ROM и наоборот.

Внимание

Большинство систем с 1998 года стали поддерживать спецификацию Phoenix El Torito, в которой допускается загрузка с устройств ATAPI CD и DVD. Системы, не поддерживающие эту спецификацию, не могут загружаться с оптических устройств ATAPI. Даже если в BIOS установлена поддержка ATAPI, для поддержки этого интерфейса в DOS или Windows следует установить соответствующий драйвер. В Windows 95 и более поздних версиях системы уже имеется поддержка ATAPI на уровне ядра. Некоторые компакт-диски установки Windows 98 и Me искусственно сделаны загрузочными (с помощью принудительной загрузки дополнительных драйверов), в то время как все диски Windows NT/2000/XP/Vista в таких системах загружаются напрямую, что значительно упрощает процесс инсталляции.

Кроме того, обычно рекомендуется устанавливать различные типы устройств АТА на разные каналы. Дело в том, что интерфейс АТА не поддерживает одновременный доступ к нескольким устройствам, установленным на одном и том же канале. Это значит, что пока на некотором канале выполняется доступ к одному устройству, другое устройство того же канала остается недоступным. Распределив привод оптических дисков и жесткий диск по разным каналам, можно более эффективно использовать данные устройства. Еще один подводный камень скрывается в том, что некоторые жесткие диски на интерфейсе РАТА могут оказаться неработоспособными, если в качестве ведущего устройства установлен привод оптических дисков. Таким образом, рекомендуется всегда устанавливать жесткий диск РАТА в качестве ведущего, а устройства АТАPI — в качестве ведомых (в случае их подключения к одному кабелю).

Ограничения емкости дисков АТА

Версии стандарта интерфейса АТА, вплоть до АТА-5, имеют ограничение емкости диска величиной 136,9 Гбайт. Кроме того, в зависимости от версии BIOS значение этого ограничения может находиться еще ниже, например на отметке в 8,4 Гбайт или даже 528 Мбайт. Это может случиться в результате наложения ограничений для АТА на ограничения BIOS. Чтобы понять физическую сущность этих ограничений, необходимо рассмотреть взаимодействие интерфейсов аппаратного (АТА) и программного (BIOS) уровней.

Примечание

В дополнение к ограничениям BIOS и АТА, которые рассматриваются в настоящем разделе, свои ограничения налагают и различные операционные системы. Эту тему мы затронем далее.

В табл. 7.13 обобщаются ограничения емкости жестких дисков, связанные непосредственно с интерфейсом АТА или BIOS.

В следующих разделах будут более подробно описаны отличия методов адресации секторов и налагаемые ими ограничения.

Таблица 7.13. Ограничения емкости АТА/IDE при использовании различных методов адресации секторов

Метод адресации сектора	Расчет общего количества секторов	Макс. количество секторов	Макс. емкость, байт	Емкость (десятичная)	Емкость (двоичная)
CHS: BIOS w/o TL	1024×16×63	1032192	528482304	528,48 Мбайт	504,00 МиБ
CHS: BIOS w/bit-shift TL	1024×240×63	15482880	7929234560	7,93 Гбайт	7,38 ГиБ
CHS: BIOS w/LBA-assist TL	1024×255×63	16450560	8422686720	8,42 Гбайт	7,84 ГиБ
CHS: BIOS INT13h	1024×256×63	16515072	8455716864	8,46 Гбайт	7,88 ГиБ
CHS: ATA-1/ATA-5	65536×16×255	267386880	136902082560	136,9 Гбайт	127,5 ГиБ
LBA: ATA-1/ATA-5	228	268435456	137438953472	137,44 Гбайт	128,0 ГиБ
LBA: ATA-6+	248	281474976710655	144115188075855872	144,12 Пбайт	128 ПиБ
LBA: EDD BIOS	264	18446744073709551600	9444732965739290427392	9,44 Збайт	8,0 ЗиБ

CHS. Cylinder Head Sector (цилиндр, головка, сектор).

LBA. Logical Block (sector) Address (адрес логического блока).

w/. C (with).

w/o. Без (without).

TL. Translation.

INT13h. Прерывание 13h.

Префиксы десятичных и двоичных множителей

Боюсь, что многие читатели плохо знакомы с мебибайтами (МиБ), гигабайтами (ГиБ) и другими подобными обозначениями, которые используются как в этом разделе, так и во всей книге. Они представляют собой некоторую часть стандарта, позволяющего избежать путаницы между множителями десятичной и двоичной систем счислений, в частности в компьютерных

системах. Единицы измерений стандарта SI (международной системы единиц, или метрической системы) создаются на основе десятичных множителей. Такая система подходит для решения разнообразных задач, но неудобна для компьютеров, обитающих в двоичном мире, в котором все числа создаются на двоичной основе (т.е. на основе множителя 2). Это привело к появлению различных значений, присваиваемых одному и тому же префиксу, например 1 Кбайт (килобайт) может обозначать как 1000 (10^3) байт, так и 1024 (2^{10}) байт. В декабре 1998 года Международная электротехническая комиссия (МЭК) утвердила в качестве международного стандарта ряд префиксных названий и обозначений двоичных множителей, используемых при обработке и передаче данных. Некоторые из этих префиксов приведены ранее в табл. 7.14.

Таблица 7.14. Стандартные префиксные наименования и обозначения десятичной и двоичной систем счислений

Десятичная система				Двоичная система			
Множитель	Название	Обозначение	Значение	Множитель	Название	Обозначение	Значение
10^3	Кило	к	1 000	2^{10}	Киби	Ки	1024
10^6	Мега	М	1 000 000	2^{20}	Меби	Ми	1048576
10^9	Гига	Г	1 000 000 000	2^{30}	Гиби	Ги	1073741824
10^{12}	Тера	Т	1 000 000 000 000	2^{40}	Теби	Ти	1099511627776
10^{15}	Пета	П	1 000 000 000 000 000	2^{50}	Пеби	Пи	1125899906842624
10^{18}	Экса	Э	1 000 000 000 000 000 000	2^{60}	Эксби	Еи	1152921504606846976
10^{21}	Зетта	З	1 000 000 000 000 000 000 000	2^{70}	Зеби	Зи	1180591620717411303424

Обозначение “кило/kilo (k)” в соответствии с Международной системой единиц SI начинается со строчной буквы, а все остальные обозначения десятичной системы счислений — с прописной.

В соответствии с принятой стандартной терминологией 1 Мбайт (мегабайт) содержит 1000000 байт, в то время как 1 МиБ (мебибайт) — 1048576 байт.

Примечание

Для получения подробной информации о промышленном стандарте десятичных и двоичных префиксов обратитесь на сайт Национального института стандартов и технологий (NIST): physics.nist.gov/cuu/Units/prefixes.html

Ограничения BIOS

Обновления ROM BIOS системной платы обеспечивают поддержку накопителей, емкость которых постоянно увеличивается. В табл. 7.15 приведены данные, касающиеся изменения емкости накопителей.

Таблица 7.15. Даты преодоления ограничений на емкость накопителей в ROM BIOS

Дата создания BIOS	Ограничение емкости
Август 1994 года	528 Мбайт
Январь 1998 года	8,4 Гбайт
Сентябрь 2002 года	137 Гбайт

В таблице представлены этапы преодоления ограничений на емкость дисков. Например, BIOS, созданные до августа 1994 года, поддерживали накопители, емкость которых не превышала 528 Мбайт; BIOS, разработанные до января 1998 года, как правило, ограничивают емкость дисков значением 8,4 Гбайт. Большинство BIOS, используемых после 1998 года, поддерживают емкость жестких дисков, равную 137 Гбайт. И наконец, BIOS, созданные после сентября 2002 года, поддерживают накопители, емкость которых превышает 137 Мбайт. В то же время эти сведения являются лишь общими правилами; для определения параметров конкретной системы следует обратиться к производителю системной платы. Также существует утилита *BIOS Wizard* (<http://www.unicore.com.bioswiz/index2.html>), которая ука-

жет данные BIOS и определит, поддерживает ли компьютер спецификацию EDD (Enhanced Hard Disk Drive) (т.е. поддерживаются ли накопители объемом свыше 8,4 Гбайт).

В том случае, если BIOS не поддерживает спецификацию EDD, возможно несколько вариантов действий:

- обновите системную BIOS, заменив ее версией, выпущенной после 1998 года, которая поддерживает накопители емкостью более 8,4 Гбайт;
- установите плату расширения BIOS, например UltraATA (www.siiz.com);
- установите программное обновление, обеспечивающее поддержку накопителей, емкость которых превышает 8,4 Гбайт.

Оптимальным является первый способ, не требующий каких-либо капиталовложений. Чтобы узнать, существует ли новая версия BIOS, которая обеспечивает поддержку дисков большого размера, посетите сайт производителя конкретной системной платы. Если нужной версии не оказалось, можно приобрести плату UltraATA от компании SIIG. К программному методу прибегать вообще не рекомендуется, поскольку инсталляция программного обновления в загрузочный сектор жесткого диска может повлечь за собой многочисленные проблемы, в частности при загрузке с различных дисков, установке новых накопителей или восстановлении данных.

Методы адресации CHS и LBA

Существует два основных метода, используемых для адресации (или нумерации) секторов накопителей ATA. Первый из них называется *CHS* (Cylinder Head Sector). Это аббревиатура от названий трех координат, используемых для адресации каждого сектора дискового. Во втором методе, который называется *LBA* (Logical Block Address), для адресации секторов накопителя используется только одно значение. В основе метода CHS лежит физическая структура накопителей (а также способ организации его внутренней работы). Метод LBA, в свою очередь, представляет собой более простой и логический способ нумерации секторов, не зависящий от внутренней физической архитектуры накопителей.

При последовательном считывании данных с накопителя в режиме CHS процесс чтения начинается с цилиндра 0, головки 0 и сектора 1 (который является первым сектором на данном диске), после чего считываются все остальные секторы первой дорожки. Затем выбирается следующая головка и читаются все секторы, находящиеся на этой дорожке. Это продолжается до тех пор, пока не будут считаны данные со всех головок первого цилиндра. Затем выбирается следующий цилиндр, и процесс чтения продолжается в такой же последовательности. Метод CHS подобен принципу одометра (счетчика пройденного пути): для того чтобы изменить номер головки, необходимо “провернуть” определенное количество секторов, а для того, чтобы перейти на следующий цилиндр, необходимо “провернуть” несколько головок.

При последовательном считывании данных с накопителя в режиме LBA процесс чтения начинается с сектора 0, после чего читается сектор 1, сектор 2 и т.д. Как вы помните, в режиме CHS первым сектором жесткого диска является 0,0,1. В режиме LBA этот же сектор будет сектором 0.

В качестве примера представьте себе накопитель, содержащий один жесткий диск, две головки (используются обе стороны жесткого диска), две дорожки на каждом жестком диске (цилиндры) и два сектора на каждой дорожке. В этом случае можно сказать, что накопитель содержит два цилиндра (две дорожки на каждой стороне), две головки (по одной на сторону), а также два сектора на каждой дорожке. В общей сложности емкость накопителя равна восьми (2×2×2) секторам. Обратите внимание, что нумерация цилиндров и головок начинается с нуля, а нумерация физических секторов, находящихся на дорожке, — с единицы. При использовании адресации CHS расположение первого сектора накопителя определяется выражением “цилиндр 0, головка 0, сектор 1 (0,0,1)”; адрес второго сектора — 0,0,2; третьего — 0,1,1; четвертого — 0,1,2 и т.д., пока мы не дойдем до последнего сектора, адрес которого — 1,1,2.

Представьте теперь, что мы взяли восемь секторов и, не обращаясь непосредственно к физическим цилиндрам, головкам и секторам, пронумеровали их от 0 до 7. Таким образом, если необходимо обратиться к четвертому сектору накопителя, можно сослаться на него как на сектор 0,1,2 в режиме CHS или как на сектор 3 в режиме LBA. Соотношение между номерами секторов воображаемого восьмисекторного накопителя в режимах CHS и LBA приведено в табл. 7.16.

Таблица 7.16. Нумерация секторов в режимах CHS и LBA для воображаемого накопителя, содержащего два цилиндра, две головки и по два сектора на каждой дорожке (в общей сложности — восемь секторов)

Режим	Соответствующие номера секторов							
CHS	0,0,1	0,0,2	0,1,1	0,1,2	1,0,1	1,0,2	1,1,1	1,1,2
LBA	0	1	2	3	4	5	6	7

Как видно из приведенного примера, использование нумерации LBA заметно облегчает и упрощает процесс обработки данных. Несмотря на это при создании первых ПК вся адресация ATA на уровне устройства выполнялась методом CHS.

Преобразования CHS/LBA и LBA/CHS

Адресация секторов может выполняться как в режиме CHS, так и в режиме LBA. Для любого конкретного накопителя существует определенное соответствие между адресациями CHS и LBA, которое, в частности, позволяет преобразовывать адреса CHS в адреса LBA и наоборот. Спецификация ATA-1 предлагает довольно простую формулу, с помощью которой можно преобразовывать параметры CHS в LBA:

$$LBA = (((C \times HPC) + H) \times SPT) + S - 1.$$

Обратив эту формулу, можно выполнить обратное преобразование, т.е. преобразовать параметры LBA в адрес CHS:

$$C = \text{int}(LBA/SPT/HPC),$$

$$H = \text{int}((LBA/SPT) \bmod HPC),$$

$$S = (LBA \bmod SPT) + 1.$$

В этих формулах использованы следующие обозначения:

- LBA — адрес логического блока;
- C — цилиндр;
- H — головка;
- S — сектор;
- HPC — количество головок в каждом цилиндре ;
- SPT — количество секторов на каждой дорожке;
- int X — целочисленная часть X;
- X mod Y — остаток от деления X на Y.

С помощью данных формул можно вычислить параметры LBA практически для любого адреса CHS и наоборот. Если взять накопитель с 16 383 цилиндрами, 16 головками и 63 секторами на каждой дорожке, полученное соотношение адресов CHS и LBA будет подобно показанному в табл. 7.17.

Команды BIOS и команды ATA

Помимо двух методов адресации секторов (CHS и LBA), существуют еще два уровня интерфейса, в которых она выполняется. Первым уровнем является область взаимодействия операционной системы и BIOS (с помощью команд драйвера); вторым — область сопряжения BIOS и накопителя (с помощью команд ATA). На каждом из этих уровней используются оп-

ределенные команды, которые поддерживают как режим CHS, так и режим LBA. На рис. 7.12 схематически показаны уровни интерфейса.

Таблица 7.17. Параметры CHS и соответствующая им нумерация секторов LBA для накопителя, содержащего 16383 цилиндра, 16 головок и 63 сектора на каждой дорожке (общее количество секторов — 16514064)

Цилиндр	Головка	Сектор	LBA
0	0	1	0
0	0	63	62
1	1	1	63
999	15	63	1007999
1000	0	1	1008000
9999	15	63	10079999
10000	0	1	10080000
16382	15	63	16514063

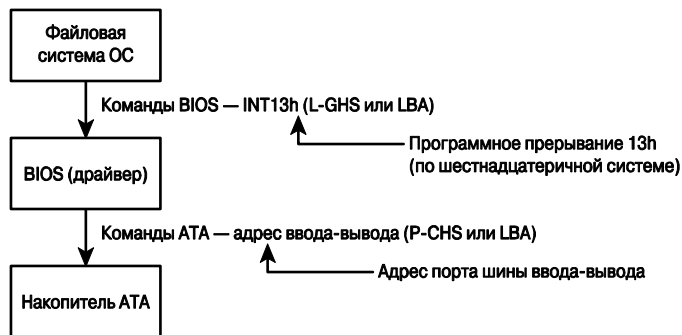


Рис. 7.12. Взаимоотношения между BIOS и схемой физической адресации секторов. (Здесь выражение L-CHS обозначает логический CHS, а P-CHS — физический CHS)

Когда операционная система обращается к BIOS для чтения или записи секторов, она выдает соответствующие команды через программное прерывание INT13h, которое обращается к стандартной подпрограмме BIOS, используемой для доступа к диску. Подфункции прерывания INT13h позволяют выполнять чтение или запись секторов, используя при этом адресацию LBA или CHS. После этого стандартные программы базовой системы ввода-вывода преобразуют команды BIOS в аппаратные команды ATA, которые передаются через порты шины ввода-вывода на контроллер дискового. Аппаратные команды ATA также могут использовать адресацию CHS или LBA, несмотря на то что существуют определенные ограничения. Будут ли BIOS и накопитель использовать адресацию CHS или LBA, зависит от емкости жесткого диска, срока службы накопителя и “возраста” BIOS, установленных параметров BIOS и используемой операционной системы.

Ограничения CHS (преодоление ограничения в 528 Мбайт)

BIOS обращается к драйверу жесткого диска с помощью прерывания INT13h, которое предоставляет функции чтения и записи на диск на уровне секторов. Прерывание INT13h требует указания определенного сектора, при этом каждый сектор адресуется расположением цилиндра, головки и сектора. Этот интерфейс обращения к диску называется *CHS-адресацией* и используется операционной системой и дисковыми утилитами низкого уровня. Изначально интерфейс прерывания 13h был реализован IBM в BIOS для контроллера жесткого диска компьютера PC XT. Этот интерфейс был создан в 1983 году, а в 1984 году был включен в BIOS системной платы PC AT. Интерфейс использует числа для адресации каждого отдельного сектора, цилиндра и головки. В табл. 7.18 приведены ограничения параметров CHS прерывания INT13h для стандартной BIOS.

Таблица 7.18. Ограничения параметров CHS для прерывания BIOS INT13h

Поле	Размер поля, бит	Максимальное значение	Диапазон	Количество используемых значений
Цилиндры	10	1024	0-1023	1024
Головки	8	256	0-255	256
Секторы	6	64	0-63	64

Концепция определения максимального значения при заданном количестве цифр проста. К примеру, если у вас есть отель, в котором номера комнат ограничены двумя разрядами, вы сможете пронумеровать только сто комнат — от 0 до 99. Номера CHS, используемые интерфейсом INT13h, записаны в двоичном формате. Поскольку цилиндры адресуются десятью битами, можно использовать максимум 1024 цилиндра (от 0 до 1023). Максимальное количество головок, с которыми можно работать через BIOS, равно 256; они нумеруются от 0 до 255. И наконец секторы, с которыми еще больше проблем. Секторы на дорожке адресуются шестью битами, значит, можно адресовать максимум 64 сектора. Однако, поскольку нумерация начинается не с нуля, а с единицы, суммарное количество секторов на дорожку, с которым может работать BIOS, не должно превышать 63.

Эти ограничения распространяются на все версии BIOS и на все программы, которые используют стандартную адресацию CHS и интерфейс INT13h. Подставив максимальные значения для адресации CHS, мы получим диск с 1024 цилиндрами, 256 головками и 63 секторами на дорожку. Поскольку размер каждого сектора равен 512 байт, результаты будут такими, как показано ниже.

```

                Максимальные значения
-----
Цилиндров                1024
Головок                   256
Секторов на дорожку      63
=====
Итого секторов           16515072
-----
Итого байтов              8455716864
Мегабайтов (Мбайт)       8456
Мебибайтов (МиБ)        8064
Гигабайтов (Гбайт)      8,4
Гибибайтов (ГиБ)        7,8

```

Из этих расчетов видно, что максимальный размер диска, который можно адресовать через интерфейс BIOS INT13h, составляет приблизительно 8,4 Гбайт, или 7,8 ГиБ.

К сожалению, не только BIOS накладывает ограничения — существуют еще и ограничения самого интерфейса ATA (табл. 7.19).

Таблица 7.19. Ограничения параметров стандартного интерфейса ATA

Поле	Размер поля, бит	Максимальное значение	Диапазон	Число используемых значений
Цилиндры	16	65536	0-65535	65536
Головки	4	16	0-15	16
Секторы	8	256	1-255	255

Как видите, в интерфейсе ATA для хранения значений адресов CHS используются поля другого размера. Обратите внимание, что ограничения ATA, относящиеся к количеству цилиндров и секторов, выше, чем соответствующие ограничения BIOS, но ниже, чем ограничения BIOS по количеству головок. Ограничения CHS по емкости жестких дисков в соответствии со спецификациями ATA приведены ниже.

```

                Максимальные значения
-----
Цилиндров                65536

```

```

Головок                16
Секторов на дорожку    255
=====
Итого секторов         267386880
-----
Итого байтов           136902082560
Мегабайтов (Мбайт)    136902
Мебибайтов (МиБ)      130560
Гигабайтов (Гбайт)    136,9
Гиббайтов (ГиБ)       127,5

```

При объединении ограничений BIOS и ATA CHS мы сталкиваемся с ситуацией, описанной в табл. 7.20.

Таблица 7.20. Объединение ограничений BIOS и ATA CHS

Поле	Ограничения параметров для CHS BIOS	Ограничения параметров для ATA	Суммарные ограничения
Цилиндры	1024	65536	1024
Головки	256	16	16
Секторы	63	255	63
Всего секторов	16505072	267386880	1032192
Максимальный объем	8,4 Гбайт	139,9 Гбайт	528 Мбайт

Как видно из этих данных, комбинация ограничений приводит к следующим максимальным значениям: цилиндров — 1024, головок — 16, секторов — 63; в результате максимальный объем получается равным 528 Мбайт. Это значение стало называться *барьером в 528 Мбайт*; оно существует практически во всех компьютерах, выпущенных в 1993 году и ранее.

CHS-трансляция (преодоление ограничения в 528 Мбайт)

При использовании жестких дисков, объем которых не превышал 528 Мбайт, существование барьера не играет никакой роли. Однако к 1994 году технология достигла уровня, позволившего создавать жесткие диски, емкость которых значительно превышала ограничения, налагаемые BIOS и спецификациями ATA. В результате данная проблема приобрела особую остроту.

В 1993 году компания Phoenix Technologies начала работу над расширениями BIOS, которые дали бы возможность преодолеть ограничения CHS. В январе 1994 года эта компания опубликовала спецификацию BIOS Enhanced Disk Drive (EDD), переизданную впоследствии комитетом T13 (который также занимается развитием стандарта ATA) в виде документа *BIOS Enhanced Disk Drive Services (EDD)*. Документы EDD содержат подробное описание различных методов, позволяющих обойти ограничения предыдущих BIOS, избегая при этом проблем совместимости с существующим программным обеспечением. Эти методы включают в себя следующее:

- расширения базовой системы ввода-вывода INT13h, поддерживающие 64-разрядную адресацию LBA;
- геометрическая трансляция CHS со смещением разряда;
- геометрическая трансляция CHS LBA-assist.

Метод, используемый для реализации ограничений CHS, называется *трансляцией*, поскольку позволяет ввести в BIOS дополнительные стандартные подпрограммы, необходимые для преобразования параметров CHS от максимальных значений ATA до максимальных значений BIOS (и наоборот). Стремясь превратить эти методы в стандарт, используемый во всех производимых персональных компьютерах, компания Phoenix опубликовала документ EDD и разрешила бесплатное использование описанной технологии всем производителям, в том числе своим основным конкурентам — компаниям AMI и Award. Впоследствии комитет T13, отвечающий за интерфейс ATA, принял стандарт EDD и включил его в официальные документы ATA.

С 1993 года в большинстве версий BIOS начали использовать “ухищрения”, позволяющие адресовать до 8,4 Гбайт дискового пространства. Новый способ получил название *метод трансляции параметра*, который активизируется на уровне BIOS и адаптирует, или, другими словами, транслирует, параметры цилиндров, головок и секторов в приемлемые для BIOS. Существует два типа трансляции: первый основан на сдвиге разряда CHS (в программе настройки BIOS этот метод называется *Large CHS* или *Extended CHS*), второй — на общем числе секторов (в программе настройки BIOS он называется *LBA* — Logical Block Address). Описанные типы трансляции представлены разными математическими методами, хотя выполняют, по сути, одну и ту же операцию, состоящую в преобразовании одного набора значений CHS в другой.

CHS-трансляция со сдвигом разряда оперирует номерами цилиндров и головок, не изменяя при этом номер сектора. В качестве основы принимается число физических (переданных диском) цилиндров и головок, которое с помощью несложных операций деления и умножения преобразуется в измененные номера цилиндров и головок. Количество секторов, приходящихся на каждую дорожку, не транслируется и передается в неизменном виде. Математические операции деления и умножения фактически выполняются в программном обеспечении BIOS путем смещения разрядов в адресе CHS, поэтому в данном случае и используется термин “смещение/сдвиг разряда”.

При использовании CHS-трансляции со сдвигом разряда сообщенные диском (физические) параметры передаются как P-CHS, а логические параметры, измененные BIOS, передаются в виде L-CHS. После установки соответствующих значений в программе настройки BIOS происходит автоматическое преобразование логических адресов CHS (L-CHS) в физические адреса CHS (P-CHS) на уровне BIOS. Это дает возможность операционной системе посылать команды в BIOS, используя логические параметры L-CHS, которые при обращении BIOS к накопителю с помощью команд ATA автоматически преобразуются в физические параметры P-CHS. Правила вычисления параметров CHS-трансляции со сдвигом разряда приведены в табл. 7.21.

Таблица 7.21. Правила CHS-трансляции со сдвигом разряда

Физические (переданные диском) цилиндры	Физические головки	Логические цилиндры	Логические головки	Максимальная емкость
$1 < C \leq 1024$	$1 < H \leq 16$	$C = C$	$H = H$	528 Мбайт
$1024 < C \leq 2048$	$1 < H \leq 16$	$C = C/2$	$H = H \times 2$	1 Гбайт
$2048 < C \leq 4096$	$1 < H \leq 16$	$C = C/4$	$H = H \times 4$	2,1 Гбайт
$4096 < C \leq 8192$	$1 < H \leq 16$	$C = C/8$	$H = H \times 8$	4,2 Гбайт
$8192 < C \leq 16384$	$1 < H \leq 16$	$C = C/16$	$H = H \times 16$	8,4 Гбайт

Количество секторов, переданное дисководом, не транслируется.

При использовании таких операционных систем, как DOS/Win9x/Me, количество логических головок не может превышать 255.

CHS-трансляция со сдвигом разряда основывается на делении количества физических цилиндров на число 2, что позволяет преодолеть существующее ограничение BIOS INT13h (количество цилиндров не должно превышать 1024), и последующем умножении количества головок на то же число, благодаря чему общее количество секторов остается неизменным. Как показано ниже, степень числа 2, используемая в качестве делителя, зависит от количества цилиндров.

Ниже приведен пример CHS-трансляции со сдвигом разряда.

	Физические параметры CHS	Логические параметры CHS со сдвигом разряда

Цилиндров	8000	1000
Головок	16	128
Секторов на дорожке	63	63
=====		
Итого секторов	8064000	8064000

Итого байтов	4128768000	4128768000
Мегабайтов (Мбайт)	4129	4129
Мебибайтов (МиБ)	3938	3938
Гигабайтов (Гбайт)	4,13	4,13
Гибибайтов (ГиБ)	3,85	3,85

В данном примере приведен диск, содержащий 8000 цилиндров и 16 головок. Физическое количество цилиндров больше ограничения в 1024 цилиндра, накладываемого BIOS, поэтому при выборе CHS-трансляции со сдвигом разряда BIOS делит количество цилиндров на 2, 4, 8 или 16, уменьшая его до 1024. В данном случае количество цилиндров делится на 8, в результате чего получено новое число логических цилиндров, равное 1000, которое не превышает установленного ограничения (1024). После этого число головок умножается на ту же величину, в результате чего получается количество логических головок, равное 128, что также ниже ограничения, установленного BIOS.

Таким образом, несмотря на то, что диск физически имеет 8000 цилиндров и 16 головок, BIOS и все программное обеспечение (включая операционную систему) рассматривают его как жесткий диск, содержащий 1000 цилиндров и 128 головок. Обратите внимание, что число 63, выражающее количество секторов, приходящихся на каждую дорожку, передается в неизменном виде. Результатом трансляции является то, что благодаря использованию логических параметров BIOS может полностью видеть весь диск емкостью 4,13 Гбайт, не ограничиваясь только первыми 528 Мбайт.

При установке нового жесткого диска не придется выполнять математическую трансляцию для преобразования количества цилиндров и головок — BIOS сделает это автоматически. Необходимо только разрешить BIOS автоматически определить физические параметры CHS, а затем активизировать в программе настройки BIOS трансляцию ECHS или Large. Все остальное BIOS сделает сама.

CHS-трансляция со сдвигом разряда представляет собой простую и довольно быструю схему, работающую практически со всеми дисководы, которая, к сожалению, не позволяет правильно транслировать все теоретически возможные конфигурации жесткого диска емкостью до 8,4 Гбайт. Для решения этой проблемы в спецификацию ATA-2 было введено специальное дополнение, в соответствии с которым дисководы должны были указывать определенные диапазоны конфигураций, позволяющие выполнять трансляцию со сдвигом разряда. Таким образом, все дисководы, которые соответствуют спецификации ATA-2 (или выше) могут выполнять трансляцию с помощью этого метода.

Преодоление ограничений емкости в 2,1 и 4,2 Гбайт

В некоторых базовых системах ввода-вывода для данных, обозначающих количество полей физических цилиндров CHS, отводилось только 12 бит, что ограничивало объем диска 4096 цилиндрами. В сочетании с существующими стандартными ограничениями (16 головок и 63 сектора) это не позволяло поддерживать накопители, емкость которых превышала 2,1 Гбайт. К счастью, описанный дефект существовал только в определенных системах, включающих в себя BIOS, созданную примерно до середины 1996 года.

Тем не менее все еще существовали определенные проблемы, связанные с трансляцией со сдвигом разряда. Технология организации операционных систем DOS и Windows 9x/Me не позволяет правильно обрабатывать жесткие диски, содержащие 256 головок. Подобная ситуация стала проблемной для накопителей емкостью более 4,2 Гбайт, поскольку правила CHS-трансляции со сдвигом разряда обычно приводили к логическому значению 256 головок, как в следующем примере.

	Физические параметры CHS	Логические параметры CHS со сдвигом разряда

Цилиндров	12000	750

Головок	16	256
Секторов на дорожке	63	63
=====		
Итого секторов	12096000	12096000

Итого Байтов	6193152000	6193152000
Мегабайтов (Мбайт)	6193	6193
Мебибайтов (МиБ)	5906	5906
Гигабайтов (Гбайт)	6,19	6,19
Гибибайтов (ГиБ)	5,77	5,77

При попытке инсталляции Windows 9x/Me (или DOS) на жестком диске емкостью более 4,2 Гбайт оказалось, что подобная схема неудачна, поскольку значение “256 головок” является одним из параметров L-CHS. Ограничение емкости диска значением 4,2 Гбайт было свойственно практически каждой BIOS, реализующей эту схему, поэтому установка жесткого диска большей емкости и выбор CHS-трансляции со сдвигом разряда и приводили к сбоям накопителя. Следует заметить, что к операционным системам Windows NT/2000/XP это не относится.

Примечание

Интересно то, что причиной подобной проблемы является вовсе не BIOS, а код файловой системы DOS/Win9x/Me, в котором количество секторов, приходящихся на каждую дорожку, сохраняется в виде 8-разрядного числа. Проблемы возникают при считывании числа 256, представляющего собой в двоичной записи выражение 10000000b, для хранения которого требуется 9-разрядное поле. Число 255 (или 1111111b в двоичной системе) является наибольшим значением, которое подходит 8-разрядному двоичному регистру и определяет максимальное число головок, поддерживаемое той или иной операционной системой.

Для решения этой проблемы CHS-трансляция со сдвигом разряда была переработана и дополнена правилом, согласно которому при наличии 16 физических головок и более чем 8192 цилиндров (что привело бы к трансляции 256 головок) принимается количество головок P-CHS, равное 15 (вместо 16). Во избежание ошибок при вычислении количество цилиндров P-CHS умножается на выражение 16/15. После этого выполняется трансляция скорректированного количества цилиндров и головок. Результаты вычислений приведены ниже.

	Физические параметры CHS	Логические параметры CHS со сдвигом разряда	Откорректированные логические параметры CHS со сдвигом разряда
Цилиндров	12000	750	800
Головок	16	256	240
Секторов на дорожке	63	63	63
=====			
Итого секторов	12096000	12096000	12096000

Итого байтов	6193152000	6193152000	6193152000
Мегабайтов (Мбайт)	6193	6193	6193
Мебибайтов (МиБ)	5906	5906	5906
Гигабайтов (Гбайт)	6,19	6,19	6,19
Гибибайтов (ГиБ)	5,77	5,77	5,77

Как показано в примере, жесткий диск, содержащий 12000 цилиндров и 16 головок, с помощью стандартной схемы CHS со сдвигом разряда преобразуется в логический диск с 750 цилиндрами и 256 головками. В данном случае в соответствии с правилом переработанной схемы CHS со сдвигом разряда выполняется двойная трансляция, которая состоит в изменении числа физических головок (принимается число головок, равное 15, а не 16) и последующем умножении числа цилиндров (12000) на выражение 16/15, в результате чего получается количество цилиндров, равное 12800. После этого новое число цилиндров, полученное при CHS-трансляции со сдвигом разряда, делится на 16, в результате чего получается 800 логиче-

ских цилиндров. Аналогично при умножении количества головок (15) на число 16 получаем 240 логических головок. Вычисленное количество логических цилиндров, превышающее 1024, уменьшается до 1024. В этом случае 12 000 физических цилиндров и 16 головок транслируются в 800 логических цилиндров и 240 головок (вместо 750 цилиндров и 256 головок), что позволяет не обращать внимания на ошибки, существующие в операционных системах DOS/Win9x/Me.

До сих пор все приводимые примеры были понятны, т.е. вычисленные логические параметры L-CHS и физические параметры P-CHS соответствовали одной и той же емкости жесткого диска. К сожалению, этот метод подходит далеко не всегда. Ниже приведен довольно типичный пример из реальной жизни. Накопители емкостью 8,4 Гбайт, созданные в компаниях Maxtor, Quantum, Seagate и др., содержат 16 383 физических цилиндра и 16 головок. При трансляции будут получены приведенные ниже параметры дисков.

	Физические параметры CHS	Логические параметры CHS со сдвигом разряда	Откорректированные логические параметры CHS со сдвигом разряда
Цилиндров	16383	1023	1024
Головок	16	256	240
Секторов на дорожке	63	63	63
=====			
Итого секторов	16514064	16498944	15482880

Итого байтов	8455200768	8447459328	7927234560
Мегабайтов (Мбайт)	8455	8447	7927
Мегибайтов (МиБ)	8064	8056	7560
Гигабайтов (Гбайт)	8,46	8,45	7,93
Гибибайтов (ГиБ)	7,87	7,87	7,38

Обратите внимание, что правила переработанной CHS-трансляции со сдвигом разряда позволяют поддерживать не более 7,93 Гбайт из общего объема жесткого диска, равного 8,4 Гбайт. Фактически параметры, приведенные в этом примере (в столбце с 240 головками), являются абсолютным максимумом, который может поддерживать переработанная CHS-трансляция со сдвигом разряда. К счастью, существует другой режим трансляции, позволяющий выйти из этого положения.

Трансляция LBA-Assist

Метод трансляции LBA-Assist не налагает каких-либо искусственных ограничений на физические параметры конфигурации жесткого диска, но работает только на тех накопителях, которые поддерживают адресацию LBA на уровне интерфейса ATA. К счастью, практически все накопители ATA, емкость которых превышает 2 Гбайт, поддерживают LBA. Трансляция LBA-Assist принимает параметры CHS, переданные диском, перемножает их для того, чтобы получить расчетное максимальное значение LBA (общее число секторов), а затем использует вычисленное значение LBA для получения преобразованных (транслированных) параметров CHS. Основные правила трансляции LBA-Assist приведены в табл. 7.22.

Трансляция LBA-Assist устанавливает число секторов, равное 63, независимо от числа цилиндров и головок, получаемых при делении и умножении общего числа секторов. В результате получается набор логических параметров CHS, которые используются операционной системой при обращении к BIOS. После этого выполняется трансляция чисел L-CHS в числа LBA на уровне интерфейса ATA. Режим LBA более подходит для выполнения трансляции, поэтому в большинстве случаев вместо CHS-трансляции со сдвигом разряда следует использовать именно этот режим.

Таблица. 7.22. Правила трансляции LBA-Assist

Общее количество секторов ¹	Логические цилиндры	Логические головки	Логические секторы
1 < T <= 1032192	T/1 008	16	63
1032192 < T <= 2064384	T/2 016	32	63
2064384 < T <= 4128768	T/4 032	64	63
4128768 < T <= 8257536	T/8 064	128	63
8257536 < T <= 16450560	T/16 065	255	63

1. T — общее количество секторов, полученное при перемножении переданных жестким диском физических параметров CHS (С×Н×S).

Обычно выполнение CHS-трансляции со сдвигом разряда и трансляции LBA-Assist приводит к получению практически одинаковых логических параметров конфигурации накопителя. Это справедливо в тех случаях, когда жесткий диск содержит 63 сектора на каждой дорожке и 4, 8 или 16 головок. В приведенном ниже примере обе схемы трансляции приводят к получению одинаковых логических параметров CHS.

	Физические параметры CHS	Откорректированные логические параметры CHS со сдвигом разряда	Логические параметры CHS трансляции LBA-Assist
Цилиндров	8192	1024	1024
Головок	16	128	128
Секторов на дорожке	63	63	63
Итого секторов	8257536	8257536	8257536
Итого байтов	4227858432	4227858432	4227858432
Мегабайтов (Мбайт)	4228	4228	4228
Мебибайтов (МиБ)	4032	4032	4032
Гигабайтов (Гбайт)	4,23	4,23	4,23
Гибибайтов (ГиБ)	3,94	3,94	3,94

Тем не менее, если значения, переданные жестким диском, отличаются от ранее описанных (63 сектора на дорожке и 4, 8 или 16 головок), то параметры, полученные при выполнении трансляции LBA-Assist и CHS-трансляции со сдвигом разряда, будут совершенно разными. Результаты подобной трансляции показаны ниже.

	Физические параметры CHS	Откорректированные логические параметры CHS со сдвигом разряда	Логические параметры CHS трансляции LBA-Assist
Цилиндров	16383	1024	1024
Головок	16	240	255
Секторов на дорожке	63	63	63
Итого секторов	16514064	15482880	16450560
Итого байтов	8455200768	7927234560	8422686720
Мегабайтов (Мбайт)	8455	7927	8423
Мебибайтов (МиБ)	8064	7560	8033
Гигабайтов (Гбайт)	8,46	7,93	8,42
Гибибайтов (ГиБ)	7,87	7,38	7,84

Трансляция LBA-Assist поддерживает жесткие диски емкостью 8,42 Гбайт, что примерно на 500 Мбайт больше, чем поддерживает переработанная CHS-трансляция со сдвигом разряда. Гораздо важнее то, что различия этих трансляций могут привести при изменении режимов трансляции к определенным проблемам с данными, находящимися на жестком диске. Например, при использовании трансляции LBA-Assist для преобразования параметров жесткого

диска, установленного и отформатированного с помощью CHS-трансляции со сдвигом разряда, зачастую происходит изменение интерпретируемой геометрии диска. В результате жесткий диск становится нечитаемым, и единственным выходом из этого положения будет повторное разбиение диска на разделы и их форматирование, что приведет к уничтожению всех имеющихся данных. Запомните, что после выбора используемого метода трансляции следующее изменение режима можно выполнять только после полного резервирования *всех* важных данных.

Начиная с 1994 года практически во всех BIOS, используемых в персональных компьютерах, функция трансляции введена в программу настройки параметров BIOS. Более того, во всех BIOS поддерживаются опции обоих режимов трансляции, а также возможность их полного отключения. В том случае, если предлагаются оба режима трансляции (т.е. CHS со сдвигом разряда и LBA-Assist), следует воспользоваться методом LBA, который является более гибким и эффективным. Не забывайте также о том, что трансляция LBA-Assist поддерживает, независимо от существующих параметров, не более 255 логических головок, что позволяет решить проблему ограничения емкости диска в 4,2 Гбайт, возникшую из-за ошибки операционной системы.

Чтобы узнать, поддерживает ли трансляцию параметров ваша версия BIOS, попробуйте в соответствующем разделе программы настройки параметров BIOS ввести число, большее 1024. Однако лучше просто проверить, есть ли параметры трансляции в разделе настройки диска программы. Запуск и работа с программой настройки параметров BIOS описываются в главе 5. Если вы столкнулись с такими относящимися к накопителю параметрами, как LBA и ECHS (иногда используются названия Large и Extended), учтите, что они указывают на BIOS с поддержкой трансляции. Данную функцию поддерживает большинство версий BIOS, выпускаемых с 1994 года, однако в некоторых версиях AMI BIOS, которые выпускаются с середины 1990-х годов, параметры LBA задаются не в том разделе, где задаются параметры работы жестких дисков. Если ваша система не поддерживает трансляцию параметров, следует обновить BIOS или же установить специальную плату модернизации BIOS, например LBA Pro от компании eSupport.com

В табл. 7.23 приведены данные для всех доступных сегодня четырех способов адресации секторов: стандартный CHS (без трансляции), расширенная трансляция CHS, адресация LBA и полный режим LBA (EDD BIOS).

Таблица 7.23. Способы адресации секторов на диске

Режим BIOS	Параметры, которые операционная система передает BIOS	Параметры, которые BIOS передает диску
Стандартный (без трансляции)	Физические параметры CHS	Физические параметры CHS
Расширенная трансляция CHS (ECHS)	Логические параметры CHS	Физические параметры CHS
Трансляция LBA	Логические параметры CHS	Параметры LBA
“Чистый” LBA	Параметры LBA	Параметры LBA

В стандартном режиме трансляция может выполняться только в один этап и только внутри диска. Сегодня настоящая физическая геометрия всех зонально записанных дисков ATA абсолютно не видна снаружи. Информация о цилиндрах, головках и секторах, которую показывает программа настройки параметров BIOS, отражает логическую геометрию, а не реальные физические параметры диска. Стандартная адресация CHS ограничена 16 головками и 1024 цилиндрами, что приводит к лимиту емкости диска в 504/528 Мбайт.

В программе настройки параметров BIOS этот режим часто называется Normal и “заставляет” BIOS вести себя так, будто это ее старая версия без трансляции. Данный режим применим для дисков, имеющих менее 1024 цилиндров, или же при использовании такого диска с операционной системой, которая не поддерживает трансляцию.

Параметры ECHS и Large, указанные в программе настройки BIOS, представляют собой CHS-трансляцию со сдвигом разряда, а начиная с 1997 года и по сей день в BIOS чаще всего используется переработанный и дополненный метод трансляции (не более 240 логических головок).

Параметр LBA, выбранный в программе настройки BIOS, определяет трансляцию LBA-Assist, которая не является “чистым” режимом LBA, и позволяет программному обеспечению использовать логические параметры CHS при обращении BIOS к жесткому диску в режиме LBA.

Существует только один способ, позволяющий выбрать “естественный” режим LBA как при обращении операционной системы к BIOS, так и при обращении BIOS к жесткому диску, — использование жесткого диска, емкость которого превышает 8,4 Гбайт. Все накопители емкостью более 137 Гбайт должны адресоваться посредством LBA как на уровне BIOS, так и на уровне жесткого диска. Следует заметить, что BIOS, используемая в большинстве персональных компьютеров, с помощью этого метода автоматически адресует любые жесткие диски емкостью более 8,4 Гбайт. В этом случае не придется задавать какие-либо специальные настройки в программе установки параметров BIOS, достаточно лишь определить автоматическое обнаружение дисков.

Внимание

Относительно выбора вида трансляции в настройках BIOS необходимо сказать следующее. Если изменить режим пересчета секторов (CHS, ECHS или LBA) для дисков емкостью до 8,4 Гбайт, то BIOS может перейти к другой логической модели диска. То же самое может произойти, если переставить диск, отформатированный в старом компьютере (в котором не предусмотрен режим LBA), в новую систему с возможностью такой адресации. Это приведет к смене логической модели диска, “видимой” со стороны операционной системы; при этом координаты расположения блоков данных на диске изменятся до неузнаваемости. Естественно, добраться до них вам уже не удастся. Поэтому советую всегда записывать хранящиеся в CMOS-памяти параметры жестких дисков, чтобы позднее их можно было восстановить в первоначальном виде. Это не относится к жестким дискам, емкость которых превышает 8,4 Гбайт, поскольку в данном случае автоматически выбирается “чистый” режим LBA.

Преодоление ограничения емкости в 8,4 Гбайт

Несмотря на то что CHS-трансляция позволила преодолеть ограничение емкости в 528 Мбайт, вскоре пользователи столкнулись с новым препятствием, которым стали жесткие диски емкостью более 8,4 Гбайт. Обеспечение поддержки накопителей, емкость которых превышает 8,4 Гбайт, потребовало отказаться от CHS-трансляции и перейти к адресации LBA на уровне BIOS. Интерфейс ATA поддерживал адресацию LBA даже в оригинальной спецификации ATA-1. К сожалению, первоначально поддержка LBA на уровне ATA была факультативной, но основная проблема состояла в том, что на уровне интерфейса BIOS адресация LBA не поддерживалась. Пытаясь решить эту проблему, в программе настройки параметров BIOS иногда устанавливали трансляцию LBA-Assist, но это приводило лишь к преобразованию параметров LBA в параметры CHS на уровне интерфейса BIOS.

Специалисты компании Phoenix Technologies пришли к решению о необходимости использовать интерфейс BIOS для перехода от CHS к LBA и в 1994 году опубликовали спецификацию *BIOS Enhanced Disk Drive Specification (EDD)*, в которой для решения этой проблемы были использованы новые расширенные сервисы INT13h BIOS, работающие не с адресами CHS, а с параметрами LBA.

Чтобы обеспечить широкую промышленную поддержку и совместимость с новыми функциями BIOS, компания Phoenix в 1996 году передала этот документ в технический комитет T13 Национального комитета по стандартам информационных технологий (NCITS) для дальнейшего улучшения и утверждения в качестве стандарта, который в результате получил название *BIOS Enhanced Disk Drive Specification (EDD)*. Примерно с 1998 года большинство производителей BIOS начали обеспечивать поддержку EDD в создаваемых BIOS, обеспечивая тем самым поддержку режима LBA на уровне BIOS для накопителей ATA, емкость которых превышает 8,4 Гбайт. Случайно или нет, но накопители ATA емкостью 8,4 Гбайт и более появились примерно в это же время.

Спецификация *EDD* описывает новые расширенные команды INT13h BIOS, обеспечивающие возможность выполнения адресации LBA до 2^{64} секторов, что позволяет поддерживать накопители емкостью более 9,44 Збайт. Это то же самое, что 9,44 трлн. Гбайт, $9,44 \times 10^{21}$ байт или, если говорить более точно, 9444732965739290430000 байт! Речь идет о теоретической емкости

жестких дисков, так как, несмотря на то что к 1998 году BIOS могла обрабатывать до 264 секторов, накопители ATA все еще использовали 28-разрядную адресацию (2^{28} секторов) на уровне интерфейса ATA. Это позволяло накопителям ATA содержать не более 268435456 секторов, что приводило к максимальной емкости, равной 137438953472 байт, или 137,44 Гбайт. Таким образом, после успешного преодоления барьера в 8,4 Гбайт производители столкнулись с новым ограничением емкости в 137 Гбайт, появившимся в результате использования 28-разрядной адресации LBA в интерфейсе ATA. Ниже показано, как это выглядит в числовом выражении.

----- Максимальные значения -----	
Итого секторов	268435456

Итого байтов	137438953472
Мегабайтов (Мбайт)	137439
Мебибайтов (МиБ)	131072
Гигабайтов (Гбайт)	137,44
Гибибайтов (ГиБ)	128,00

Использование команд нового расширенного 64-разрядного режима LBA на уровне BIOS, а также существующих команд 28-разрядного режима LBA на уровне накопителей ATA не требует выполнения трансляции, поэтому параметры LBA передаются в неизменном виде. Объединение режимов LBA на уровнях BIOS и интерфейса ATA позволяет окончательно отказаться от громоздкой адресации CHS. Это означает также, что при установке жесткого диска ATA емкостью более 8,4 Гбайт в ПК, содержащий BIOS, которая поддерживает спецификацию EDD (т.е. BIOS, выпущенную в 1998 году или позже), происходит автоматическая настройка BIOS и жесткого диска на использование режима LBA.

Существует одна интересная особенность, возникающая при попытке обеспечения обратной совместимости. В этом случае при загрузке операционной системы, которая не поддерживает режим LBA-адресации (например, DOS или первая версия Win95), большинство накопителей, емкость которых превышает 8,4 Гбайт, сообщают о наличии только 16383 цилиндров, 16 головок и 63 секторов на каждой дорожке, что и составляет в общей сложности 8,4 Гбайт. В результате BIOS или операционные системы ранних версий “видят” на 120-гигабайтовом жестком диске только первые 8,4 Гбайт. Это может показаться странным, но я думаю, что лучше иметь 120-гигабайтовый накопитель, распознаваемый как диск емкостью 8,4 Гбайт, чем совершенно нерабочий жесткий диск. При установке накопителя емкостью более 8,4 Гбайт в систему, выпущенную до 1998 года, не забудьте обновить системную BIOS или установить дополнительную плату BIOS с поддержкой EDD.

Преодоление барьера в 137 Гбайт

В 2001 году производители вплотную столкнулись с проблемой, связанной со 137-гигабайтовым ограничением емкости жестких дисков, поскольку существующий технологический уровень уже позволил создавать 3,5-дюймовые жесткие диски гораздо большей емкости. Решением этой проблемы стала спецификация ATA-6, также разработанная в 2001 году. Эта спецификация, содержащая обновленные функции LBA, позволила перейти от 28-разрядных чисел к 48-разрядным, что дало возможность поддерживать адресацию накопителей большей емкости.

Спецификация ATA-6 расширяет интерфейс LBA, что позволяет использовать 48-разрядную адресацию секторов. Это означает, что максимальная емкость жесткого диска повышается до 2^{48} (т.е. 281474976710656) секторов. Поскольку каждый сектор содержит 512 байт, максимальная емкость жесткого диска будет равна значениям, представленным ниже.

----- Максимальные значения -----	
Итого секторов	281474976710656

Итого байтов	144115188075855888

Мегабайтов (Мбайт)	144115188076
Мебибайтов (МиБ)	137438953472
Гигабайтов (Гбайт)	144115188
Гибибайтов (ГиБ)	137217728
Терабайтов (Тбайт)	144115
Тебибайтов (ТиБ)	131072
Петабайтов (Пбайт)	144,12
Пебибайтов (ПиБ)	128,00

Как видите, 48-разрядная схема адресации LBA, описанная в спецификации ATA-6, под-держивает накопители, емкость которых достигает 144 Пбайт (петабайт — квадрильон бай-тов).

Функции EDD BIOS, использующие 64-разрядную схему адресации, позволяют еще больше расширить существующие ограничения.

Максимальные значения	

Итого секторов	18446744073709551600

Итого байтов	9444732965739290430000
Мегабайтов (Мбайт)	9444732965739291
Мебибайтов (МиБ)	9007199254740993
Гигабайтов (Гбайт)	9444732965739
Гибибайтов (ГиБ)	8796093022208
Терабайтов (Тбайт)	9444732966
Тебибайтов (ТиБ)	8589934592
Петабайтов (Пбайт)	9444733
Пебибайтов (ПиБ)	8388608
Эксабайтов (Эбайт)	9445
Эксибайтов (ЭиБ)	8192
Зеттабайтов (Збайт)	9,44
Зебибайтов (ЗиБ)	8,00

Несмотря на то что службы BIOS, использующие 64-разрядную схему адресации LBA, позволяют работать с дисками, имеющими емкость до 2^{64} секторов, ограничение в 144 Пбайт, налагаемое спецификацией ATA-6, является наименьшим общим знаменателем, который можно применить. Так что на некоторое время мы застрахованы от проблем.

Согласно закону Мура емкость жестких дисков удваивается каждые 1,5–2 года. Принимая во внимание, что накопители ATA емкостью 160 Гбайт появились только в конце 2001 года, можно предположить, что диски емкостью 144 Пбайт будут созданы примерно между 2031 и 2041 годами (если допустить, что к этому времени технология изготовления жестких дисков не изменится). По аналогии с этим можно подсчитать, что ограничение EDD BIOS в 9,44 Збайт будет достигнуто не ранее чем между 2055 и 2073 годами! Прежде специалисты компании Phoenix заявляли, что спецификация EDD продержится примерно до 2020 года, но, похоже, они были слишком консервативны.

Преодолеть барьер в 137 Гбайт оказалось значительно труднее, чем справиться с предыдущей задачей. Это связано с тем, что, помимо реализации BIOS, пришлось решать вопросы, связанные с операционной системой.

Доступ к накопителям, емкость которых превышает 137 Гбайт, осуществляется при использовании 48-разрядной адресации LBA. Поддержка такой адресации обязательно должна существовать на уровне операционной системы, но может быть реализована и на уровне BIOS. Естественно, лучше, если поддержка LBA реализована на обоих этих уровнях, однако иногда достаточно поддержки на уровне ОС.

Поддержка LBA реализована в следующих операционных системах:

- Windows XP SP1 и более поздние версии;
- Windows 2000 SP4 и более поздние версии;

- Windows 98/98SE/Me и Windows NT с загруженной поддержкой IAA (Intel Application Accelerator); только в случае, если набор микросхем материнской платы поддерживает IAA. Дополнительную информацию о наборах микросхем, поддерживающих IAA, можно получить по адресу:

<http://www.intel.com/support/chipsets/IAA>

Для поддержки 48-разрядной адресации LBA на уровне BIOS требуется следующее:

- BIOS с поддержкой 48-разрядной адресации LBA (датированная обычно сентябрем 2002 года и позже);
- адаптер контроллера ATA с BIOS, включающей поддержку 48-разрядной адресации LBA.

Если система не обеспечивает поддержку BIOS, обратитесь за обновленной версией к изготовителю системной платы или установите дополнительную плату со встроенной BIOS. Компания Promise Technologies (www.promise.com) выпустила несколько карт PCI с интерфейсами PATA и SATA, а также ряд микросхем BIOS с поддержкой 48-разрядной адресации LBA.

Следует отметить, что, если поддержка 48-разрядной адресации LBA осуществляется и на уровне ОС, и на уровне BIOS, можно просто установить высокочастотный жесткий диск, как любой другой. Если поддержка реализована только на уровне ОС, все пространство, находящееся за пределами 137 Гбайт, будет распознано и доступно только после загрузки операционной системы. Если установка операционной системы (такой, как Windows XP в своем изначальном виде) выполняется на новый жесткий диск, и при этом загрузка была произведена с компакт-диска, во время инсталляции потребуется создать раздел емкостью 137 Гбайт. После установки системы Windows XP и пакета обновлений SP1 можно создать дополнительные разделы на оставшемся пространстве диска с помощью встроенных средств или сторонних программ. Кстати, такие программы, как Partition Magic и Partition Commander, позволяют расширить первый раздел на весь объем жесткого диска. Если загрузка выполняется с диска Windows XP SP1 или более поздней версии, разметить все пространство жесткого диска можно уже в процессе самой инсталляции ОС.

В заключение следует заметить, что оригинальная версия Windows XP (а также Windows 2000/NT или Windows 95/98/Me) не обеспечивает поддержку накопителей ATA, емкость которых превышает 137 Гбайт. Однако эта проблема легко решается, если установить соответствующий пакет обновлений или Intel Application Accelerator.

Ограничения операционных систем и различного программного обеспечения

Следует хорошо запомнить, что при использовании устаревшего программного обеспечения, включая утилиты, приложения и даже операционные системы, работа которых базируется на параметрах CHS, им будут доступны лишь первые 8,4 Гбайт дисков любой емкости. Для поддержки прямой адресации LBA необходима не только новая система BIOS, но и новые версии программ.

Существующие ограничения операционных систем на емкость жестких дисков приведены в табл. 7.24.

При использовании операционной системы, обеспечивающей поддержку жестких дисков емкостью более 8,4 Гбайт, ограничения максимального объема накопителя зависят не от нее, а от базовой системы ввода-вывода и интерфейса жесткого диска. В этом случае более существенную роль играют ограничения размера томов (раздела) и файлов, создаваемых и управляемых различными операционными системами. Эти ограничения зависят не только от существующей ОС, но и от файловой системы, которая используется в данном разделе. Минимальный и максимальный размеры тома (раздела), а также ограничения размера файлов для различных операционных систем Windows приведены в табл. 7.25. Как отмечалось выше, оригинальная версия Windows XP (а также Windows 2000/NT или Windows 95/98/Me) не обеспечивает в своем ис-

ходном виде поддержку накопителей ATA, емкость которых превышает 137 Гбайт. Для этого нужна версия Windows XP SP1 (SP2) или Windows Vista. Данный тезис не относится к устройствам, подключенным через интерфейсы USB, FireWire, SCSI и др.

Таблица 7.24. Ограничения операционных систем на емкость жестких дисков

Операционная система	Существующие ограничения
DOS/Windows 3x	DOS 6.22 или ниже не может поддерживать диски емкостью более 8,4 Гбайт. DOS 7.0 или выше (включая Windows 95 и выше) распознает диски емкостью более 8,4 Гбайт
Windows 9x/Me	Windows 95a (оригинальная версия) поддерживает расширения INT13h, а это значит, что данная система поддерживает диски емкостью более 8,4 Гбайт, однако в связи с ограничениями файловой системы FAT16 максимальный размер одного раздела имеет ограничение в 2 Гбайт. Windows 95B OSR2 и следующие версии (включая Windows 98) поддерживают расширения INT13h, что позволяет работать с дисками емкостью более 8,4 Гбайт, а также поддерживают файловую систему FAT32, которая допускает наличие разделов большой емкости. В то же время, ввиду конструктивных особенностей, Windows 95 не поддерживает жесткие диски емкостью более 32 Гбайт. Windows 98 требует обновления программы FDISK для создания разделов в дисках емкостью более 64 Гбайт.
Windows NT	Windows NT 3.5x не поддерживает диски емкостью более 8,4 Гбайт. Windows NT 4.0 поддерживает диски емкостью более 8,4 Гбайт; однако, если диск такой емкости используется как основное загрузочное устройство, Windows NT не распознает его (эта ошибка исправлена в пакете обновления Service Pack 4)
Windows 2000/XP/Vista	Эти ОС поддерживают диски емкостью более 8,4 Гбайт
OS/2 Warp	В некоторых версиях OS/2 существовало ограничение на емкость загрузочного раздела в 3,1 или 4,3 Гбайт. Компания IBM выпустила программу Device Driver Pack, которая позволяет использовать загрузочный раздел емкостью более 8,4 Гбайт. Файловая система HPFS поддерживает диски емкостью 64 Гбайт
Novell	Операционная система NetWare 5.0 и выше поддерживает диски емкостью более 8,4 Гбайт

Таблица 7.25. Ограничения размеров файлов и томов в различных файловых системах

Ограничения, накладываемые файловой системой	FAT16	FAT32	NTFS
Минимальный размер тома (раздела) (9x/Me)	2,092 Мбайт	33,554 Мбайт	—
Минимальный размер тома (NT/2000/XP/Vista)	2,092 Мбайт	33,554 Мбайт	1,000 Мбайт
Максимальный размер тома (раздела) (9x)	2,147 Гбайт	136,902 Гбайт	—
Максимальный размер тома (раздела) (Me)	2,147 Гбайт	8,796 Тбайт	—
Максимальный размер тома (раздела) (NT/2000/XP/Vista)	4,294 Гбайт	8,796 Гбайт	281,475 Тбайт
Максимальный размер файла (все)	4,294 Гбайт	4,294 Гбайт	16,384 Тбайт

PATA/SATA RAID

Избыточный массив независимых дисковых накопителей (Redundant Array of Independent/Inexpensive Disks — RAID) разрабатывался в целях повышения отказоустойчивости и эффективности систем компьютерных запоминающих устройств. Технология RAID разработана в Калифорнийском университете в 1987 году. В ее основу положен принцип использования нескольких дисков небольшого объема, взаимодействующих друг с другом посредством специального программного и аппаратного обеспечения, в качестве одного диска большой емкости.

Первоначальная конструкция RAID предусматривала простое соединение областей памяти нескольких отдельных дисков. Но, как оказалось, подобная схема снижает надежность матрицы и практически не влияет на ее быстродействие. Например, четыре диска, объединенные в матрицу, которая работает как один диск, будут “сбивать” в четыре раза чаще, чем один диск той же емкости. Для повышения надежности и быстродействия матрицы ученые университета Беркли предложили шесть уровней RAID. Каждый из них характеризуется определенной отказоустойчивостью, емкостью запоминающего устройства и быстродействием.

В июле 1992 года была создана организация RAID Advisory Board (RAB), которая занимается разработкой спецификаций RAID, согласованием программ для его различных уровней, а также систематизацией класса программ для аппаратного обеспечения RAID.

В настоящее время организация RAB определила семь стандартных уровней RAID — от RAID 0 до RAID 6. Избыточный массив независимых дисковых накопителей (RAID) обычно реализуется посредством соответствующей платы контроллера. Кроме того, реализация RAID может быть обеспечена с помощью соответствующих программ (что, правда, не рекомендуется). Ниже перечислены существующие уровни RAID.

- **RAID 0 — полосование.** Содержимое файла записывается одновременно на несколько дисков массива, работающих, как один дисковод большой емкости. Этот уровень обеспечивает высокую скорость выполнения операций чтения/записи, но очень низкую надежность. Для реализации уровня необходимы минимум два дисковода.
- **RAID 1 — зеркальное отражение.** Данные, записанные на одном диске, дублируются на другом, что обеспечивает превосходную отказоустойчивость (при повреждении одного диска происходит считывание данных с другого). При этом заметного повышения эффективности матрицы по сравнению с отдельным диском не происходит. Для реализации уровня необходимы минимум два диска.
- **RAID 2 — код коррекции ошибок на уровне битов.** Одновременно происходит побитовое дробление данных и запись кода коррекции ошибок (ECC) на нескольких дисках. Этот уровень предназначен для запоминающих устройств, не поддерживающих ECC (все дисководы SCSI и ATA имеют встроенный внутренний код коррекции ошибок). Он обеспечивает высокую скорость передачи данных и достаточную надежность матрицы. В то же время для достижения хотя бы 50%-ной эффективности необходимо минимум семь дисков. Для реализации этого уровня требуется несколько дисководов. Насколько я знаю, в настоящее время не существует коммерческих контроллеров RAID 2 или дисков, не поддерживающих ECC.
- **RAID 3 — полосование с контролем четности.** Объединение уровня RAID 0 с дополнительным диском, используемым для обработки информации контроля четности. Этот уровень фактически представляет собой видоизмененный уровень RAID 0, для которого характерно уменьшение общей полезной емкости матрицы при сохранении числа дисководов. Однако при этом достигается высокая степень целостности данных и отказоустойчивости, так как в случае повреждения одного из дисков данные могут быть восстановлены. Для реализации этого уровня необходимы минимум три дисковода (два или более — для данных и один — для контроля четности).
- **RAID 4 — блочные данные с контролем четности.** Этот уровень отличается от RAID 3 только тем, что запись информации осуществляется на независимые дисководы в виде больших блоков данных, что приводит к увеличению скорости чтения больших файлов. Для реализации этого уровня необходимы минимум три дисковода (два или более — для данных и один — для контроля четности).
- **RAID 5 — блочные данные с распределенным контролем четности.** Этот уровень подобен RAID 4, но предполагает более высокую производительность, которая достигается за счет распределения системы контроля четности по жестким дискам. Для реализации этого уровня необходимы минимум три дисковода (два или более — для данных и один — для контроля четности).
- **RAID 6 — блочные данные с двойным распределенным контролем четности.** Подобен уровню RAID 5 и отличается тем, что данные контроля четности записываются дважды за счет использования двух различных схем контроля четности. Это обеспечивает более высокую надежность матрицы в случае множественных отказов дисковода. Для реализации этого уровня необходимы минимум четыре дисковода (два или более — для данных и два — для контроля четности).

Существуют также дополнительные уровни RAID, которые являются нестандартными реализациями определенных компаний. Эти уровни официально не поддерживаются RAID Advi-

сору Board. Обратите внимание, что более высокий номер уровня не означает более высокую эффективность или надежность; порядок нумерации уровней RAID совершенно произволен.

До недавнего времени практически все контроллеры RAID создавались на основе дисководов SCSI. С профессиональной точки зрения SCSI RAID является самым приемлемым вариантом, поскольку объединяет положительные стороны RAID с достоинствами SCSI как интерфейса, предназначенного для поддержки нескольких дисководов. В настоящее время появились контроллеры ATA RAID, которые позволяют значительно уменьшить стоимость реализаций RAID-массивов. Как правило, контроллеры ATA RAID применяются в однопользовательских системах не столько для повышения надежности, сколько для увеличения эффективности.

Реализации ATA RAID во многом проще профессиональных адаптеров SCSI RAID, используемых в сетевых файловых серверах. Стандарт ATA RAID предназначен в основном для индивидуальных пользователей, стремящихся к повышению производительности системы или простому зеркальному отображению дисков для резервирования данных. В интересах повышения функциональности системы адаптеры ATA RAID поддерживают уровень RAID 0, который обеспечивает полосование данных. К сожалению, это снижает надежность дисковой матрицы, так как при повреждении диска все данные, находящиеся на нем, будут потеряны. Надежность матрицы, работающей на уровне RAID 0, повышается с увеличением количества используемых дисководов. Не ждите, что при использовании четырех дисководов эффективность матрицы также повысится в четыре раза. Она просто будет близка к постоянной скорости передачи данных. Определенные затраты возникают из-за контроллера, выполняющего полосование данных, а также могут быть связаны с периодом времени ожидания (имеется в виду время, используемое для поиска данных). Однако даже в этом случае эффективность массива будет выше эффективности какого-либо отдельного дисковода.

Для достижения более высокой надежности адаптеры ATA RAID поддерживают уровень RAID 1, который обеспечивает зеркальное отображение (т.е. дублирование) данных, записанных на одном из дисков. При повреждении какого-либо дисковода система может работать с информацией, сохраненной на другом диске. К сожалению, эффективность матрицы при этом практически не изменяется; более того, используется только половина существующего дискового пространства. Другими словами, устанавливаются два диска, а по сути получается только один (второй диск является зеркальной копией первого). Тем не менее в эпоху накопителей большой емкости, имеющих невысокую стоимость, это не играет существенной роли.

Для того чтобы объединить высокую эффективность с повышением надежности матрицы, следует воспользоваться уровнем RAID 3 или RAID 5. Например, практически все профессиональные контроллеры RAID, используемые в сетевых файловых серверах, предназначены для работы на уровне RAID 5. При этом стоимость подобных контроллеров значительно выше. Кроме того, для реализации уровня RAID 5 необходимы минимум три дисковода. Большинство контроллеров ATA RAID позволяют объединять различные уровни RAID, например уровни 0 и 1, что дает возможность повысить надежность матрицы при отсутствии дополнительных затрат. Для реализации этих уровней нужны четыре дисковода, два из которых образуют уровень RAID 0. При этом их содержимое записывается во второй массив дисков, образующих уровень RAID 1. Подобная схема позволяет примерно в два раза повысить эффективность матрицы, сохраняя при этом резервный набор данных.

Типичный недорогой контроллер SATA RAID позволяет подключить до семи дисков; с его помощью можно организовать массивы уровней 0, 1, 5 и 0+1; доступны также четырехканальные платы PATA RAID. Однако в настоящее время основной акцент сместился на выпуск контроллеров SATA RAID, так как соответствующие диски не имеют проблем с распределением функций ведущего и ведомого дисков. На платах SATA RAID для подключения каждого из дисков используется отдельный канал (кабель), что приводит к максимальному повышению производительности. Лично я отдаю предпочтение SATA RAID перед PATA RAID из-за повышенной производительности.

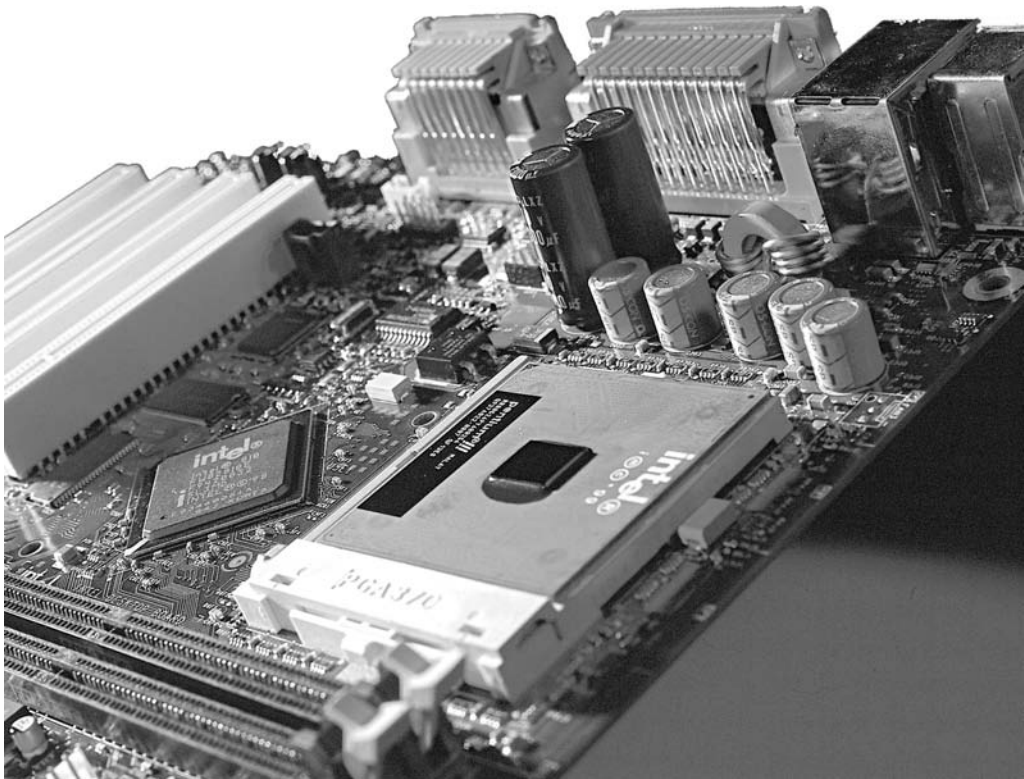
При поиске нужного контроллера SATA RAID, в первую очередь, обратите внимание на следующие параметры:

- поддерживаемые уровни RAID (наилучшие модели поддерживают уровни 0, 1, 5 и 0+1; отсутствие поддержки RAID 5 указывает на продукт низкого качества);
- четыре, шесть или восемь каналов;
- поддержка скорости передачи данных 3 Гбит/с;
- с точки зрения производительности и совместимости наилучшими являются платы контроллеров с интерфейсом PCI.

Если хотите поэкспериментировать с RAID без дополнительных затрат, можете создать массив с дисковой помощью программного обеспечения. К примеру, операционные системы Windows NT/2000 и более поздние предлагают программную реализацию полосования и зеркального отображения. В этих операционных системах для управления RAID-массивами используется инструмент Disk Administrator. Если же вы хотите реально повысить производительность и надежность системы, приобретите контроллер SATA RAID, поддерживающий уровень RAID 5.

Глава 8

Устройства магнитного хранения данных



Хранение данных на магнитных носителях

Практически во всех персональных компьютерах информация хранится на носителях, использующих принципы магнетизма или оптики. При использовании магнитных устройств хранения поток двоичных данных (нули и единицы) превращается в небольшие металлические намагниченные частички, расположенные на плоском диске или на ленте в виде узора. Этот магнитный “узор” впоследствии может быть восстановлен в изначальный поток двоичных данных.

Понять принцип действия магнитных запоминающих устройств довольно сложно, так как магнитные поля не видимы для человеческого глаза. В этой главе рассматриваются принципы, концепции и технологии, используемые в современных компьютерных запоминающих устройствах на магнитных носителях, что поможет понять события, происходящие “за кадром”. Этот материал предназначен для любознательных читателей, которые интересуются теоретическими аспектами работы магнитных устройств; тем не менее для работы с компьютерами, их ремонта, поддержки и модернизации знать все это совершенно необязательно. Данные, которые хранятся на жестких дисках, дискетах, накопителях на магнитной ленте или других запоминающих устройствах на магнитных носителях, имеют большую ценность, чем сами устройства, поэтому понимание принципов обработки данных дает определенные преимущества. Ясное представление об используемых технологиях позволит справиться с любыми возникающими проблемами.

Приведенная в этой главе информация очень важна для понимания функционирования накопителей на гибких и жестких дисках, ленточных накопителей и других подобных устройств. Изложенный материал можно назвать прелюдией к следующим главам.

- Глава 9, “Накопители на жестких дисках”
- Глава 10, “Накопители со сменными носителями”
- Глава 11, “Устройства оптического хранения данных”
- Глава 12, “Установка и конфигурирование накопителей”

История развития устройств хранения данных на магнитных носителях

Долгое время основным устройством хранения данных в компьютерном мире были *перфокарты* (картонные листы с отверстиями, соответствующими определенным символам или двоичным данным), введенные еще в 1890 году Германом Холлеритом для счетной машины Census. Больше всего меня потрясло то, что я перестал использовать перфокарты всего за один год, когда взял академотпуск в колледже и занимался на компьютерных курсах. Тогда мне казалось, что использование перфокарт было больше связано с вопросами финансирования (в 1979 году уже достаточно редко можно было встретить устройства чтения перфокарт) и отсутствием четкого понимания современных технологий. Хотя в компьютерном мире перфокарты отжили свое, они в том или ином виде продолжали использоваться в различных старых системах подсчета голосов.

История развития устройств хранения данных на магнитных носителях возвращает нас к далекому июню 1949 года, когда группа инженеров и исследователей компании IBM приступила к разработке нового устройства хранения данных. Именно это и стало точкой отсчета в истории развития магнитных устройств хранения данных, которые буквально взорвали компьютерный мир. 21 мая 1952 года IBM анонсировала модуль ленточного накопителя IBM 726 для вычислительной машины IBM 701.

Четыре года спустя, 13 сентября 1956 года, небольшая команда разработчиков все той же IBM объявила о создании первой дисковой системы хранения данных — 305 RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control — метод произвольного доступа для подсчета и управления).

Эта система могла хранить 5 млн. символов (5 Мбайт) на 50 дисках диаметром 24 дюйма (около 61 см). В отличие от ленточных устройств хранения данных, в системе RAMAC запись

осуществлялась с помощью головки в произвольное место поверхности диска. Такой способ заметно повысил производительность компьютера, поскольку данные записывались и извлекались намного быстрее, чем при использовании ленточных устройств.

Магнитные устройства хранения данных прошли полувековую путь от RAMAC до современных жестких дисков емкостью 1 Тбайт и размером 3,5 дюйма.

Вклад компании IBM в развитие устройств хранения на магнитных носителях сложно переоценить. Практически все устройства (от накопителей на магнитной ленте до гибких и жестких дисков) были созданы в исследовательских центрах IBM. К примеру, команда разработчиков под руководством Алана Шугарта в 1971 году представила накопитель на гибких дисках диаметром 8 дюймов.

Кроме того, IBM впервые разработала схемы кодирования данных MFM (Modified Frequency Modulation — изменяемая модуляция частоты) и RLL (Run Length Limited — ограничение длины поля записи), головки накопителей (тонкопленочные и семейство магниторезистивных), технологии накопителей PRML (Partial Response Maximum Likelihood — частичный ответ с максимальным правдоподобием) и S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology — технология самотестирования и анализа). Сегодня совместное предприятие компаний IBM и Hitachi (называемое Hitachi Global Storage Technologies) остается одним из лидеров в разработке и реализации новых дисковых технологий и уступает по объему продаж жестких дисков только компании Seagate Technology.

Как магнитное поле используется для хранения данных

В основе работы магнитных носителей — накопителей на жестких и гибких дисках — лежит такое явление, как *электромагнетизм*. Оно было открыто датским физиком Хансом Кристианом Эрстедом в 1819 году. Суть открытия состоит в том, что при пропускании через проводник электрического тока вокруг него образуется магнитное поле (рис. 8.1). Обратите внимание, что электроны протекают от отрицательного заряда к положительному, хотя мы обычно думаем, что все происходит наоборот.

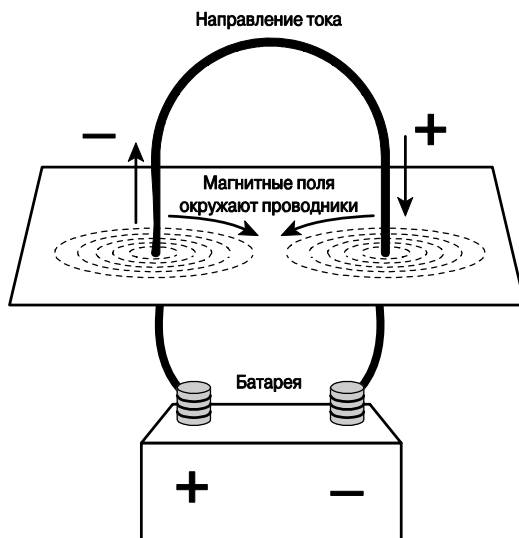


Рис. 8.1. При пропускании тока через проводник вокруг него образуется магнитное поле

Эрстед обнаружил, что стрелка компаса отклоняется от направления на север, когда компас находится около катушки проводов, в которой генерируется электрический ток. Когда ток

отключался, положение стрелки снова совпадало с линиями магнитного поля Земли и стрелка указывала на север.

Создаваемое поле воздействует на оказавшееся в нем ферромагнитное вещество. При изменении направления тока полярность магнитного поля также изменяется. Явление электромагнетизма используется в электродвигателях для генерации сил, воздействующих на магниты, которые установлены на вращающемся валу.

Однако существует и противоположный эффект: в проводнике, на который воздействует переменное магнитное поле, возникает электрический ток. При изменении полярности магнитного поля изменяется и направление электрического тока (рис. 8.2).

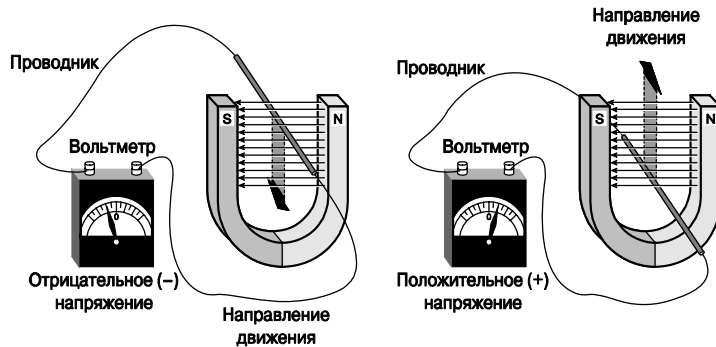


Рис. 8.2. При перемещении проводника в магнитном поле генерируется электрический ток

Например, внутри обмоток генератора электрического тока, который используется в автомобилях, есть ротор с катушкой возбуждения, при вращении которой в обмотках генератора возникает электрический ток. Благодаря такой взаимной “симметрии” электрического тока и магнитного поля существует возможность записывать, а затем считывать данные на магнитном носителе.

Головка чтения/записи в любом дисковом накопителе состоит из U-образного ферромагнитного сердечника и намотанной на него катушки (обмотки), по которой может протекать электрический ток. При пропускании тока через обмотку в сердечнике (*магнитопроводе*) головки создается магнитное поле (рис. 8.3). При переключении направления протекающего тока полярность магнитного поля также изменяется. В сущности, головки представляют собой электромагниты, полярность которых можно очень быстро изменить, переключив направление пропускаемого электрического тока.

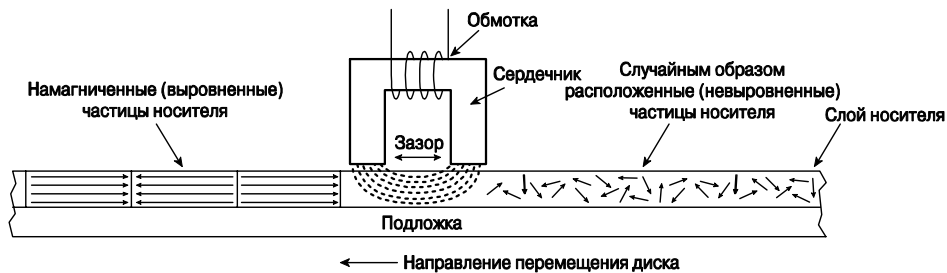


Рис. 8.3. Головка чтения/записи

Гибкие магнитные диски обычно производятся на лавсановой, а жесткие — на алюминиевой или стеклянной подложке, на которую наносится слой ферромагнитного материала. Рабочий слой в основном состоит из окиси железа с различными добавками. Магнитные поля,

создаваемые отдельными доменами на чистом диске, ориентированы случайным образом и взаимно компенсируются на любом сколько-нибудь протяженном (макроскопическом) участке поверхности диска, поэтому его остаточная намагниченность равна нулю.

Магнитное поле в сердечнике частично распространяется в окружающее пространство благодаря зазору, “пропиленному” в основании буквы U. Если вблизи зазора располагается ферромагнетик (рабочий слой носителя), то магнитное поле в нем локализуется, поскольку подобные вещества обладают меньшим магнитным сопротивлением, чем воздух. Магнитный поток, пересекающий зазор, замыкается через носитель, что приводит к поляризации его магнитных частиц (*доменов*) в направлении действия поля.

Магнитное поле, генерируемое головкой чтения/записи, “перескакивает” зазор между концами U-образного сердечника. Пройти по проводнику значительно легче, чем преодолеть воздушную прослойку, поэтому магнитное поле отклоняется от конца сердечника, используя поверхность близлежащего ферромагнитного носителя в качестве кратчайшего пути к другому концу магнита. При прохождении поля через рабочий слой, находящийся непосредственно под сердечником, происходит поляризация магнитных частиц, что приводит к их ориентации по направлению действия магнитного поля. Полярность или направление поля, в частности поля, которое индуцируется в среде магнитного носителя, определяется направлением электрического тока, проходящего через обмотку. Смена направления электрического тока приводит к изменению полярности магнитного поля.

Расстояние между головкой чтения/записи и поверхностью носителя с развитием магнитных запинонающих устройств постоянно сокращалось. Это позволило значительно уменьшить величину зазора между концами сердечника и размер записываемого магнитного домена, а уменьшение размера домена, в свою очередь, позволило повысить плотность записи данных, хранящихся на диске.

При прохождении магнитного поля через носитель частицы, оказавшиеся под зазором сердечника, ориентируются по направлению действия поля, которое индуцируется головкой чтения/записи. Когда отдельные магнитные домены частиц выстраиваются в определенном направлении, их магнитные поля прекращают компенсировать друг друга, что приводит к появлению на этом участке отчетливого магнитного поля. Это локальное поле генерируется множеством магнитных частиц, которые в данном случае функционируют как одно целое, создавая общее поле, имеющее единое направление.

Итак, в результате протекания переменного тока импульсной формы в обмотке головки чтения/записи на вращающемся диске образуется последовательность участков с различной по знаку (направлению) остаточной намагниченностью. Причем наиболее важными в аспекте последующего воспроизведения записанной информации оказываются те зоны, в которых происходит *смена направления остаточного магнитного поля* или просто *зоны смены знака*.

Магнитная головка записывает данные на диск, размещая на нем зоны смены знака. При записи каждого бита (или битов) данных в специальных областях на диске располагаются последовательности зон смены знака. Эти области называются *битовыми ячейками*. Таким образом, битовая ячейка — это специальная область на диске, в которой головка размещает зоны смены знака. Геометрические размеры такой ячейки зависят от тактовой частоты сигнала записи и скорости, с которой перемещаются друг относительно друга головка и поверхность диска. *Ячейка перехода* — это область на диске, в которую можно записать только одну зону смены знака. При записи отдельных битов данных или их групп в ячейках формируется характерный “узор” из зон смены знака, зависящий от способа *кодирования информации*. Это связано с тем, что в процессе переноса данных на магнитный носитель каждый бит (или группа битов) с помощью специального кодирующего устройства преобразуется в серию электрических сигналов, не являющихся точной копией исходной последовательности импульсов.

Примечание

Сегодня самыми распространенными способами кодирования являются *модифицированная частотная модуляция* (Modified Frequency Modulation — MFM) и *кодирование с ограничением длины поля записи* (Run Length Limited — RLL). Для записи на гибкие диски используется метод MFM, а на жесткие — MFM и несколько вариантов метода RLL. Подробнее о способах кодирования речь идет несколько ниже.

При записи напряжение прилагается к головке, и по мере изменения его полярности регистрируемая полярность магнитного поля также изменяется. Зоны смены знака записываются (регистрируются) в тех точках, в которых происходит изменение полярности. Это может показаться странным, но во время считывания головка выдает не совсем тот сигнал, который был записан; вместо этого она генерирует импульс напряжения, или выброс, только в тех точках, в которых пересекает зону смены знака. Когда знак меняется с положительного на отрицательный, генерируется отрицательный выброс; в противном случае — положительный. Этот эффект является следствием того, что ток, генерируемый в обмотке, пересекает линии магнитного поля под углом. Так как головка перемещается параллельно линиям магнитного поля, созданного ею на носителе, в ней генерируется ток только в том случае, если она пересекает зону смены знака.

В сущности, во время считывания информации с диска головка ведет себя, как детектор зон смены знака, выдавая импульсы напряжения при каждом пересечении такой зоны. На тех участках, где не происходит смены знака, импульсы не генерируются (выбросы отсутствуют). На рис. 8.4 в графическом виде представлена взаимосвязь между формами импульсов (сигналов) во время считывания и записи и зонами смены знака, записанными на диске.

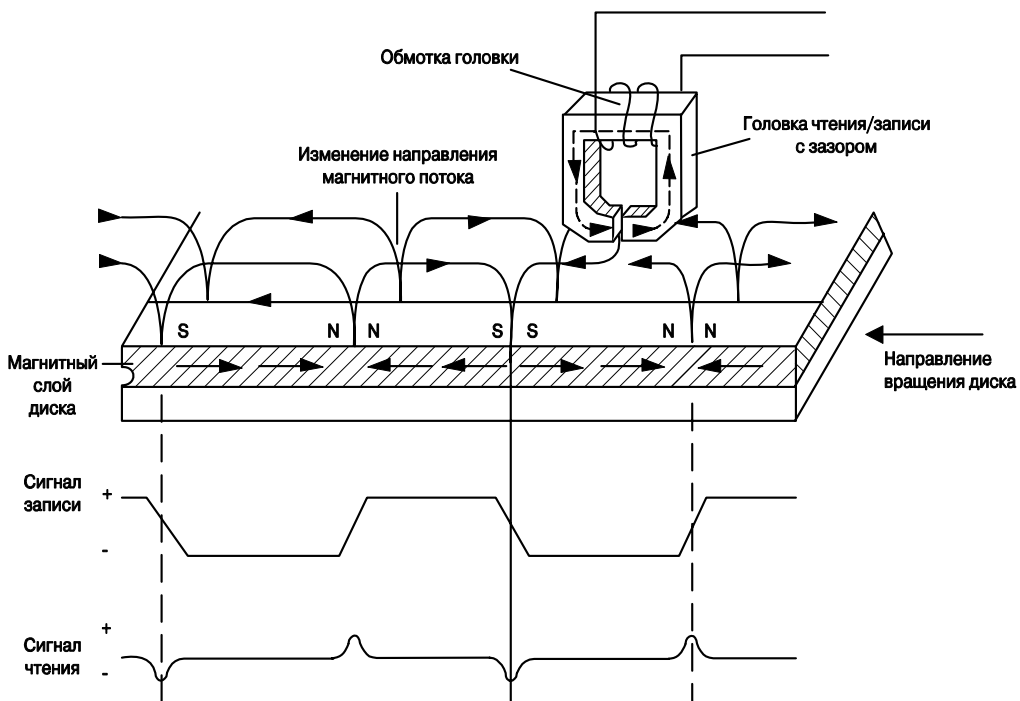


Рис. 8.4. Запись и считывание информации с магнитного диска

Записываемые данные представляют собой волновые импульсы прямоугольной формы, соответствующие положительным или отрицательным значениям напряжения, которые приводят к поляризации магнитного носителя в том или ином направлении. Когда меняется по-

лярность напряжения, остаточная намагниченность диска также изменяет полярность. Во время считывания головка регистрирует зоны смены знака и выдает соответствующие импульсы. Другими словами, сигнал соответствует нулевому напряжению, если не обнаружены переходы от положительного знака к отрицательному или наоборот. Импульсы появляются только в тех случаях, когда головка пересекает зоны смены знака на магнитном носителе. Зная тактовую частоту, схема устройства или контроллера определяет, попадает ли импульс (и, следовательно, зона смены знака) в данную ячейку перехода.

Амплитуда сигнала, поступающего с головки при считывании, очень мала, поэтому проблема шумов и помех является достаточно острой. Для усиления сигнала по отношению к шуму используются высокочувствительные устройства. После усиления сигнал поступает на декодирующие схемы, которые предназначены для восстановления потока данных, *теоретически* идентичного потоку, поступавшему на накопитель при выполнении записи.

Итак, запись и считывание информации с диска основаны на принципах электромагнетизма. При записи данных на диск электрический ток пропускается через электромагнит (головку устройства), в результате чего создаются зоны намагниченности, которые и сохраняются на диске. Данные считываются с диска при перемещении головки над его поверхностью; при этом головка регистрирует изменения в зонах намагниченности и в результате генерирует слабые электрические сигналы, указывающие на наличие или отсутствие зон смены знака в записанных сигналах.

Конструкции головок чтения/записи

По мере развития технологии производства дисковых накопителей совершенствовались и конструкции головок чтения/записи. Первые головки представляли собой сердечники с обмоткой (электромагниты). По современным меркам их размеры были огромными, а плотность записи — чрезвычайно низкой. Конструкции головок прошли долгий путь развития от первых головок с ферритовыми сердечниками до современных типов. В данном разделе описаны типы головок, применяемые в накопителях на жестких дисках.

Всего существовало шесть типов головок:

- ферритовые;
- с металлом в зазоре (MIG);
- тонкопленочные (TF);
- магниторезистивные (MR);
- гигантские магниторезистивные (GMR);
- перпендикулярной магнитной записи (PMR).

Примечание

До конца 2005 года жесткие диски, использующие перпендикулярную магнитную запись, использовались только в портативных музыкальных плеерах и ноутбуках. Жесткие диски, использующие эту технологию и предназначенные для настольных компьютеров, появились на рынке только в начале 2006 года. Технология PMR будет подробно описана в конце главы.

Ферритовые головки

Классические *ферритовые головки* впервые были использованы в накопителе Winchester 30-30 компании IBM. Их сердечники производятся на основе прессованного феррита (т.е. окиси железа). Магнитное поле в зазоре возникает при протекании через обмотку электрического тока. В свою очередь, при изменениях напряженности магнитного поля вблизи зазора в обмотке возникает электродвижущая сила. Таким образом, головка является универсальной, т.е. может использоваться как для записи, так и для считывания. Размеры и масса ферритовых головок больше, чем аналогичные показатели тонкопленочных головок; поэтому, чтобы предотвратить их нежелательный контакт с поверхностью дисков, приходится увеличивать зазор.

Первоначальная (монокристаллическая) конструкция ферритовых головок за время их существования была значительно усовершенствована. Были разработаны, в частности, так называемые *стеклоферритовые (композитные) головки*, небольшой ферритовый сердечник которых установлен в керамический корпус. Ширина сердечника и магнитного зазора таких головок меньше, что позволяет повысить плотность размещения дорожек записи. Кроме того, снижается их чувствительность к внешним магнитным помехам.

В 1980-х годах стеклоферритовые головки широко использовались в дешевых накопителях, например ST-225 компании Seagate. По мере увеличения емкости накопителей ферритовые головки были полностью вытеснены другими разновидностями. Ферритовые головки непригодны для записи на носители с большой коэрцитивной силой, их частотная характеристика ограничена, а чувствительность низка (плохое соотношение «сигнал–шум»). Главное достоинство ферритовых головок — их дешевизна.

Головки с металлом в зазоре

Головки с металлом в зазоре (Metal-In-Gap — MIG) появились в результате усовершенствования конструкции композитной ферритовой головки. В таких головках магнитный зазор, расположенный в задней части сердечника, заполнен металлом. Благодаря этому существенно уменьшается склонность материала сердечника к магнитному насыщению, что позволяет повысить магнитную индукцию в рабочем зазоре и, следовательно, выполнить запись на диск с большей плотностью. Головки с металлом в зазоре бывают двух видов: односторонние и двусторонние (т.е. с одним и с двумя металлизированными зазорами). В односторонних головках прослойка из магнитного сплава расположена только в заднем (нерабочем) зазоре, а в двусторонних — в обоих. Слой металла наносится методом *вакуумного напыления*.

Индукция насыщения магнитного сплава примерно вдвое больше, чем у феррита, что, как уже отмечалось, позволяет осуществлять запись на носители с большой коэрцитивной силой, которые используются в накопителях высокой емкости. Двусторонние головки в этом отношении лучше односторонних.

Благодаря своим неоспоримым преимуществам в конце 1980-х — начале 1990-х годов в высококачественных накопителях головки с металлом в зазоре полностью заменили традиционные ферритовые. Последний раз они использовались с дисках LS-120 (SuperDisk).

Тонкопленочные головки

Тонкопленочные (Thin Film — TF) головки производятся почти по той же технологии, что и интегральные схемы, т.е. путем фотолитографии. На одной подложке можно «напечатать» сразу несколько тысяч головок, которые получаются в результате маленькими и легкими.

Рабочий зазор в тонкопленочных головках можно сделать предельно узким, причем его ширина регулируется в процессе производства путем наращивания дополнительных слоев немагнитного алюминиевого сплава. Алюминий полностью заполняет рабочий зазор и хорошо защищает его от повреждений (сколов краев) при случайных контактах с диском. Собственно сердечник делается из сплава железа и никеля, индукция насыщения которого в 2–4 раза больше, чем у феррита.

Формируемые тонкопленочными головками участки остаточной намагниченности на поверхности диска имеют четко выраженные границы, что позволяет добиться очень высокой плотности записи. Благодаря небольшому весу и малым размерам головок можно значительно уменьшить просвет между ними и поверхностью дисков по сравнению с ферритовыми и MIG-головками; в некоторых накопителях его величина не превышает 0,05 мкм. В результате, во-первых, повышается остаточная намагниченность участков поверхности носителя, а во-вторых, увеличивается амплитуда сигнала и улучшается соотношение «сигнал–шум» в режиме считывания, что в итоге сказывается на достоверности записи и считывания данных. При тех плотностях расположения дорожек и размещения данных вдоль дорожки, которые характерны для современных накопителей, сигнал воспроизведения с обычной ферритовой головки просто «потерялся» бы в шумах и помехах. Наконец, благодаря небольшой высоте тонкоп-

лечных головок при тех же размерах корпуса накопителя удастся установить большее количество дисков.

В момент появления на рынке тонкопленочные головки были значительно дороже ранее существовавших. Усовершенствование технологии производства и повышение требований к емкости накопителей привели, с одной стороны, к снижению стоимости тонкопленочных головок (она стала сопоставимой, а иногда и более низкой, с ценой ферритовых головок и головок с металлом в зазоре), а с другой — к их более широкому распространению.

Во многих накопителях емкостью от 100 Мбайт до 2 Гбайт используются тонкопленочные головки, особенно в накопителях малого формфактора. Тонкопленочные головки пришли на смену головкам с металлом в зазоре в накопителях наиболее популярных формфакторов, однако теперь им самим на смену пришли магниторезистивные головки.

Магниторезистивные головки

Магниторезистивные (Magneto-Resistive — MR) головки появились сравнительно недавно. Они разработаны IBM и позволяют добиться самых высоких значений плотности записи и быстродействия накопителей. Впервые магниторезистивные головки были установлены в накопителе на жестких дисках емкостью 1 Гбайт (3,5") компании IBM в 1991 году.

Все головки являются детекторами, т.е. регистрируют изменения в зонах намагниченности и преобразуют их в электрические сигналы, которые могут быть интерпретированы как данные. Однако при магнитной записи существует одна проблема: при уменьшении магнитных доменов носителя снижается уровень сигнала головки и существует вероятность принять шум за настоящий сигнал. Для решения этой проблемы необходимо иметь эффективную головку чтения, которая более достоверно сможет определить наличие сигнала.

Довольно давно был открыт еще один эффект магнетизма: при воздействии на проводник внешнего магнитного поля его сопротивление изменяется. При прохождении обычной головки над зоной смены знака на выходах обмотки формируется импульс напряжения. Иначе обстоит дело при считывании данных с помощью магниторезистивной головки. Значения ее сопротивления оказываются различными при прохождении над участками с разными значениями остаточной (постоянной) намагниченности. Это явление и было использовано для создания компанией IBM нового типа считывающих головок.

Вместо того чтобы генерировать в головке малый ток, который впоследствии нужно фильтровать, усиливать и расшифровывать, MR-головки регистрируют изменение сопротивления. Через головку протекает небольшой постоянный измерительный ток, и при изменении сопротивления падение напряжения на ней также изменяется. Этот механизм позволяет получить более сильный и чистый сигнал и использовать более высокую плотность записи.

В магниторезистивных головках использован тот факт, что сопротивление в проводнике несколько изменяется при наличии внешнего магнитного поля. Вместо того чтобы регистрировать напряжение, возникающее при прохождении головки над зоной смены знака, как делают обычные головки, MR-головки в ответ на изменение намагниченности отвечают изменением сопротивления. Через головку протекает малый ток, который и позволяет регистрировать эти изменения. Такая конструкция головки позволяет получить при чтении примерно втрое более сильный выходной сигнал, чем конструкция тонкопленочной. Таким образом, MR-головки при операциях чтения выступают скорее как датчики, а не генераторы.

Магниторезистивные головки дороже и сложнее головок других типов, поскольку в их конструкции есть добавочные элементы, а технологический процесс включает несколько дополнительных этапов:

- к ним должны быть подведены дополнительные провода для подачи измерительного тока на резистивный датчик;
- в процессе производства используется 4–6 дополнительных масок (фотошаблонов);
- благодаря высокой чувствительности магниторезистивные головки более восприимчивы к внешним магнитным полям, поэтому их приходится тщательно экранировать.

Устройства, созданные на основе магниторезистивного эффекта, позволяют считывать данные, но не могут быть использованы для их записи, поэтому магниторезистивная головка в действительности представляет собой две различные головки, объединенные в одну конструкцию. В эту конструкцию входят стандартная тонкопленочная головка, используемая для записи данных, и магниторезистивная головка для их чтения. Поскольку две различные головки встроены в один блок, каждая из них оптимизирована в соответствии с выполняемой задачей. Ферритовые и тонкопленочные головки, а также головки с металлом в зазоре называются *однозазорными* головками, так как для чтения и записи данных используется один и тот же зазор. В магниторезистивных головках для выполнения каждой операции требуется отдельный зазор.

При разработке головок с одним рабочим зазором приходится идти на компромисс при выборе его ширины. Дело в том, что для улучшения параметров головки в режиме считывания нужно уменьшать ширину зазора (для увеличения разрешающей способности), а при записи зазор должен быть шире, поскольку при этом магнитный поток проникает в рабочий слой на большую глубину (“намагничивает” его по всей толщине). В магниторезистивных головках с двумя зазорами каждый из них может иметь оптимальную ширину. Еще одна особенность рассматриваемых головок заключается в том, что их записывающая (тонкопленочная) часть формирует на диске более широкие дорожки, чем это необходимо для работы считывающего магниторезистивного узла. В данном случае считывающая головка “собирает” с соседних дорожек меньше магнитных помех.

Схема типичной магниторезистивной головки IBM, т.е. весь узел головки вместе с ползунком, показана на рис. 8.5. Считывающий элемент головки (магниторезистивный сенсор) состоит из железоникелевой пленки, отделенной небольшим промежутком от магнитного слоя. Сопротивление этой пленки изменяется в зависимости от магнитного поля. Защитные слои предохраняют сенсор считывающего элемента от наведенных магнитных полей.

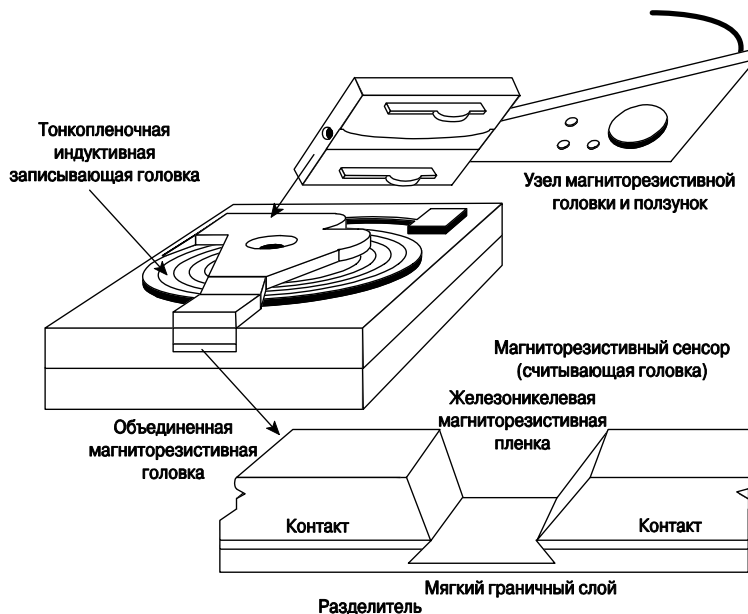


Рис. 8.5. Поперечное сечение магниторезистивной головки

Считывающий элемент, представляющий собой магниторезистивный сенсор, состоит из железоникелевой (NiFe) пленки, разделенной на участки, промежутки между которыми за-

полнены магнитно-мягким слоем. Сопротивление железоникелевой пленки в магнитном поле изменяется. Считывающий элемент магниторезистивного сенсора защищается от разрушительного воздействия соседнего или случайного магнитного поля экранирующим слоем. Во многих конструкциях второй экранирующий слой выполняет также роль одного из полюсов записывающего элемента, который называется *объединенной* магниторезистивной головкой. Элемент записи представляет собой не магниторезистивный блок, а традиционную тонкопленочную индуктивную головку.

Магниторезистивная головка, созданная компанией IBM, включает в себя конструкцию Soft Adjacent Layer (SAL), состоящую из магниторезистивной железоникелевой пленки, разделенной на отдельные слои, промежутки между которыми заполнены магнитно-мягким слоем, имеющим высокое электрическое сопротивление. В этой конструкции при прохождении магнитного поля через магниторезистивный сенсор сопротивление железоникелевого слоя изменяется.

С повышением плотности записи магниторезистивные элементы, входящие в головки чтения/записи, становились все меньше и меньше. В современных головках ширина пленки, находящейся между боковыми контактами, составляет полмикрона или даже меньше.

Гигантские магниторезистивные головки

В 1997 году IBM анонсировала новый тип магниторезистивных головок, обладающих намного большей чувствительностью. Они были названы *гигантскими магниторезистивными головками* (Giant Magnetoresistive — GMR). Такое название они получили в связи с используемым эффектом, хотя по размеру были меньше стандартных магниторезистивных головок. Их конструкция довольно проста — традиционная магниторезистивная головка, в которой, кроме железоникелевого, используется еще несколько дополнительных слоев. В магниторезистивных головках при изменении знака потока, проходящего через магнитный носитель, изменяется сопротивление железоникелевой пленки. В гигантских магниторезистивных головках эту функцию выполняют две пленки, разделенные сверхтонким медным проводящим слоем.

Эффект GMR был открыт в 1988 году в кристаллах, подвергнутых воздействию сильного магнитного поля (мощность которого была в 1000 раз выше мощности полей, используемых в накопителях на жестких дисках). Ученые Петер Грюнберг из Германии и Альберт Ферт из Франции обнаружили, что в магнитном поле сопротивление проводников, состоящих из чередующихся сверхтонких слоев различных металлов, изменяется в довольно широком диапазоне. Основная конструкция, используемая в гигантских магниторезистивных головках, представляет собой разделительный слой немагнитного материала, расположенный между двумя слоями магнитных металлов. Один из этих магнитных слоев является *закрепленным*, т.е. имеющим заданную магнитную ориентацию. Другой же считается *свободным*, что означает возможность свободного изменения направления или ориентации. Магнитные материалы стремятся выровняться в одном направлении. Таким образом, если разделительный слой будет достаточно тонок, свободный слой приобретет ту же ориентацию, что и закрепленный. Было обнаружено, что ориентация свободного слоя периодически изменяется, то совпадая с магнитной ориентацией закрепленного слоя, то приобретая строго противоположное направление. Когда слои ориентированы в одном направлении, их общее сопротивление имеет относительно низкую величину; при противоположной магнитной ориентации общее сопротивление слоев значительно возрастает.

Считывающий элемент гигантской магниторезистивной головки показан на рис. 8.6.

При прохождении слабого магнитного поля (характерного, например, для жестких дисков) через гигантскую магниторезистивную головку происходит изменение ориентации частиц свободного магнитного слоя по отношению к магнитному направлению закрепленного слоя, что значительно повышает общее сопротивление. Как вы уже знаете, подобное явление возникает в результате эффекта GMR. Физическая природа перепадов сопротивления обусловлена направлением собственного вращения электронов в различных слоях.

В декабре 1997 года все та же IBM анонсировала 3,5-дюймовый накопитель емкостью 16,8 Гбайт, в котором используются головки GMR. С тех пор головки GMR стали использо-

ваться в большинстве устройств 3,5-дюймового формфактора емкостью от 20 до 500 Гбайт и 2,5-дюймового формфактора емкостью до 120 Гбайт. Благодаря использованию головок GMR появилась возможность повысить плотность записи до 100 Гбайт/дюйм². Для создания устройств с более высокой плотностью записи потребовался переход на технологию перпендикулярной записи.

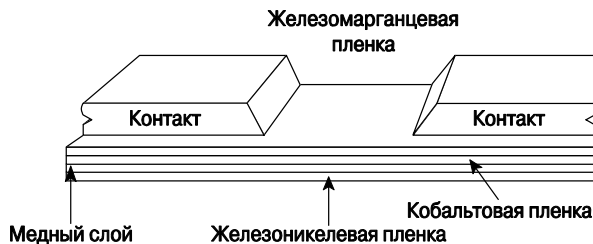


Рис. 8.6. Поперечное сечение магнитной головки GMR

Ползунки

Ползунком называется деталь конструкции, благодаря которой головка поддерживается в подвешенном положении на нужном расстоянии от поверхности диска. Сам ползунук при этом также не соприкасается с поверхностью носителя. В большинстве случаев эта деталь по форме напоминает катамаран с двумя боковыми “поплавками” и центральной “рулевой рубкой” — магнитной головкой (рис. 8.7).

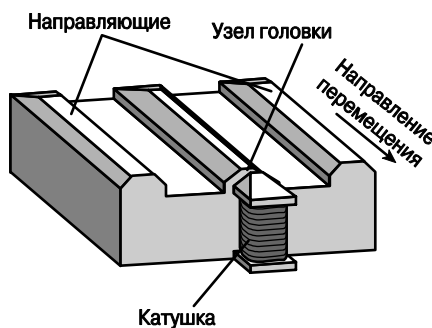


Рис. 8.7. Внешний вид ползунка Mini

Постоянное уменьшение размеров накопителей приводит к тому, что все их составные части, в том числе ползунки, также уменьшаются. Например, размер стандартного мини-винчестера составляет 4×3,2×0,86 мм. Большинство производителей головок уже перешли на уменьшенные размеры ползунков: Micro, Nano, Pico и Femto. Используемые сегодня ползунки Femto предельно малы и имеют размеры, сопоставимые с размером шарика стержня шариковой ручки. Ползунки Pico и Femto собираются с помощью пленочного соединительного кабеля (FIC) и чипа с технологией керамики (COC), что позволило полностью автоматизировать процесс.

В табл. 8.1 представлены характеристики различных типов ползунков, используемых в накопителях на жестких дисках.

Уменьшение размеров ползунка приводит к снижению массы всей подвижной системы, состоящей из головки, ползунка и рычага перемещения головки. Это, в свою очередь, позволяет перемещать их с большим ускорением, т.е. уменьшить время перехода с одной дорожки на другую и, в итоге, — время доступа к данным. Кроме того, при этом можно уменьшить раз-

меры зоны “парковки” головок (“посадочной полосы”) и соответственно увеличить полезную площадь дисков. Наконец, благодаря меньшей площади контактной поверхности ползунка уменьшается неизбежный износ поверхности носителя в процессе раскручивания и остановки дисков. На рис. 8.8 представлена увеличенная фотография ползунка Femto, закрепленного на блоке головок.

Таблица 8.1. Типы ползунков накопителей на жестких дисках

Тип ползунка	Год появления на рынке	Относительный размер, %	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, мг
Mini	1980	100	4,00	3,20	0,86	55,0
Micro	1986	70	2,80	2,24	0,60	16,2
Nano (+ Pressure)	1991	62	2,50	1,70	0,43	7,8
Nano (- Pressure)	1994	50	2,00	1,60	0,43	5,9
Pico	1997	30	1,25	1,00	0,30	1,6
Femto	2003	20	0,85	0,70	0,23	0,6

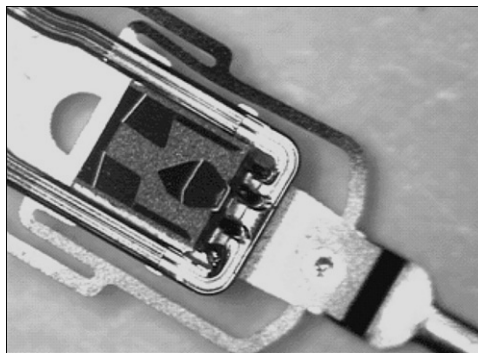


Рис. 8.8. Увеличенное изображение блока головок с ползунком Femto. Фотография любезно предоставлена компанией Hitachi Global Storage Technologies

В новейших конструкциях нижней стороне ползунков придается особая форма, благодаря которой “высота полета” головок над поверхностью диска (величина воздушного просвета) поддерживается примерно одинаковой при работе как на внешних, так и на внутренних цилиндрах. При использовании обычных ползунков просвет между головкой и рабочим слоем диска существенно изменяется при переходе от внешних дорожек к внутренним и обратно. Это связано с различиями в линейных скоростях разных участков поверхности диска относительно головок (линейная скорость зависит от радиуса вращения). Чем выше скорость, тем больше величина просвета. Такой эффект крайне нежелателен, особенно в новых накопителях с зонной записью, в которых линейная плотность записи (вдоль дорожек) одинакова на всех цилиндрах. В этом случае для нормального считывания и записи величина воздушного просвета между головкой и рабочим слоем диска должна оставаться постоянной. Эту проблему можно решить, придав поверхностям ползунков специальную форму, что и делается в накопителях с зонной записью.

Структура ползунка Femto показана на рис. 8.9.

Ползунок Femto состоит из трех основных областей сложной формы, благодаря которым обеспечивается постоянная высота размещения головки над поверхностью пластины и минимальное изменение высоты в условиях низкого давления. Область мелкого травления создает “порог”, что позволяет создать положительное давление под аэростатической поверхностью и тем самым сместить ползунок от поверхности диска. Область глубокого травления создает отрицательное давление с противоположной стороны, что позволяет сместить ползунок ближе к поверхности диска. Комбинация положительного и отрицательного давления позволяет сбалан-

сировать давление рычага на ползунок, смещающее его к поверхности диска, благодаря чему ползунок располагается на необходимом расстоянии от нее. Баланс положительного и отрицательного давления стабилизирует положение ползунка и уменьшает колебания головки, характерные для ползунков более старых конструкций. Первым диском, в котором использовался ползунок Femto, был 2,5-дюймовый диск Hitachi 7K60, представленный в мае 2003 года.

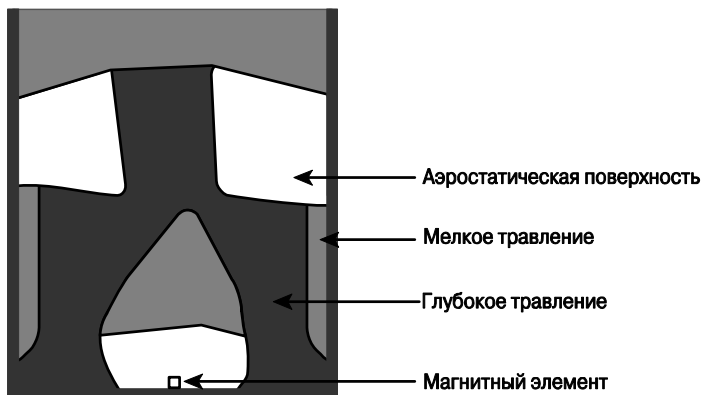


Рис. 8.9. Структура ползунка Femto

Способы кодирования данных

Информация на магнитном носителе хранится в аналоговой форме. В то же время сами данные представлены в цифровом виде, так как являются последовательностью нулей и единиц. При выполнении записи цифровая информация, поступающая на магнитную головку, создает на диске магнитные домены соответствующей полярности. Если во время записи на головку поступает положительный сигнал, магнитные домены поляризуются в одном направлении, а если отрицательный — в противоположном. Когда меняется полярность записываемого сигнала, происходит также изменение полярности магнитных доменов. Во время операции чтения регистрируются зоны смены знака поляризации магнитных доменов, в результате чего генерируются положительные и отрицательные импульсы, используемые для реконструкции исходных двоичных данных.

Чтобы оптимальным образом расположить импульсы в сигнале записи, необработанные исходные данные пропускаются через специальное устройство, которое называется *кодером/декодером (encoder/decoder)*. Это устройство преобразует двоичные данные в электрические сигналы, оптимизированные в контексте размещения зон смены знака на дорожке записи. Во время считывания кодер/декодер выполняет обратное преобразование: восстанавливает из сигнала последовательность двоичных данных. За прошедшие годы было разработано несколько методов кодирования данных, причем одни из них лучше и эффективнее других.

В некоторых источниках процесс кодирования данных может быть представлен значительно проще, но при этом упускаются многие факторы, определяющие надежность жесткого диска, в частности синхронизация. Инженеры и разработчики постоянно стремились разместить все больший и больший объем информации на каждом квадратном дюйме носителя, хотя на нем имеется ограниченное количество областей изменения полярности магнитного потока (т.е. перемагничивания). В результате была получена схема, в которой при декодировании информации учитывается не только изменение знака магнитного потока, но и наличие сигнала синхронизации между зонами различной полярности. Чем выше точность синхронизации процесса реверсирования магнитного потока, тем больший объем информации можно закодировать (или впоследствии декодировать) с помощью данных синхронизации.

При работе с цифровыми данными особое значение приобретает синхронизация. Во время считывания или записи очень важно точно определить момент каждой смены знака. Если синхронизация отсутствует, то момент смены знака может быть определен неправильно, в результате чего неизбежна потеря или искажение информации. Чтобы предотвратить это, работа передающего и принимающего устройств должна быть строго синхронизирована. Например, если запись нулевого бита выполняется с помощью магнитных доменов одной полярности, создаваемых на диске в течение определенного времени, или ячейки данных, то 10 нулевых битов, записанных в одну строку, будут представлять собой 10 одинаковых последовательно расположенных участков одной полярности или 10 ячеек, не имеющих зон изменения знака.

Теперь представьте, что во время считывания данных произошло некоторое рассогласование схемы синхронизации кодирующего устройства. Увеличение частоты тактовых импульсов может привести к тому, что кодирующее устройство воспримет длинный участок, состоящий из 10 ячеек, не имеющих зон изменения знака, как 9 ячеек данных. При понижении частоты синхронизации запись может быть распознана уже как 11 ячеек данных. И в том и в другом случаях это приведет к ошибке считывания, т.е. первоначально записанные биты данных будут считаны по другой схеме. Чтобы избежать появления ошибок синхронизации при кодировании/декодировании, необходимо строго синхронизировать процессы чтения и записи данных. Для этого следует синхронизировать работу двух устройств, передавая специальный *сигнал синхронизации* по отдельному каналу. Можно также объединить сигнал данных с сигналом синхронизации, а затем передать их по одному каналу. Подобное объединение сигналов используется в большинстве схем кодирования данных.

Добавление сигнала синхронизации к передаваемым данным служит гарантией того, что устройства связи будут точно интерпретировать все отдельные однобитовые элементы. Каждый бит информации ограничен двумя ячейками, содержащими определенные тактовые переходы. При передаче синхронизирующих сигналов вместе с данными синхронизация сохраняется даже в том случае, когда носитель содержит длинные цепочки совершенно одинаковых нулей. К сожалению, ячейки переходов, необходимые только для синхронизации процессов, занимают место на диске, которое могло бы использоваться для записи данных.

Поскольку количество зон смены знака, которые можно записать на диске, ограничено возможностями технологий производства носителей и головок, при разработке дисковых накопителей изобретаются такие способы кодирования данных, с помощью которых можно было бы “втиснуть” как можно больше битов данных в минимальное количество зон смены знака. При этом приходится учитывать, что часть из них все равно будет использоваться только для синхронизации.

Хотя разработано множество разнообразных методов, сегодня реально используются только три из них:

- частотная модуляция (FM);
- модифицированная частотная модуляция (MFM);
- кодирование с ограничением длины поля записи (RLL).

В следующих разделах рассматриваются все эти методы, области их использования, а также их преимущества и недостатки. Данный материал поможет вам понять рис. 8.10, на котором каждая из этих схем применена для кодирования на одном и том же носителе символа “X”.

Частотная модуляция (FM)

Метод кодирования *FM* (Frequency Modulation — частотная модуляция) был разработан прежде других и использовался при записи на гибкие диски так называемой *одинарной плотности* в первых ПК. Емкость таких односторонних дискет составляла всего 80 Кбайт. В 1970-х годах запись по методу FM использовалась во многих устройствах, но сейчас от него полностью отказались.

Модифицированная частотная модуляция (MFM)

Основной целью разработчиков метода MFM (Modified Frequency Modulation — модифицированная частотная модуляция) было сокращение количества зон смены знака для записи того же объема данных по сравнению с FM-кодированием и, соответственно, увеличение потенциальной емкости носителя. При этом способе записи количество зон смены знака, используемых только для синхронизации, сокращается. Синхронизирующие переходы записываются только в начало ячеек с нулевым битом данных и только в том случае, если ему предшествует нулевой бит. Во всех остальных случаях синхронизирующая зона смены знака не формируется. Благодаря такому уменьшению количества зон смены знака при той же допустимой плотности их размещения на диске информационная емкость по сравнению с записью по методу FM удваивается.

Поскольку при рассматриваемом способе записи на одно и то же количество зон смены знака приходится вдвое больше “полезных” данных, чем при FM-кодировании, скорость считывания и записи информации на носитель также удваивается.

Вот почему диски, записанные с помощью метода MFM, часто называют *дисками двойной плотности*. Сегодня этот метод кодирования используется практически во всех приводах гибких дисков; долгие годы он применялся и в жестких дисках. Сегодня почти все жесткие диски перешли на одну из вариаций кодирования RLL, имеющего большую эффективность, чем MFM.

В табл. 8.2 показано соответствие между битами данных и зонами смены знака.

Таблица 8.2. Последовательность зон смены знака при записи по методу MFM

Бит данных	Последовательность зон смены знака
1	NT ¹
0 с предшествующим 0	TN
0 с предшествующей 1	NN

1. T — смена знака есть; N — смены знака нет.

Кодирование с ограничением длины поля записи (RLL)

Сегодня наиболее популярен метод *кодирования с ограничением длины поля записи* (Run Length Limited — RLL). Он позволяет разместить на диске в полтора раза больше информации, чем при записи по методу MFM, и в три раза больше, чем при FM-кодировании. При использовании этого метода происходит кодирование не отдельных битов, а целых групп, в результате чего создаются определенные последовательности зон смены знака. Комбинирование в эти последовательности сигналов данных и синхронизации позволило повысить частоту синхронизации, сохранив то же базовое расстояние между зонами смены знака на магнитном носителе.

Метод RLL был разработан IBM и сначала использовался в дисковых накопителях больших машин. В конце 1980-х годов его стали использовать в накопителях на жестких дисках ПК, а сегодня он применяется почти во всех ПК.

Как уже отмечалось, при записи по методу RLL одновременно кодируются целые группы битов. Термин *Run Length Limited (с ограничением длины пробега)* составлен из названий двух основных параметров, которыми являются минимальное (длина пробега) и максимальное (предел пробега) число ячеек перехода, которые можно расположить между двумя зонами смены знака. Изменяя эти параметры, можно получать различные методы кодирования, но на практике используются только два из них: RLL 2,7 и RLL 1,7.

Методы FM и MFM, по своей сути, являются частными случаями RLL. Так, например, FM-кодирование можно было бы назвать *RLL 0,1*, поскольку между двумя зонами смены знака может располагаться максимум одна и минимум нуль ячеек перехода. Метод MFM в этой терминологии можно было бы обозначить *RLL 1,3*, так как в данном случае между двумя зонами смены знака может располагаться от одной до трех ячеек перехода. Однако при упоминании этих методов обычно используются более привычные названия *FM* и *MFM*.

До последнего времени самым популярным был метод RLL 2,7, поскольку он позволял достичь высокой плотности записи данных (в 1,5 раза больше по сравнению с методом MFМ) и достоверности (надежности) их воспроизведения. При этом соотношение размеров зон смены знака и участков с постоянной намагниченностью оставалось тем же, что и при методе MFМ. Однако для накопителей очень большой емкости метод RLL 2,7 оказался недостаточно надежным. В большинстве современных жестких дисков высокой емкости используется метод RLL 1,7, который позволяет увеличить плотность записи в 1,27 раза по сравнению с MFМ при оптимальном соотношении между размерами зон смены знака и участков с постоянной намагниченностью. За счет некоторого снижения плотности записи (по сравнению с RLL 2,7) удалось существенно повысить надежность считывания данных. Это особенно важно, поскольку в накопителях большой емкости носители и головки уже приближаются к пределу возможностей современной технологии.

Еще один, правда довольно редко используемый, вариант RLL — метод RLL 3,9. Иногда его называют *усовершенствованным RLL* или *ARRL* (Advanced RLL). С его помощью можно достичь еще большей плотности записи информации, чем при использовании метода RLL 2,7. Но, к сожалению, надежность ARRL-кодирования очень невысока; его пытались применять в некоторых контроллерах, но их выпуск был вскоре прекращен.

Понять сущность RLL-кодирования без наглядных примеров довольно сложно, поэтому рассмотрим метод RLL 2,7, так как именно он чаще всего используется. Даже для этого конкретного варианта можно построить множество (тысячи!) таблиц перекодировки различных последовательностей битов в серии зон смены знака.

В приведенной ниже таблице преобразований (табл. 8.3) группы данных длиной 2, 3 и 4 бит преобразуются в серии зон смены знака длиной 4, 6 и 8 битовых ячеек соответственно. При этом кодирование последовательностей битов происходит так, чтобы расстояние между зонами смены знаков было не слишком маленьким, но и не очень большим.

Первое ограничение вызвано тем, что величины разрешений головки и магнитного носителя, как правило, являются фиксированными. Второе ограничение необходимо для того, чтобы обеспечить синхронизацию устройств.

Таблица 8.3. Последовательность зон смены знака при записи по методу RLL 2,7

Биты данных	Последовательность зон смены знака
10	NTNN ¹
11	TNNN
000	NNNTNN
010	TNNTNN
011	NNTNNN
0010	NNTNNTNN
0011	NNNNTNNN

1. T — смена знака есть; N — смены знака нет.

При внимательном изучении этой таблицы можно заметить, что кодировать, например, байт (в двоичном представлении) 0000001 нельзя, поскольку его нельзя составить из комбинации приведенных в таблице групп битов. Однако на практике никаких проблем не возникает. Дело в том, что контроллер не оперирует байтами, а формирует сразу целые секторы записи. Поэтому, если ему встречается такой байт, он просто начинает искать подходящую для разбивки на группы комбинацию с учетом следующего байта последовательности. Затруднение может возникнуть только в том случае, если указанный байт последний в секторе. В этой ситуации кодер, установленный в контроллере, просто дописывает в конец последнего байта несколько дополнительных битов. При последующем считывании они отбрасываются, и последний байт воспроизводится таким, каким должен быть.

Сравнение способов кодирования

На рис. 8.10 показаны диаграммы сигналов, формируемых при записи на жесткий диск ASCII-кода символа “X” для трех различных способов кодирования.

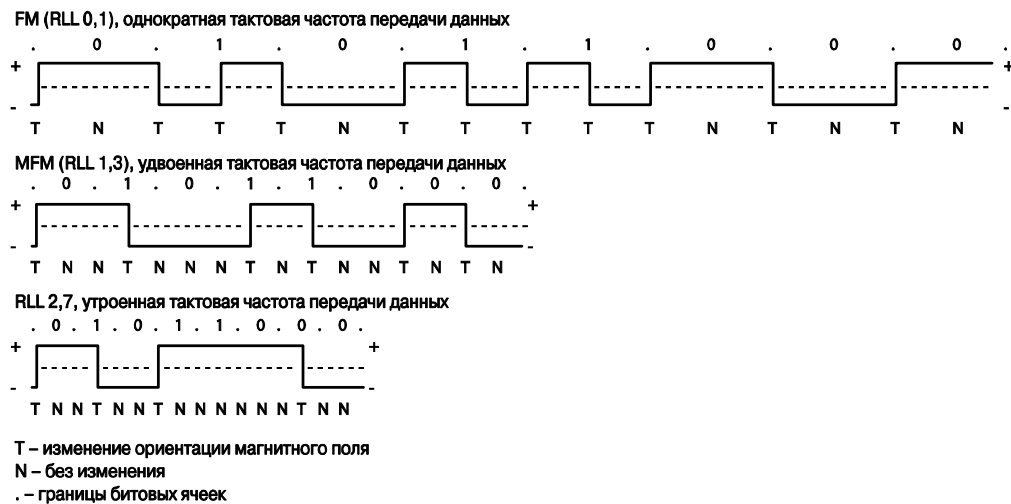


Рис. 8.10. Сигналы, формируемые во время записи ASCII-кода символа “X” при способах кодирования FM, MFM и RLL 2,7

В верхней строке каждой из этих диаграмм показаны отдельные биты данных (01011000) в битовых ячейках, границами которых являются синхронизирующие сигналы, обозначенные точками. Под этой строкой изображен сам сигнал, представляющий собой чередование положительных и отрицательных значений напряжения, причем в моменты смены полярности напряжения происходит запись зоны смены знака. В нижней строке показаны ячейки перехода, причем Т обозначает ячейку, содержащую зону смены знака, а N — ячейку, в которой зоны смены знака нет.

Разобраться в FM-кодировании очень просто. В каждой битовой ячейке содержится две ячейки перехода: одна — для синхронизирующего сигнала, другая — для самих данных. Все ячейки перехода, в которых записаны сигналы синхронизации, содержат зоны смены знака. В то же время ячейки перехода, в которых записаны данные, содержат зону смены знака только в том случае, если значение бита равно логической единице. При нулевом значении бита зона смены знака не формируется. Поскольку в нашем примере значение первого бита — 0, он будет записан в виде комбинации TN. Значение следующего бита равно 1, и ему соответствует комбинация TT. Третий бит — тоже нулевой (TN) и т.д. С помощью приведенной выше диаграммы FM-кодирования легко проследить всю кодирующую комбинацию для рассматриваемого примера байта данных. Отметим, что при таком способе записи зоны смены знака могут следовать непосредственно одна за другой; в терминах RLL-кодирования это означает, что минимальный “пробег” равен нулю. С другой стороны, максимально возможное количество пропущенных подряд зон смены знака не может превышать единицы — вот почему FM-кодирование можно обозначить как *RLL 0,1*.

При MFM-кодировании в ячейках также для каждого бита данных записываются синхросигнал и зона смены знака. Но, как видно из схемы, ячейки для записи синхросигнала содержат зону смены знака только в том случае, если значения и текущего, и предыдущего битов равны нулю. Первый бит слева — нулевой, значение же предыдущего бита в данном случае неизвестно, поэтому предположим, что он тоже равен нулю. При этом последовательность зон смены знака будет выглядеть как TN. Значение следующего бита равно единице, которой все-

гда соответствует комбинация NT. Следующему нулевому биту предшествует единичный, поэтому ему соответствует последовательность NN. Аналогичным образом можно проследить процесс формирования сигнала записи до конца байта. Легко заметить, что минимальное и максимальное число ячеек перехода между любыми двумя зонами смены знака равно 1 и 3 соответственно. Следовательно, MFM-кодирование в терминах RLL может быть названо методом *RLL 1,3*.

Труднее всего разобраться в диаграмме, иллюстрирующей метод RLL 2,7, поскольку в нем кодируются не отдельные биты, а их группы. Первая группа слева, совпадающая с одной из приведенных в табл. 9.2 комбинаций, состоит из трех битов: 010. Она преобразуется в такую последовательность зон смены знака: TNNTNN. Следующим двум битам (11) соответствует комбинация TNNN, а последним трем (000) — NNNTNN. Как видите, в данном примере для корректного завершения записи дополнительные биты не потребовались.

Обратите внимание, что в этом примере минимальное и максимальное число пустых ячеек перехода между двумя зонами смены знака равно 2 и 6 соответственно, хотя в другом примере максимальное количество пустых ячеек перехода может быть равным 7. Именно поэтому такой способ кодирования называется RLL 2,7. Поскольку в данном случае записывается еще меньше зон смены знака, чем при MFM-кодировании, частоту сигнала синхронизации можно увеличить в 3 раза по сравнению с методом FM и в 1,5 раза по сравнению с методом MFM. Это позволяет на таком же пространстве диска записать больше данных. Но необходимо отметить, что минимальное и максимальное физическое расстояние на поверхности диска между любыми двумя зонами смены знака одинаково для всех трех упомянутых методов кодирования.

Декодеры PRML

В последнее время в накопителях вместо традиционных усилителей считывания с пиковыми детекторами стала использоваться так называемая технология *PRML* (Partial-Response, Maximum-Likelihood — частичное определение, максимальное правдоподобие). Это позволяет повысить плотность расположения зон смены знака на диске в среднем на 40% и на столько же увеличить емкость носителя.

Увеличение плотности записи приводит к тому, что пиковые значения напряжения при считывании данных могут накладываться друг на друга. При использовании метода PRML контроллер анализирует поток данных с головки посредством фильтрации, обработки и алгоритма определения (элемент частичного определения), а затем предсказывает последовательность битов, которые этот поток данных наилучшим образом представляет (элемент максимального правдоподобия). Технология PRML имеет и аналоговую, волновую форму, которая позволяет точно считывать сигнал из сильно зашумленного источника.

Практичность методов считывания информации определяется точностью распознавания данных на битовом уровне. Может показаться, что точность описанного метода невысока, но благодаря использованию фильтров обработки цифрового сигнала появилась возможность значительно снизить уровень шума, тем самым повысив плотность размещения зон изменения полярности на жестком диске. Это, в свою очередь, позволило повысить плотность записи данных. Технология PRML с успехом используется в схемах кодирования/декодирования, применяемых в накопителях емкостью 2 Гбайт и выше.

Измерение емкости накопителя

В декабре 1998 года Международная электротехническая комиссия (МЭК), занимающаяся стандартизацией в области электротехники, представила в качестве официального стандарта систему названий и символов единиц измерения для использования в области обработки и передачи данных. До недавнего времени при одновременном использовании десятичной и двоичной систем измерений один мегабайт мог быть равен как 1000000 байт (10^6), так и 1048576 байт (2^{20}). Стандартные сокращения единиц, используемые для измерения емкости магнитных и других накопителей, приведены в табл. 8.4.

Таблица 8.4. Стандартные единицы измерения емкости накопителей

Аббревиатура	Название	Величина	Величина
K	Кило	1000	1000
Ki	Кибби	1000	1024
M	Мега	1000000	1000000
Mi	Меби	1000000	1048576
G	Гига	1000000000	1000000000
Gibi	Гибби	1000000000	1073741824
T	Тера	1000000000000	1000000000000
Ti	Теби	1000000000000	1099511627776
P	Пета	10^{15}	1000000000000000
Pi	Пеби	2^{50}	1125899906842624

В соответствии с новым стандартом 1 МиВ (мебибайт) содержит 2^{20} (1048576) байт, а 1 Мбайт (мегабайт) — 10^6 (1000000) байт. К сожалению, не существует общепринятого способа отличать двоичные кратные единицы измерения от десятичных. Другими словами, аббревиатура “МВ” (или “М”) может обозначать как миллионы байтов, так и мегабайты. Как правило, объем памяти измеряется в двоичных единицах, но емкость накопителей — и в десятичных, и в двоичных, что часто приводит к недоразумениям. Заметьте также, что обозначения битов (bits) и байтов (Bytes) отличаются регистром первой буквы (она может быть строчной или прописной). Например, при обозначении миллионов битов используется строчная буква “b”, в результате чего единица измерения *миллион битов в секунду* обозначается “Mbps”, в то время как “MBps” означает *миллион байтов в секунду*.

Поверхностная плотность записи

Основной критерий оценки накопителей на жестких дисках — *поверхностная плотность записи* (рис. 8.11). Она определяется как произведение линейной плотности записи вдоль дорожки, выражаемой в битах на дюйм (Bits Per Inch — BPI), и количества дорожек на дюйм (Tracks Per Inch — TPI). В результате поверхностная плотность записи измеряется в Мбит/дюйм² или Гбит/дюйм². На основании этого значения можно сделать вывод об эффективности того или иного способа записи данных. В современных накопителях размером 3,5 дюйма величина этого параметра составляет 148 Гбит/дюйм² (Hitachi 7K1000 емкостью 1 Тбайт), а в накопителях с формфактором 2,5 дюйма достигает 205 Гбит/дюйм² (Hitachi 5K250 емкостью 250 Гбайт) и более. Существуют прототипы устройств, которые в ближайшие пару лет позволят вдвое повысить емкость дисковых устройств.

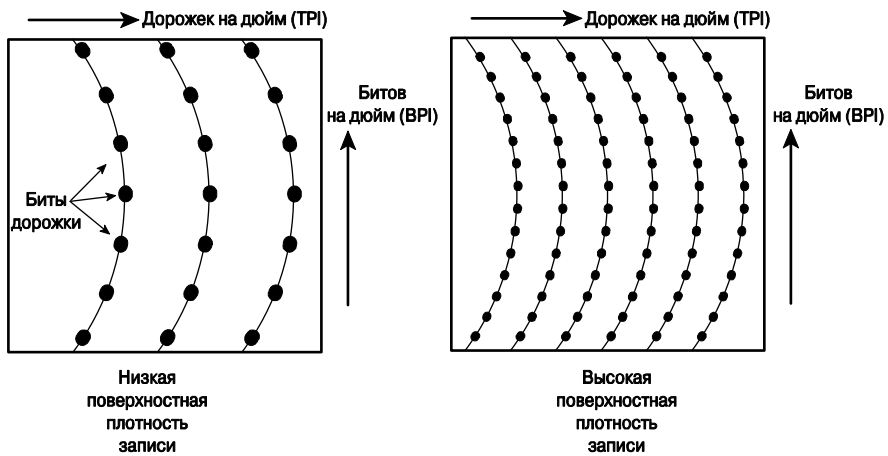


Рис. 8.11. Графическое представление поверхностной плотности записи

В накопителях данные записываются в виде дорожек; каждая дорожка, в свою очередь, состоит из секторов. На рис. 8.12 показан магнитный диск 5,25-дюймовой дискеты на 360 Кбайт, состоящий из 40 дорожек на каждой стороне, при этом каждая дорожка разделена на 9 секторов. В начале каждого сектора находится особая область, в которую записываются идентификационная и адресная информация. В области перед первым сектором записываются заголовки дорожки и сектора. Перед остальными секторами записываются лишь заголовки сектора. Область между заголовками предназначена непосредственно для записи данных.

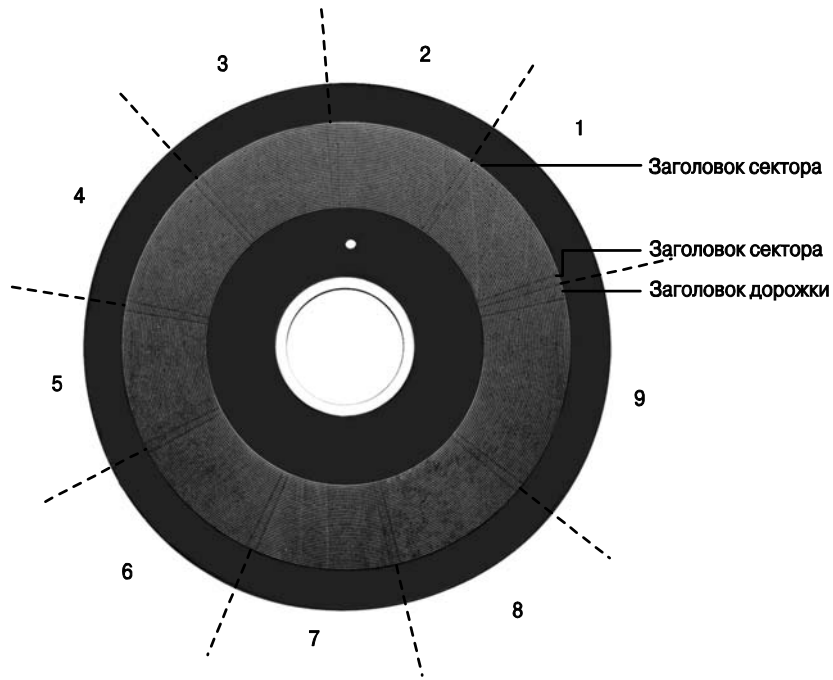


Рис. 8.12. Схема магнитного носителя 5,25-дюймовой дискеты на 360 Кбайт

Обратите внимание, что сектор 9 длиннее всех остальных. Это сделано для того, чтобы компенсировать отличия в скорости вращения различных накопителей. Большая часть поверхности рассматриваемой дискеты не используется с целью уменьшения разницы в длине внешних и внутренних секторов.

Поверхностная плотность записи неуклонно увеличивается. При появлении первого устройства магнитного хранения данных IBM RAMAC в 1956 году рост поверхностной плотности записи достигал 25% в год, а с начала 1990-х годов — 60%. Разработка и внедрение магниторезистивных (1991) и гигантских магниторезистивных (1997) головок, а также накопителей, использующих антиферромагнитные двойные слои (2001) (см. следующий раздел), еще больше ускорили увеличение поверхностной плотности записи, вплоть до 100% в год. За 50 лет, прошедших с момента появления первых устройств магнитного хранения данных, поверхностная плотность записи повысилась более чем в 17 млн. раз: с 2 Кбит/дюйм² (RAMAC, 5 Мбайт на 50 пластинах диаметром 24 дюйма) до 205 Гбит/дюйм² (Hitachi 5K250, 250 Гбайт на 2 пластинах диаметром 2,5 дюйма).

Современные устройства используют технологию *перпендикулярной записи*, взяв на вооружение то, что раньше считалось точкой, в которой возникает *суперпарамагнитный эффект*. Это эффект, при котором магнитные домены настолько малы, что становятся нестабильными при комнатной температуре. Технологии, подобные технологии перпендику-

лярной записи, в сочетании с носителями с предельно высокой коэрцитивностью способны обеспечить в недалеком будущем увеличение поверхностной плотности записи магнитных дисков до 1000 Гбит/дюйм² и более. Кроме того, ученые и инженеры находятся в постоянном поиске новых технологий. Одной из таких технологий будущего являются диски, частицы в которых выстроены в битовый массив. Таким образом, домены можно будет расположить более плотно без их влияния друг на друга. Еще одной возможной технологией будущего можно назвать голографию; при этом данные в объемном кристалле будут записываться и считываться лазером.

На рис. 8.13 представлен график увеличения поверхностной плотности записи устройств магнитного хранения данных с момента их первого появления до настоящего времени.

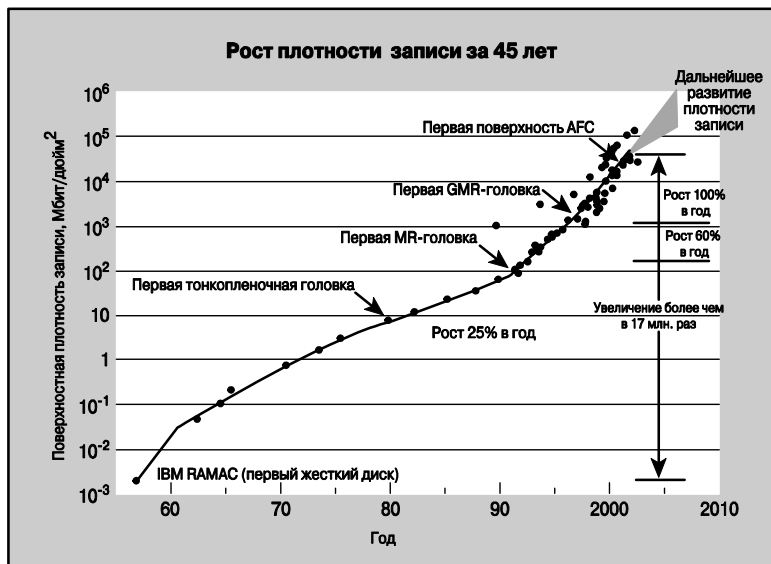


Рис. 8.13. Эволюция поверхностной плотности записи устройств магнитного хранения данных

Дальнейшее повышение поверхностной плотности записи связано с созданием новых типов носителей (с использованием некристаллических стекловидных материалов) и конструкций головок, с применением метода псевдоконтактной записи, а также более совершенных методов обработки сигналов. Для достижения более высокого уровня поверхностной плотности необходимо создать такие головки и диски, которые могли бы функционировать при минимальном зазоре между ними.

Чтобы увеличить количество данных, которые можно поместить на жестком диске определенного размера, необходимо уменьшить расстояние между дорожками и повысить точность позиционирования головки чтения/записи по отношению к дорожкам носителя. Это означает также, что с увеличением емкости жесткого диска расстояние между головкой и поверхностью носителя во время операций чтения/записи должно уменьшаться. В некоторых накопителях зазор между головкой и поверхностью жесткого диска уже не превышает 10 нм (0,01 микрона), что примерно соответствует толщине клеточной мембраны. Для сравнения: толщина человеческого волоса в среднем равна 80 микрон, что в 8000 раз больше величины зазора между головкой чтения/записи и поверхностью носителя в некоторых накопителях. В перспективе дальнейшее повышение поверхностной плотности будущих накопителей возможно только при контактной (или почти контактной) записи данных.

Повышение плотности записи с помощью AFC

В 1990 году специалисты компании IBM обнаружили, что металлический рутений является наиболее эффективным немагнитным материалом, который может использоваться в качестве промежуточного слоя в различных устройствах, например в гигантских магниторезистивных головках. Тем не менее прошло более 10 лет, прежде чем это открытие было использовано для повышения плотности размещения информации в дисковых накопителях, что позволило увеличить плотность записи жестких дисков.

В мае 2001 года компания IBM начала выпуск серии портативных компьютеров с 2,5-дюймовыми жесткими дисками Travelstar, созданными по технологии AFC. В ноябре 2001 года были представлены накопители Deskstar GXP емкостью 80 и 120 Гбайт, созданные по той же технологии.

Благодаря тончайшему (толщиной в три атома) слою рутения, который использовался для разделения магнитных слоев, находящихся с обеих сторон каждого жесткого диска, плотность записи данных повысилась до 25 Гбит/дюйм². Жесткие диски, используемые в обычных накопителях, имеют только один магнитный слой. Носители, в которых используется слой металлического рутения, или, говоря техническим языком, носители с антиферромагнитными двойными слоями (AFC), получили шуточное название *пыльца эльфов* (“pixie dust”). В настоящее время IBM использует носители AFC в накопителях портативных, настольных и серверных компьютеров. Помимо этого, лицензию на выпуск носителей AFC приобрели другие компании, выпускающие накопители и жесткие диски.

Разработка носителей AFC связана с тем, что дальнейшее повышение плотности информации в магнитных запоминающих устройствах возможно только при уменьшении размеров магнитных доменов жесткого диска. Тем не менее чрезмерное уменьшение размеров этих областей может вызвать так называемый *суперпарамагнитного эффекта*, который заключается в постепенном размагничивании магнитных областей.

Тонкий слой рутения, расположенный между двумя магнитными слоями, позволяет направить магнитные частицы этих слоев в противоположные по отношению друг к другу стороны. Трехслойная конструкция отличается от традиционного магнитного слоя большей физической толщиной, но несмотря на это противоположная магнитная ориентация слоев позволяет носителям функционировать как одинарный слой со значительно меньшей общей толщиной. В результате головки чтения/записи накопителей получают возможность записывать меньшие сигналы высокой плотности, тем самым увеличивая емкость запоминающих устройств данного размера без риска ухудшить сигнал. На рис. 8.14 показаны обычный однослойный носитель и жесткий диск, созданный по технологии AFC.

Увеличение плотности записи в гигантских магниторезистивных головках (GMR) достигается за счет использования двух магнитных слоев, разделенных тонким проводящим слоем. В носителях AFC используется тот же принцип. В сущности, носители этого типа представляют собой пример использования принципов, относящихся к магниторезистивным головкам чтения/записи, для развития записывающих слоев запоминающих устройств. Предполагается, что со временем емкость запоминающих устройств на носителях AFC увеличится в четыре раза, что позволит создать накопители с плотностью записи до 100 Гбит/дюйм².

Перпендикулярная магнитная запись

Практически все жесткие диски и накопители на магнитных носителях записывают данные, применяя алгоритмы продольной записи; при этом магнитные домены располагаются вдоль поверхности носителя. Однако в случае перпендикулярной записи ситуация кардинально меняется: магнитные домены располагаются вертикально, т.е. перпендикулярно поверхности носителя. Благодаря этому становится возможным увеличение плотности записи, поскольку при вертикальной ориентации домены занимают гораздо меньшую поверхность, чем при горизонтальной (рис. 8.15). В настоящее время все ведущие производители жестких дисков занимаются разработкой продуктов с перпендикулярной записью, так как это позво-

ляет увеличить плотность сигнала еще больше, чем при использовании носителей на основе “пыльцы эльфов” AFC.

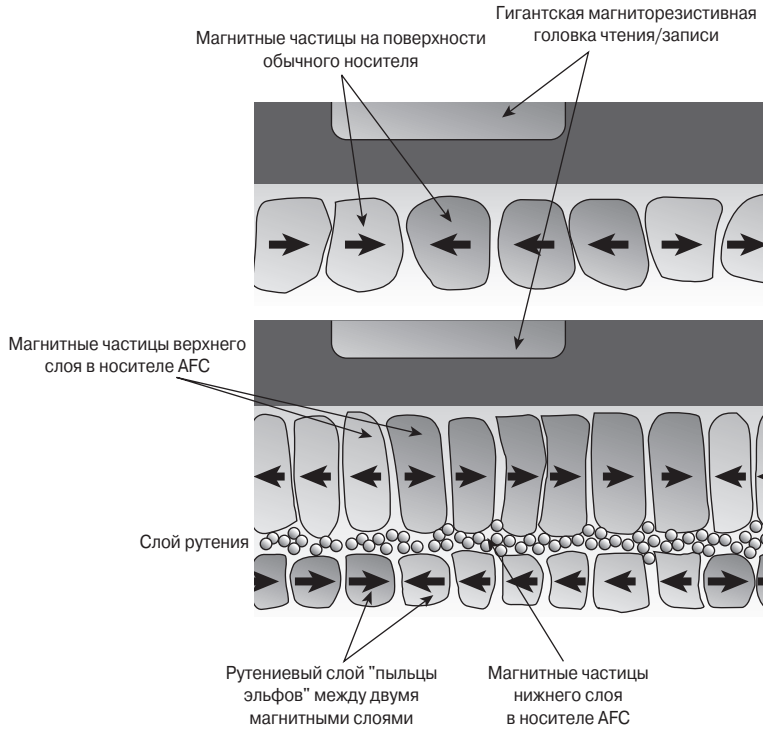


Рис. 8.14. В традиционных носителях используется только один магнитный слой, тогда как в носителях AFC применено два магнитных слоя, отделенных друг от друга тонким слоем рутения

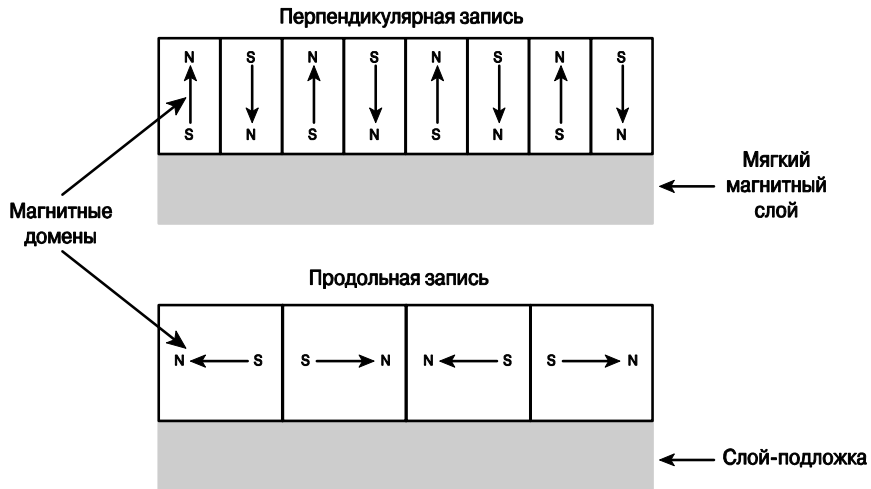


Рис. 8.15. Перпендикулярная и продольная записи

При использовании традиционных методов магнитной записи магнитные домены располагаются вдоль поверхности пластины. Это не только накладывает ограничения на плотность размещения доменов, но и приводит к проявлению так называемого суперпарамагнитного эффекта, при котором отдельные домены, будучи расположенными слишком близко один к другому, начинают оказывать влияние друг на друга; это приводит к возможному изменению полярности домена, а значит, и к нестабильности. Довольно давно исследователи пришли к выводу, что, если удастся расположить домены перпендикулярно поверхности носителя (так называемая вертикальная запись), можно будет не только увеличить плотность записи, но и значительно увеличить “сопротивляемость” доменов суперпарамагнитному эффекту. И хотя основная концепция была разработана достаточно давно, практическая реализация оказалась крайне сложной задачей.

В отличие от головок GMR и носителей AFC (которые можно использовать и в рамках существующих технологий производства накопителей) перпендикулярная запись требует применения головок чтения/записи совершенно другой конструкции. Различие между перпендикулярной и продольной записью показано на рис. 8.15. Перпендикулярная запись позволяет увеличить плотность размещения доменов минимум в два раза.

При перпендикулярной записи головки конструируются таким образом, чтобы запись осуществлялась “внутри” носителя. Для этого используется толстый внутренний магнитный слой, который как будто “отражает” часть магнитного поля. Это позволяет доменам располагаться вертикально, а значит, увеличивается плотность их размещения без нежелательного взаимодействия.

Перпендикулярная запись была впервые продемонстрирована в конце XIX века датским ученым Вольдемаром Паульсенем, который, кроме всего прочего, продемонстрировал возможность магнитной записи звука. После этого в развитии перпендикулярной записи не было особого прогресса, пока в 1976 году профессор Шунитчи Ивасаки не доказал преимущества перпендикулярной магнитной записи. Затем в 1978 году профессор Т. Фудзивара, выполнив немалый объем работ в рамках исследований, финансируемых компанией Toshiba Corporation, представил дискету, оптимизированную под перпендикулярную запись.

Единственным устройством, в котором использовалась эта технология, был недолговечный накопитель на 2,88-дюймовых гибких магнитных дисках, представленный компанией Toshiba в 1989 году. Начиная с 1991 года этот накопитель стал использоваться в системах IBM PS/2; целый ряд производителей начали выпуск подобных накопителей для IBM и других производителей ПК, в том числе Toshiba, Mitsubishi, Sony и Panasonic. Поскольку накопитель 2,88 MB ED способен работать с обычными 3,5-дюймовыми дискетами 1,44 MB HD (так как разработчики реализовали поддержку накопителей 2,88 MB в BIOS) и поддержка данных накопителей была реализована в DOS 5.0 и более поздних версиях операционной системы, переход к дискетам емкостью 2,88 Мбайт оказался довольно простой задачей. К сожалению, вследствие высокой стоимости накопителей и относительно небольшого увеличения емкости к тому моменту, как на смену классическим дискетам пришли компакт-диски, данные накопители не получили какого-либо серьезного распространения.

Несмотря на отсутствие коммерческого успеха накопителей 2,88 MB ED компания Toshiba, а также некоторые другие компании продолжали разработку алгоритмов перпендикулярной магнитной записи для других накопителей, особенно для жестких дисков. К сожалению, оказалось, что технология перпендикулярной записи опередила свое время в области жестких дисков, где прочно закрепились существующие технологии и увеличение плотности записи и так шло семимильными шагами. Потребовалось более двадцати лет, пока эти технологии не достигли предела 1 Гбит/дюйм², за которым их безжалостно настигал эффект парамагнетизма, что и привело к возвращению на сцену технологии перпендикулярной записи.

В апреле 2002 года компания Read-Rite Corporation, основной производитель головок чтения/записи, сообщила о достижении плотности записи 130 Гбит/дюйм² для прототипа накопителя на жестких магнитных дисках, созданного MMC Technology, подразделением ком-

пании Maxtor. В ноябре 2002 года компания Seagate Technology сообщила о достижении плотности записи свыше 100 Гбит/дюйм² в прототипе накопителя на жестких магнитных дисках. В соответствии с результатами двух независимых исследований, опубликованных в 2000 году, при использовании перпендикулярной записи в будущем возможно достижение плотности записи до 500 или даже 1000 Гбит (1 Тбит) на квадратный дюйм.

Перпендикулярная запись была впервые представлена в коммерчески доступных продуктах (накопителях на жестких магнитных дисках) 16 августа 2005 года, когда подразделение Storage Device Division компании Toshiba анонсировало начало поставок первого в мире жесткого диска с перпендикулярной записью. Подобные накопители в формфакторе 1,8 дюйма нашли применение преимущественно в портативных устройствах, таких как мультимедийные плееры Apple iPod, однако использовались они и в миниатюрных портативных компьютерах, например в серии Toshiba Libretto. Первыми накопителями в формфакторе 1,8 дюйма с использованием перпендикулярной записи оказались диски емкостью 40 и 80 Гбайт (они содержали соответственно одну и две пластины). Данные накопители характеризовались высочайшим на тот момент значением поверхностной плотности записи — 133 Гбит/дюйм² (206 Мбит/мм²).

В июне 2006 года компания Toshiba представила диск емкостью 250 Гбайт в формфакторе 2,5 дюйма толщиной 9,5 мм и весом всего 98 граммов. Это стало наивысшим достижением за всю историю 2,5-дюймовых жестких дисков. К тому же этот диск достиг наивысшей плотности записи среди дисков массовой серии — 178,8 Гбит/дюйм². К октябрю 2006 года Toshiba выпустила уже около миллиона устройств, использующих технологию перпендикулярной записи.

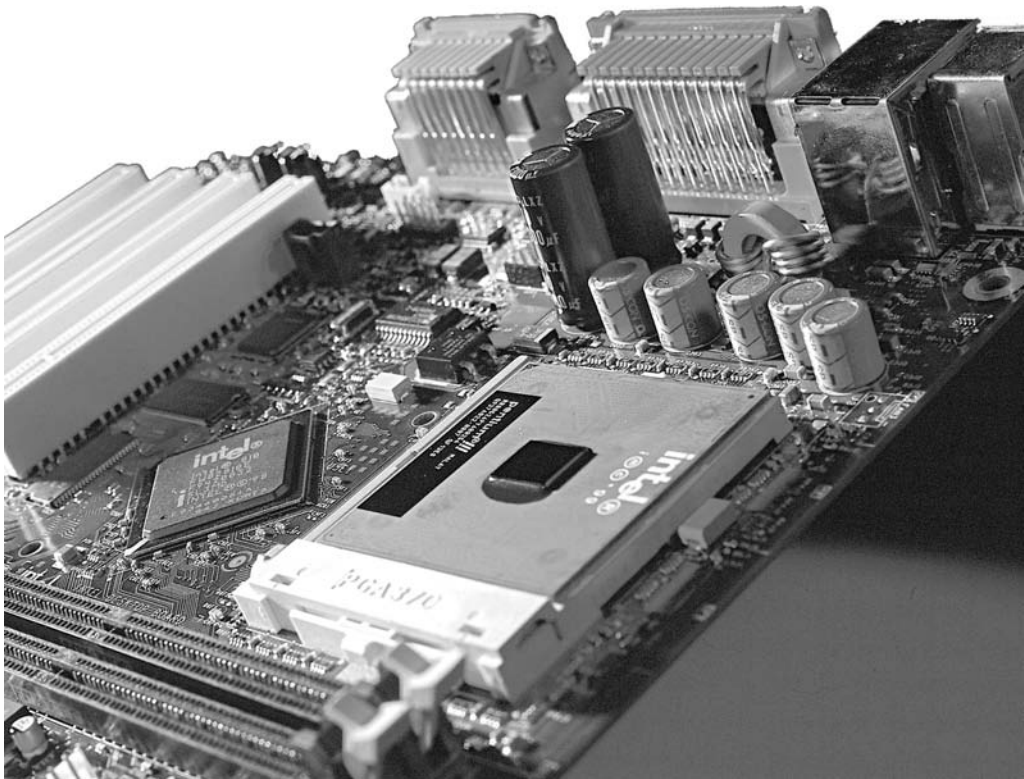
Компания Seagate представила свой первый жесткий диск с перпендикулярной записью Momentus 5400.3 в формфакторе 2,5 дюйма емкостью 160 Гбайт, предназначенный для ноутбуков. Хотя компания Seagate анонсировала его еще в июне 2005 года, реально доступным он стал в первом квартале 2006 года. В апреле 2006 года Seagate представила диск Barracuda 7200.10, который одновременно стал первым диском емкостью 750 Гбайт и первым диском в формфакторе 3,5 дюйма, использующим технологию перпендикулярной записи. Компания Seagate также продемонстрировала плотность записи 245 Гбит/дюйм² при скорости передачи данных 480 Мбит/с и объявила, что в ближайшем будущем планирует достичь вдвое большей плотности записи и, соответственно, впятеро большей емкости своих дисков. Так, при поверхностной плотности записи 500 Гбит/дюйм² диск в формфакторе 3,5 дюйма сможет хранить 2 Тбайт данных, а диск в формфакторе 2,5 дюйма, предназначенный для ноутбуков, — 500 Гбайт; при этом однодюймовый диск Microdrive сможет хранить 50 Гбайт данных.

Другие производители также заняты разработкой накопителей с перпендикулярной записью. В апреле 2005 года компания Hitachi продемонстрировала перпендикулярную запись с плотностью 230 Гбит/дюйм², что, по мнению компании, позволит ей к 2007 году выпустить накопитель Microdrive емкостью 20 Гбайт. Замечу, что накопители Microdrive используются преимущественно в портативных плеерах, таких как Apple iPod Mini, а также Muvo и Zen Micro компании Creative. В январе 2007 года компания Hitachi заметила, что за первые 35 лет существования индустрии дисков на магнитных носителях удалось пройти путь от 5 Мбайт до 1 Гбайт (1956–1991), за следующие 14 лет — достичь 500 Гбайт (1991–2005) и только два года потребовалось, чтобы удвоить последний результат (1 Тбайт в 2007 году). Эта статистика еще раз подтвердила правильность закона Мура, на этот раз в области магнитных носителей. Позже, в июне 2007 года, компания Hitachi представила 2,5-дюймовый диск 5K250 с невероятной поверхностной плотностью записи — 205 Гбит/дюйм².

Ожидается, что в будущем все производители жестких дисков перейдут на технологию перпендикулярной записи, что продолжит тенденцию к повышению емкости жестких дисков.

Глава 9

Накопители на жестких дисках



Что такое жесткий диск

Накопитель на жестком диске многим кажется самым необходимым и в то же время загадочным компонентом компьютерной системы. Как известно, он предназначен для долгосрочного хранения данных, и последствия его выхода из строя зачастую оказываются катастрофическими. Предполагается, что данные на жестком диске будут храниться до тех пор, пока сам пользователь их не сотрет или не перепишет. Для правильной эксплуатации или модернизации компьютера необходимо хорошо себе представлять, что же это такое — накопитель на жестком диске.

Основными элементами накопителя являются несколько круглых алюминиевых или некристаллических стекловидных пластин. В отличие от гибких дисков (дискет) их нельзя согнуть; отсюда и появилось название *жесткий диск* (рис. 9.1). В большинстве устройств они несъемные, поэтому иногда такие накопители называются *фиксированными* (fixed disk). Существуют также накопители со сменными дисками.

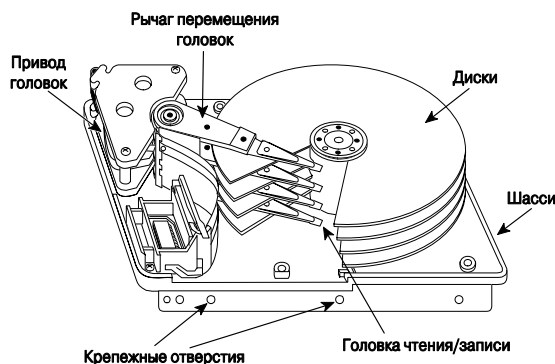


Рис. 9.1. Накопитель на жестком диске со снятой верхней крышкой

Примечание

Накопители на жестких дисках обычно называют *винчестерами*. Этот термин появился в 1960-х годах, когда компания IBM выпустила высокоскоростной накопитель с одним несъемным и одним съемным дисками емкостью по 30 Мбайт. Этот накопитель состоял из пластин, которые вращались с высокой скоростью, и “парящих” над ними головок, а номер его разработки — 30-30. Такое цифровое обозначение совпало с обозначением популярного нарезного оружия Winchester, поэтому термин *винчестер* вскоре стал применяться в отношении любого стационарно закрепленного жесткого диска. Это типичный профессиональный жаргон; на самом деле подобные устройства не имеют с обычными винчестерами (т.е. с оружием) ничего общего.

Достижения в развитии накопителей

В 1957 году Сирил Норткот Паркинсон опубликовал свой знаменитый сборник “Законы Паркинсона”, который начинается с утверждения “Объем работы увеличивается настолько, чтобы полностью заполнить время, отпущенное на ее выполнение”. Этот наиболее известный закон в несколько измененном виде может быть применен и к жестким дискам: “Объем данных увеличивается в соответствии с объемом пространства, отведенного для их хранения”. Это означает, что независимо от емкости жесткого диска вы без особого труда найдете способ “набить” его до отказа. Хочу заметить, что под этим лозунгом я живу лет двадцать пять, начиная с момента приобретения своего первого накопителя на жестких дисках.

Примечание

Книга “Законы Паркинсона” постоянно переиздается и считается одним из самых фундаментальных трудов для изучения производственных и экономических процессов. Ознакомиться с ней и загрузить ее можно по адресу:

http://www.bookssite.ru/scr/read_121623.html

Я хорошо знаю об экспоненциальных темпах развития компонентов ПК, но несмотря на это не перестаю поражаться тому, насколько быстро увеличиваются скорость и емкость современных накопителей. Первым жестким диском, приобретенным мною еще в 1983 году, был 10-мегабайтовый (подчеркиваю: не 10 Гбайт, а 10 Мбайт) накопитель Miniscribe модели 2012, который представлял собой 5,25-дюймовый дисковод размерами 200×140×80 мм и массой около 2,5 кг (что превышает вес большинства современных портативных компьютеров). Для сравнения: в одном из наиболее емких на момент написания книги накопителей Hitachi 7K1000 SATA используются пластины диаметром 3,5 дюйма; его размеры — 146×102×25 мм, масса — 0,7 кг, а объем — 1 Тбайт. (Обратите внимание, что устройство объемом, составляющим примерно шестую часть объема моего первого винчестера, способно хранить в сто тысяч раз больше информации!)

Очевидно, что колоссальные емкости современных накопителей бесполезны без обеспечения высокой скорости передачи данных. Жесткий диск, которым оснащались первые IBM XT в 1983 году, характеризовался скоростью передачи данных около 100 Кбайт/с. Сегодня же в большинстве накопителей реализован интерфейс Serial ATA, который обеспечивает реальную скорость передачи от 50 Мбайт/с (при расчетной скорости до 300 Мбайт/с). Подобно емкости накопителей на жестких магнитных дисках быстрдействие интерфейса также постоянно увеличивалось, а начиналось все с интерфейсов MFM и RLL, которые были широко распространены в 1980-х годах. Как всегда, быстрдействие интерфейса оказывается выше быстрдействия реальных накопителей. В настоящее время наиболее распространены интерфейсы Parallel ATA (до 133 Мбайт/с), Serial ATA (150 или 300 Мбайт/с), SAS (до 600 Мбайт/с) и SCSI (до 320 Мбайт/с). Все они имеют гораздо большую скорость передачи данных, чем реальные накопители, которыми они оснащаются. Это означает, что скорость передачи данных всегда ограничена накопителем, а не интерфейсом. Все интерфейсы характеризуются быстрдействием, достаточным для того, чтобы не ограничивать работу накопителей, которые будут выпускаться в ближайшие годы.

В 2006 году жесткий диск отпраздновал свой 50-летний юбилей. В то время, когда на рынке появились первые ПК, емкость жестких дисков едва достигала 5 Мбайт. Для того чтобы вы могли получить представление о том, насколько далеко ушли по пути прогресса жесткие диски за прошедшие 25 с лишним лет, позволю себе перечислить наиболее важные вехи в их развитии.

- Максимальная емкость накопителей увеличилась с 5 Мбайт (1981) до 1 Тбайт (3,5-дюймовые накопители для настольных систем) и 200 Гбайт (2,5-дюймовые диски для ноутбуков). Жесткие диски емкостью менее 40 Гбайт уже перешли в разряд раритетов.
- Скорость передачи данных увеличилась со 100 Кбайт/с в оригинальном компьютере IBM XT (1983) до 50 Мбайт/с в системах SATA (Western Digital Raptor WD74GD) и до 80 Мбайт/с в системах SCSI (Seagate Cheetah 15K.4).
- Среднее время поиска (т.е. время установки головки на нужную дорожку) уменьшилось с 85 мс в 10-мегабайтовых жестких дисках, используемых в компьютере IBM PC XT (1983), до 3,3 мс в наиболее быстрдействующих системах.
- В 1982 году накопитель емкостью 10 Мбайт и контроллер стоили более 2000 долларов (т.е. 200 долларов за мегабайт). В настоящее время стоимость жестких дисков для настольных ПК (с интегрированными контроллерами) снизилась до 28 центов за гигабайт; т.е. жесткий диск емкостью 300 Гбайт стоит менее 100 долларов! Стоимость жестких дисков для ноутбуков составляет около 67 центов за гигабайт, т.е. жесткий диск емкостью 120 Гбайт стоит около 80 долларов.

Примечание

6 января 2003 года IBM продала компании Hitachi свое операционное отделение Hard Disk Drive, что стало для всех полной неожиданностью. В результате появилась компания Hitachi Global Storage Technologies (www.hgst.com), обобщившая производственный опыт Hitachi и IBM. Штаб-квартира новой компании находится в городе Сан-Хосе, штат Калифорния. Компания Hitachi Global Storage Technologies производит,

реализует и поддерживает серию изделий Travelstar, Microdrive, Ultrastar и Deskstar, которые до этого выпускались компанией IBM. В настоящее время 70% акций новой компании принадлежат Hitachi, остальная часть является собственностью IBM. При этом IBM не принимает участия в управлении делами новой компании. Особую роль играет то обстоятельство, что дисконд был изобретен именно в IBM, поэтому печально наблюдать, как эта компания сворачивает свои дела.

Формфакторы

Одним из краеугольных камней индустрии ПК была стандартизация; физические и электрические характеристики жестких дисков — тому свидетельство. Благодаря промышленным стандартам можно приобрести корпус (или систему) у одного производителя и установить в него накопитель от другого и при этом быть уверенным, что накопитель войдет в отсек, шурупы совпадут с предназначенными для них отверстиями, а кабели подойдут к разъемам. Промышленные стандарты обеспечивают взаимную совместимость различных корпусов, системных плат, кабелей и накопителей.

Интересно проследить историю принятия стандартных форм и размеров. В некоторых случаях один производитель создавал накопитель общепринятой формы, поддерживающий популярный протокол обмена данными, в то время как другие копировали или клонировали параметры этого накопителя, создавая продукты, физически или электрически совместимые с оригиналом. Но бывало и так, что различные комитеты или группы формировались для утверждения определенных промышленных стандартов, после чего всем компаниям предлагалось создавать продукты, им соответствующие.

С течением времени появилось несколько стандартных типов жестких дисков, обычно различающихся размером пластин. В табл. 9.1 представлены типы жестких дисков, применявшихся в настольных и портативных компьютерах.

Таблица 9.1. Формы и размеры жестких дисков

Высота	Ширина	Глубина	Объем
Накопители на 5,25 дюйма			
3,5 дюйма (82,6 мм)	5,75 дюйма (146,0 мм)	8 дюймов (203,2 мм)	2449,9 см ³
Накопители на 5,25 дюйма, половинная высота			
1,63 дюйма (41,3 мм)	5,75 дюйма (146,0 мм)	8 дюймов (203,2 мм)	1224,9 см ³
Накопители на 3,5 дюйма, половинная высота			
1,63 дюйма (41,3 мм)	4 дюйма (101,6 мм)	5,75 дюйма (146,0 мм)	612,5 см ³
Накопители на 3,5 дюйма, 1/3 высоты			
1 дюйм (25,4 мм)	4 дюйма (101,6 мм)	5,75 дюйма (146,0 мм)	376,9 см ³
Накопители на 2,5 дюйма			
19,0 мм (0,75 дюйма)	70,0 мм (2,76 дюйма)	100,0 мм (3,94 дюйма)	133,0 см ³
17,0 мм (0,67 дюйма)			119,0 см ³
12,7 мм (0,5 дюйма)			88,9 см ³
12,5 мм (0,49 дюйма)			87,5 см ³
9,5 мм (0,37 дюйма)			66,5 см ³
8,5 мм (0,33 дюйма)			59,5 см ³
Накопители на 1,8 дюйма			
9,5 мм (0,37 дюйма)	70,0 мм (2,76 дюйма)	60,0 мм (2,36 дюйма)	39,9 см ³
7,0 мм (0,28 дюйма)			29,4 см ³
Накопители на 1,8 дюйма, PC Card			
0,31 дюйма (8,0 мм)	54,0 мм (2,13 дюйма)	78,5 мм (3,09 дюйма)	33,9 см ³
5,0 мм (0,2 дюйма)			21,2 см ³
Накопители Microdrive на 1,0 дюйма			
5,0 мм (0,2 дюйма)	1,69 дюйма (42,8 мм)	36,4 мм (1,43 дюйма)	7,8 см ³

Сначала указано значение согласно стандарту, а затем (в скобках) — значение после преобразования. Одни стандарты базируются на единицах измерения SAE (британские), в то время как другие — на единицах измерения SI (метрические).

На данный момент в настольных компьютерах используются накопители шириной 3,5 дюйма, а в портативных — 2,5 дюйма и меньше. На смену накопителям формфактора 3,5 дюйма с интерфейсом Parallel ATA быстро приходят накопители с интерфейсом Serial ATA, которым оснащены все современные компьютеры. В то же время ноутбуки, в которых используются жесткие диски с интерфейсом Serial ATA, стали появляться на рынке относительно недавно. Это связано с тем, что количество наборов микросхем для ноутбуков, поддерживающих интерфейс SATA, крайне ограничено; подавляющее их большинство ограничивается поддержкой интерфейса PATA. При этом поддержка SATA часто была реализована с помощью дополнительного контроллера, интегрированного на системной плате, что отрицательно сказывалось как на цене, так и на энергопотреблении ноутбука. И только наборы микросхем серии 900 от компании Intel обзавелись SATA, а накопители SATA формфактора 2,5 дюйма доступны на рынке.

5,25-дюймовые накопители

Компания Shugart Associates впервые представила накопитель на жестких магнитных дисках формфактора 5,25 дюйма одновременно с накопителем на гибких магнитных дисках того же формфактора в 1976 году. После этого основатель компании Алан Шугарт покинул ее и основал компанию Seagate Technologies, которая представила свой первый 5,25-дюймовый накопитель (модель ST-506, емкость — 5 Мбайт) в 1980 году, т.е. до появления на рынке первых IBM PC. В дальнейшем IBM использовала накопитель Seagate ST-412 (емкостью 10 Мбайт) в некоторых моделях PC XT (это была первая серийная модель ПК, которая продавалась вместе со встроенным жестким диском). В те времена физические размеры накопителей на твердых и мягких магнитных дисках совпадали, а значит, их можно было устанавливать в один и тот же отсек системного блока. Например, первые IBM PC и XT были оснащены двумя 5,25-дюймовыми отсеками. Данные накопители использовались и в первых портативных системах (например, Compaq Portable). В дальнейшем высота накопителей (обоих типов) была уменьшена в два раза, что позволило устанавливать два накопителя в отсек, изначально предназначенный для установки всего одного. Формфактор 5,25 дюйма половинной высоты используется до настоящего времени. Именно в нем выпускаются современные накопители CD-ROM и DVD. Данный формфактор также поддерживался и первыми портативными ПК, такими как IBM Portable PC.

3,5-дюймовые накопители

Компания Sony представила первый 3,5-дюймовый накопитель на гибких дисках в 1981 году. Он был меньше по ширине и глубине, но совпадал по высоте с 5,25-дюймовым накопителем половинного размера. Созданный Sony продукт назывался “3,5-дюймовым накопителем половинной высоты”, несмотря на то что накопителя диаметром 3,5 дюйма “полной” высоты не существовало. В 1983 году компания Rodtime выпустила первый жесткий диск диаметром 3,5 дюйма половинной высоты. Позднее накопители диаметром 3,5 дюйма получили высоту 1 дюйм, что составило треть от высоты полноразмерного 5,25-дюймового накопителя (поэтому такие накопители иногда назывались накопителями высотой 1/3). На данный момент высота, равная 1 дюйму, является современным стандартом для накопителей диаметром 3,5 дюйма.

2,5-дюймовые накопители

Компания PrairieTek представила жесткие диски диаметром 2,5 дюйма в 1988 году; они оказались идеальным вариантом для портативных компьютеров. С увеличением продаж портативных компьютеров росли и продажи дисков диаметром 2,5 дюйма. Компания PrairieTek была первой компанией, выпустившей накопителя такого диаметра, но другие компании быстро заполнили рынок, представив собственные модели. В 1994 году компания Conner Peripherals, Inc. заплатила 18 млн. долларов за технологию накопителей диаметром 2,5 дюйма компании PrairieTek, и последняя постепенно вышла из этого бизнеса. С момента появления накопители диаметром 2,5 дюйма используются практически всеми производителями портативных компьютеров. Хотя такие накопители могут применяться и в настольных системах,

этот рынок продолжают удерживать накопители диаметром 3,5 дюйма за счет предоставления большего объема и быстродействия по меньшей цене.

Накопители диаметром 2,5 дюйма имеют различную высоту (или толщину), поэтому во многих портативных компьютерах устанавливаются накопители определенной толщины. Ниже приведены стандартные значения высоты таких накопителей.

- 8,5 мм
- 9,5 мм
- 12,5 мм
- 12,7 мм
- 17,0 мм
- 19,0 мм

Самыми популярными являются размеры 9,5 и 12,5 мм, устанавливаемые в большинстве портативных компьютеров. На данный момент производители основное внимание уделяют накопителям высотой 9,5 мм. Обычно вместо более толстого накопителя можно установить более тонкий; в свою очередь, установка большего по высоте накопителя вместо более тонкого не всегда возможна.

1,8-дюймовые накопители

Эти накопители были представлены компанией Integral Peripherals в 1991 году и так и не получили особой популярности. Изначально они создавались для установки в разъемы PC Card (PCMCIA), что делало такие накопители идеальным сменным носителем для портативных компьютеров. К сожалению, рынок для накопителей диаметром 1,8 дюйма формировался слишком медленно, и в 1998 году инвестиционная группа Mobile Storage приобрела эту технологию у компании Integral Peripherals за 5,5 млн. долларов. Затем компания Integral Peripherals ушла с рынка жестких дисков. За несколько лет еще ряд компаний представили жесткие диски диаметром 1,8 дюйма. Самыми заметными из них являются HP, Calluna, Toshiba и Hitachi. В настоящее время только Toshiba и Hitachi продолжают выпускать накопители такого формата. Компания HP не выпускает жесткие диски с 1996 года, а Calluna прекратила существование в 2001 году. Компания Toshiba представила собственные накопители диаметром 1,8 дюйма (имеющие формат адаптера PC Card Type II) в 2000 году, тогда как Hitachi вышла на этот рынок в 2003 году. Такие накопители имеют емкость до 100 Гбайт и более и могут в зависимости от модели применяться во всех компьютерах, имеющих разъем Type II PC Card.

1-дюймовые накопители

В 1998 году IBM представила накопитель диаметром 1 дюйм, который был назван MicroDrive. Накопитель содержит одну пластину размером с монету в 25 центов! Современные накопители MicroDrive могут иметь размер до 4 Гбайт и более. Их размеры и электрические характеристики совпадают с аналогичными показателями адаптера CompactFlash Type II, поэтому они могут использоваться в любых устройствах, поддерживающих работу с адаптерами CompactFlash, включая цифровые камеры, PDA, проигрыватели MP3 и т.д. Производство жестких дисков компании IBM в 2003 году было продано Hitachi, что привело к формированию группы Hitachi Global Storage Technologies.

Примечание

В 1992 году компания HP представила жесткий диск KittyHawk объемом 20 Мбайт и диаметром 1,3 дюйма, изначально ориентированный на рынок карманных компьютеров. В 1994 году была выпущена модель емкостью 40 Мбайт. Такие маленькие диски были дорогими и слишком опережали свое время, как и карманные компьютеры, для которых они предназначались. После двух лет незначительных продаж компания HP в 1994 году отказалась от семейства KittyHawk.

В 2004 году компания Toshiba представила самый миниатюрный жесткий диск: накопитель в формфакторе 0,85 дюйма размерами чуть больше почтовой марки, способный хранить до 4 Гбайт данных. Этот накопитель предназначен для использования не в ПК, а в сотовых телефонах, цифровых аудиоплеерах, КПК, цифровых фотоаппаратах, видеокамерах и т.д.

Принципы работы накопителей на жестких дисках

В накопителях на жестких дисках данные записываются и считываются универсальными головками чтения/записи с концентрических окружностей вращающихся магнитных дисков (*дорожек*), разбитых на *секторы* емкостью 512 байт (рис. 9.2).

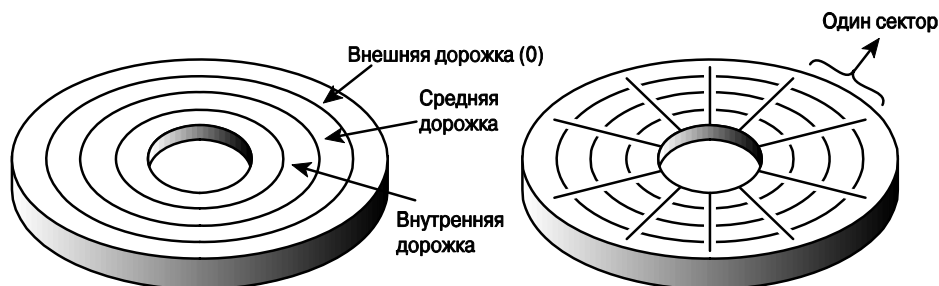


Рис. 9.2. Дорожки и секторы накопителя на жестких дисках

В накопителях обычно устанавливается несколько дисковых пластин и данные записываются на обеих сторонах каждой из них. В большинстве накопителей есть по меньшей мере два или три диска (что позволяет выполнять запись на четырех или шести сторонах), но существуют также устройства, содержащие до 11 и более дисков. Однотипные (одинаково расположенные) дорожки на всех сторонах дисков объединяются в *цилиндр* (рис. 9.3). Для каждой стороны диска предусмотрена своя дорожка чтения/записи, но при этом все головки смонтированы на общем стержне, или *приводе*. Поэтому головки не могут перемещаться независимо друг от друга, т.е. двигаются только синхронно.

Жесткие диски вращаются намного быстрее, чем гибкие. Частота их вращения даже в большинстве первых моделей составляла 3600 об/мин (т.е. в 10 раз больше, чем в накопителе на гибких дисках) и до последнего времени была почти стандартом для жестких дисков. Но в настоящее время частота вращения жестких дисков возросла. Несмотря на то что скорость вращения может изменяться, современные устройства раскручивают пластины до 4200, 5400, 7200, 10000 и даже 15000 об/мин. Некоторые диски малых формфакторов с целью экономии электроэнергии раскручиваются всего до 4200 об/мин, в то время как высокоскоростные можно встретить в основном в рабочих станциях и серверах, где повышенная цена, а также дополнительный шум и тепловыделение не играют решающей роли. Высокая скорость вращения в сочетании со скоростным механизмом подачи головок и большим количеством секторов на дорожке — вот главные факторы, определяющие общую производительность жесткого диска.

При нормальной работе жесткого диска головки чтения/записи не касаются (и не должны касаться!) дисков. Но при выключении питания и остановке дисков они опускаются на поверхность. Во время работы устройства между головкой и поверхностью вращающегося диска образуется очень малый воздушный зазор (воздушная подушка). Если в этот зазор попадет пылинка или произойдет сотрясение, головка «столкнется» с диском, вращающимся «на полном ходу». Если удар будет достаточно сильным, произойдет поломка головки. Последствия этого могут быть разными — от потери нескольких байтов данных до выхода из строя всего накопителя. Поэтому в большинстве накопителей поверхности магнитных дисков легируют и покрывают специальными смазками, что позволяет устройствам выдерживать ежедневные «взлеты» и «приземления» головок, а также более серьезные потрясения.

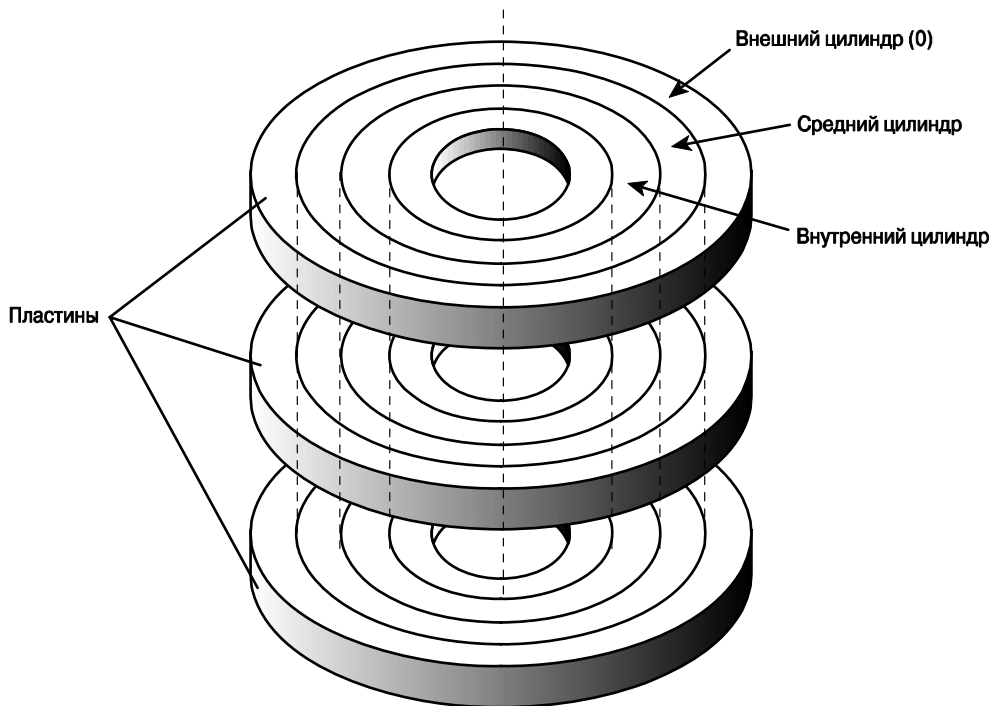


Рис. 9.3. Цилиндр накопителя на жестких дисках

В некоторых современных накопителях вместо конструкции CSS (Contact Start Stop) используется механизм загрузки/разгрузки, который не позволяет головкам входить в контакт с жесткими дисками даже при отключении питания накопителя. Этот механизм впервые был использован в 2,5-дюймовых накопителях портативных компьютеров, для которых устойчивость к механическим воздействиям играет весьма важную роль. В механизме загрузки/разгрузки используется наклонная панель, расположенная непосредственно над внешней поверхностью жесткого диска. Когда накопитель выключен или находится в режиме экономии потребляемой мощности, головки съезжают на эту панель. При подаче электроэнергии головки разблокируются только тогда, когда скорость вращения жестких дисков достигнет нужной величины. Поток воздуха, создаваемый при вращении дисков (аэростатический подшипник), позволяет избежать возможного контакта между головкой и поверхностью жесткого диска.

Поскольку пакеты магнитных дисков содержатся в плотно закрытых корпусах и их ремонт не предусмотрен, плотность дорожек на них очень высока — до 96000 и более на дюйм (Hitachi Travelstar 80GH). Блоки *HDA* (Head Disk Assembly — блок головок и дисков) собирают в специальных цехах в условиях практически полной стерильности. Обслуживанием *HDA* занимаются считанные фирмы, поэтому ремонт или замена каких-либо деталей внутри герметичного блока *HDA* обходится очень дорого. Вам придется смириться с мыслью, что рано или поздно накопитель выйдет из строя, и вопрос только в том, когда это произойдет и успеете ли вы сохранить свои данные.

Внимание

Вскрывать накопитель на жестких дисках в домашних условиях не рекомендуется. Некоторые производители накопителей конструктивно выполняют их таким образом, что при вскрытии обрывается защитная лента. Самостоятельно вскрыв накопитель, вы тем самым разрываете эту защитную ленту и лишаетесь гарантийных обязательств производителя.

Многие пользователи считают накопители на жестких дисках самыми хрупкими и ненадежными узлами компьютеров, и, вообще говоря, они правы. Однако во время проводимых мною семинаров по аппаратному обеспечению компьютеров и проблемам восстановления данных накопители практически постоянно работали со снятыми крышками. Иногда приходилось даже снимать и устанавливать на место крышки работающих накопителей, и несмотря на это они по сей день продолжают успешно работать и с крышками, и без них. Разумеется, я не советую вам делать то же самое со своими устройствами.

Несколько слов о наглядных сравнениях

Вам, возможно, приходилось читать книги или статьи, в которых для описания взаимодействия головки и диска используется аналогия с Боингом-747, летящим в нескольких метрах над землей со скоростью 850 км/ч. Я сам в течение нескольких лет частенько к ней прибегал на упомянутых семинарах, но никогда не задумывался над тем, точно ли это соответствует современным накопителям.

Не скрою, сравнение головки с летящим самолетом всегда казалось мне некорректным. Она ведь никуда не летит, а плавает на воздушной подушке, которая создается над поверхностью вращающегося диска.

Правильнее было бы сравнить ее с судном на воздушной подушке. Благодаря специальному профилю головки толщина создающейся воздушной подушки автоматически поддерживается постоянной. Иногда такой способ взаимодействия двух подвижных объектов называют *воздушной подводкой*.

Пришло время прибегнуть к новым аналогиям, которые позволят получить более точное представление о размерах и скоростях, характерных для современного накопителя на жестких дисках. Для этого были взяты спецификации определенной модели накопителя, увеличенные затем более чем в 300000 раз. В качестве примера возьмем накопитель IBM Deskstar 75GXP с форматной емкостью 75 Гбайт, в котором используется 3,5-дюймовый дисковод ATA (интерфейс AT Attachment). Размеры ползунка головки (он столь миниатюрен, что называется *пикоползунком*) составляют 0,049 дюйма в длину, 0,039 дюйма в ширину и 0,012 дюйма в высоту. Ползунок с головкой плывет над поверхностью диска на воздушной подушке толщиной примерно 15 нм (нанометр — миллионная доля метра) со средней скоростью 53,55 мили в час (предполагается, что средний диаметр дорожки равен 2,5 дюйма). Эти головки читают и записывают биты данных, промежутки между которыми равны 2,56 микродюйма (одна миллионная дюйма). Биты данных расположены на дорожках, расстояние между которыми составляет всего 35,27 микродюйма. Среднее время позиционирования головок (т.е. перемещения с одной дорожки на другую) равно 8,5 мс.

Для создания аналогии масштаб был увеличен таким образом, чтобы получить величину зазора между плавающей головкой и поверхностью диска, равную 5 мм (примерно 0,2 дюйма). Так как 5 мм в 333333 раза больше, чем 15 нм, остальные размеры увеличены на ту же величину.

Представьте себе эту головку: при таком увеличении ее длина составит около 410 м, ширина — 325 м, а высота — 100 м (это приблизительные размеры небоскреба Sears, расположенного на бок). Перемещается она со скоростью 9187 км/с на расстоянии всего лишь 5 мм над землей (т.е. над диском) и считывает биты данных, промежутки между которыми равны 2,16 см. Эти биты данных расположены на дорожках, расстояние между которыми составляет всего лишь 29,9 см.

Скорость перемещения этой гипотетической головки даже трудно себе представить, поэтому я приведу конкретный пример. Диаметр Земли составляет 12742 км, т.е. длина околоземной орбиты, проходящей на расстоянии одного дюйма от поверхности, будет равна приблизительно 40000 км. Таким образом, развивая скорость 9187 км/с, эта головка совершит виток вокруг Земли меньше чем за пять секунд. Кроме того, за один виток вокруг экватора головка сможет прочитать 231,33 Мбайт данных.

При этом изменяется и скоростные характеристики головки. Среднее время позиционирования, составляющее 8,5 мс, определяется как время, затрачиваемое для перемещения головки на одну треть от общего числа дорожек (в этом случае — примерно 9241-я дорожка), т.е. за

столь короткое время головка проходит расстояние, равное 2,75 км. С учетом масштабного коэффициента скорость поиска составляет более 916665 км/ч или 254 км/с!

Не правда ли, хочется воскликнуть: “Видел чудеса техники, но такие!..” И действительно, современный жесткий диск — это настоящее чудо техники! Как видите, пример с авиалайнером оказался лишь жалким подобием того, что есть на самом деле (не говоря о его некорректности с точки зрения физики).

Дорожки и секторы

Дорожка — это одно “кольцо” данных на одной стороне диска. Дорожка записи на диске слишком велика, чтобы использовать ее в качестве единицы хранения информации. Во многих накопителях ее емкость превышает 100 тыс. байтов, и отводить такой блок для хранения небольшого файла крайне расточительно. Поэтому дорожки на диске разбивают на нумерованные отрезки, называемые *секторами*.

Количество секторов может быть разным в зависимости от плотности дорожек и типа накопителя. Например, дорожка гибких дисков может содержать от 8 до 36 секторов, а дорожка жесткого диска — от 380 до 700. Секторы, создаваемые с помощью стандартных программ форматирования, имеют емкость 512 байт, но не исключено, что в будущем эта величина изменится. Следует отметить один важный факт: для совместимости со старыми BIOS, независимо от реального количества секторов на дорожке, устройство должно выполнять трансляцию в режим 63 секторов на дорожке, принятый в адресации CHS.

Нумерация секторов на дорожке начинается с единицы, в отличие от головок и цилиндров, отсчет которых ведется с нуля. Например, дискета емкостью 1,44 Мбайт содержит 80 цилиндров, пронумерованных от 0 до 79, в дисковом устройстве установлены две головки (с номерами 0 и 1) и каждая дорожка цилиндра разбита на 18 секторов (1–18).

При форматировании диска в начале и конце каждого сектора создаются дополнительные области для записи их номеров, а также прочая служебная информация, благодаря которой контроллер идентифицирует начало и конец сектора. Это позволяет отличать неформатированную и форматированную емкости диска. После форматирования емкость диска уменьшается, и с этим приходится мириться, поскольку для обеспечения нормальной работы накопителя некоторое пространство на диске должно быть зарезервировано для служебной информации. Стоит, однако, отметить, что в новых дисках используется форматирование без идентификатора, т.е. не проставляются отметки начала и конца каждого из секторов. Это позволяет использовать немного больше пространства для хранения реальных данных.

В начале каждого сектора записывается его *заголовок* (или *префикс*), по которому определяется начало и номер сектора, а в конце — *заклочение* (или *суффикс*), в котором находится *контрольная сумма*, необходимая для проверки целостности данных. В вышеупомянутой системе адресации без идентификаторов начало и конец каждого из секторов определяется на основании импульсов генератора тактовой частоты.

Помимо указанных областей служебной информации, каждый сектор содержит область данных емкостью 512 байт. При низкоуровневом (физическом) форматировании всем байтам данных присваивается некоторое значение, например F6h. Электронные схемы накопителей с большим трудом справляются с кодированием и декодированием некоторых шаблонов, поскольку эти шаблоны используются только при тестировании дисководов, выполняемом производителем в процессе первоначального форматирования. Используя специальные тестовые шаблоны, можно выявить ошибки, которые не обнаруживаются с помощью обычных шаблонов данных.

Примечание

Форматирование низкого уровня обсуждается далее. Не путайте его с форматированием высокого уровня, которое выполняется с помощью программы `FORMAT` в DOS и Windows.

Заголовки и суффиксы секторов не зависят от операционной и файловой систем, а также от файлов, хранящихся на жестком диске. Помимо этих элементов, существует множество проме-

жутков в секторах, между секторами на каждой дорожке и между дорожками, но ни один из этих промежутков не может быть использован для записи данных. Промежутки создаются во время форматирования на низком (физическом) уровне, при котором удаляются все записанные данные. На жестком диске промежутки выполняют точно такие же функции, как и на магнитофонной кассете, где они используются для разделения музыкальных записей. Начальные, завершающие и промежуточные пробелы представляют собой именно то пространство, которое определяет разницу между форматной и неформатной емкостью диска. Например, емкость 4-мегабайтовой дискеты (3,5-дюйма) после форматирования “уменьшается” до 2,88 Мбайт (форматная емкость). Дискета емкостью 2 Мбайт (до форматирования) имеет форматную емкость 1,44 Мбайт. Жесткий диск Seagate ST-4038, имеющий неформатную емкость 38 Мбайт, после форматирования “уменьшается” до 32 Мбайт (форматная емкость).

Форматирование низкого уровня современных жестких дисков ATA/IDE и SCSI выполняется еще на заводе, поэтому изготовитель указывает только форматную емкость диска. Тем не менее практически на всех дисках имеется некоторое зарезервированное пространство для управления данными, которые будут записаны на диске. Как видите, утверждать, что размер любого сектора равен 512 байт, — не вполне корректно. На самом деле в каждом секторе можно записать 512 байт данных, но область данных — это только часть сектора. Каждый сектор на диске обычно занимает 571 байт, из которых под данные отводится только 512 байт. В различных накопителях пространство, отводимое под заголовки и суффиксы, может быть разным, но, как правило, сектор имеет размер 571 байт. Как уже говорилось, многие современные диски используют схему разметки без идентификаторов заголовков секторов, что высвобождает дополнительное пространство для данных.

Для наглядности представьте, что секторы — это страницы в книге. На каждой странице содержится текст, но им заполняется не все пространство страницы, так как у нее есть поля (верхнее, нижнее, правое и левое). На полях помещается служебная информация, например названия глав (на диске это соответствует номерам дорожек и цилиндров) и номера страниц (что соответствует номерам секторов). Области на диске, аналогичные полям на странице, создаются во время форматирования диска; тогда же в них записывается и служебная информация. Кроме того, во время форматирования диска области данных каждого сектора заполняются фиктивными значениями. Отформатировав диск, можно записывать информацию в области данных обычным образом. Информация, которая содержится в заголовках и заключениях сектора, не меняется во время обычных операций записи данных. Изменить ее можно, только переформатировав диск.

В табл. 9.2 в качестве примера приведен формат дорожки и сектора стандартного жесткого диска, имеющего 17 секторов на дорожке.

Из таблицы видно, что “полезный” объем дорожки примерно на 15% меньше возможного. Эти потери характерны для большинства накопителей, но для разных моделей они могут быть различными. Ниже подробно анализируются данные, представленные в табл. 9.2.

Послеиндексный интервал нужен для того, чтобы при перемещении головки на новую дорожку переходные процессы (установка) закончились прежде, чем она окажется перед первым сектором. В этом случае его можно начать считывать сразу, не дожидаясь, пока диск совершит дополнительный оборот.

Послеиндексный интервал далеко не всегда обеспечивает время, достаточное для перемещения головки. В этом случае накопитель получает дополнительное время за счет смещения секторов на различных дорожках, которое приводит к задержке появления первого сектора. Другими словами, процесс форматирования низкого уровня приводит к смещению нумерации секторов, в результате чего секторы на соседних дорожках, имеющие одинаковые номера, смещаются друг относительно друга. Например, сектор 9 одной дорожки находится рядом с сектором 8 следующей дорожки, который, в свою очередь, располагается бок о бок с сектором 7 следующей дорожки, и т.д. Оптимальная величина смещения определяется соотношением частоты вращения диска и радиальной скорости головки.

Таблица 9.2. Стандартный формат дорожки, содержащей 17 секторов

Количество байтов	Наименование	Описание
16	POST INDEX GAP (послеиндексный интервал)	Все байты равны 4Eh; записываются в начале дорожки, сразу после индексной метки (маркера)
Следующие данные повторяются 17 раз — в каждом секторе дорожки, записанной по методу MFM		
13	ID VFO LOCK (захват генератора для считывания идентификатора сектора)	Все байты равны 00h; происходит синхронизация генератора перед считыванием идентификатора (ID) сектора
1	SYNC BYTE (байт синхронизации)	A1h; сообщает контроллеру о начале участка ID сектора (о том, что далее следуют данные)
1	ADDRESS MARK (метка адреса)	FEh; отмечает начало поля ID сектора
2	CYLINDER NUMBER (номер цилиндра)	Значение байтов определяет положение привода головок
1	HEAD NUMBER (номер головки)	Значение байта соответствует номеру головки
1	SECTOR NUMBER (номер сектора)	Значение байта соответствует номеру сектора
2	CRC	Контрольные байты CRC для проверки данных ID сектора
3	WRITE TURN-ON GAP (интервал включения записи)	Все байты равны 00h; отделяет ID от сектора данных
13	DATA SYNC VFO LOCK (захват генератора для считывания данных)	Все байты равны 00h; происходит синхронизация генератора перед считыванием данных
1	SYNC BYTE (байт синхронизации)	A1h; сообщает контроллеру о начале области данных
1	ADDRESS MARK (метка адреса)	F8h; отмечает начало области данных
512	DATA (данные)	Область данных
2	CRC	Байты контрольной суммы CRC для проверки достоверности данных
3	WRITE TURN-OFF GAP (интервал отключения записи)	Все байты равны 00h; записывается при обновлении данных для их отделения от прочих участков
15	INTER-RECORD GAP (интервал между записями)	Все байты равны 00h; страховочная зона для защиты данных от стирания при отклонениях частоты вращения диска от номинальной
693	PRE-INDEX GAP (предындексный интервал)	Все байты равны 4Eh; конец дорожки перед индексной меткой (маркером)

Примечание

Раньше параметр смещения головки устанавливался пользователем вручную при низкоуровневом форматировании. Сегодня такое форматирование выполняется в промышленных условиях, и эти параметры нельзя изменить.

Идентификатор сектора (ID) состоит из полей записи номеров цилиндра, головки и сектора, а также контрольного поля CRC для проверки точности считывания информации ID. В большинстве контроллеров седьмой бит поля номера головки используется для маркировки дефектных секторов в процессе форматирования низкого уровня или анализа поверхности. Однако такой метод не является стандартным, и в некоторых устройствах дефектные секторы помечаются иначе. Но, как правило, отметка делается в одном из полей идентификатора сектора.

Интервал включения записи следует сразу за байтами CRC; он гарантирует, что информация в следующей области данных будет записана правильно. Кроме того, он служит для завершения анализа контрольной суммы (CRC) идентификатора сектора.

В *поле данных* можно записать 512 байт информации. За ним располагается еще одно поле CRC для проверки правильности записи данных. В большинстве накопителей размер этого поля составляет 2 байт, но некоторые контроллеры могут работать и с более длинными полями кодов коррекции ошибок (Error Correction Code — ECC). Записанные в этом поле байты кодов коррекции ошибок позволяют при считывании обнаруживать и исправлять некоторые ошибки. Эффективность этой операции зависит от выбранного метода коррекции и особенностей контроллера. Интервал отключения записи позволяет полностью завершить анализ байтов ECC (CRC).

Интервал между записями необходим для того, чтобы застраховать данные следующего сектора от случайного стирания при записи в предыдущий сектор. Это может произойти, если при форматировании диск вращался с частотой, несколько меньшей, чем при последующих опера-

циях записи. При этом сектор, естественно, всякий раз будет немного длиннее. Поэтому, чтобы он не выходил за установленные при форматировании границы, их слегка “растягивают”, вводя упомянутый интервал. Его реальный размер зависит от разности частот вращения диска при форматировании дорожки и при каждом обновлении данных.

Предындексный интервал необходим для компенсации неравномерности вращения диска вдоль всей дорожки. Размер этого интервала зависит от возможных значений частоты вращения диска и сигнала синхронизации при форматировании и записи.

Информация, записываемая в заголовке сектора, имеет огромное значение, поскольку содержит данные о номере цилиндра, головки и сектора. Все эти сведения (за исключением поля данных, байтов CRC и интервала отключения записи) записываются на диск только при форматировании низкого уровня.

Форматирование дисков

Различают два вида форматирования диска:

- физическое, или форматирование *низкого уровня*;
- логическое, или форматирование *высокого уровня*.

При форматировании новых гибких дисков с помощью программы Проводник Windows или команды DOS FORMAT выполняются обе операции; если на диске уже выполнялось форматирование, по умолчанию предлагается только высокоуровневое форматирование.

Для жесткого диска существует и третий этап, выполняемый между двумя указанными операциями форматирования, — *организация разделов*. Создавать разделы абсолютно необходимо в том случае, если на одном компьютере предполагается использовать несколько операционных или файловых систем. При этом на диске создается несколько *томов*, или *логических устройств*, причем каждому из них операционная система присваивает отдельную букву или имя.

Таким образом, форматирование жесткого диска выполняется в три этапа.

1. Форматирование низкого уровня.
2. Организация разделов на диске.
3. Форматирование высокого уровня.

Форматирование низкого уровня

В процессе форматирования низкого уровня дорожки диска разбиваются на секторы. При этом записываются заголовки и заключения секторов (префиксы и суффиксы), а также формируются интервалы между секторами и дорожками. Область данных каждого сектора заполняется фиктивными значениями или специальными тестовыми наборами данных. В накопителях на гибких дисках количество секторов на дорожке определяется типом дискеты и дисководом; количество секторов на дорожке жесткого диска зависит от интерфейса накопителя и контроллера.

Изначально жесткие диски подключались к обособленному контроллеру, выполненному в виде карты расширения или интегрированному в материнскую плату. Поскольку такой контроллер мог использоваться с дисками разных типов, к тому же выпущенных разными производителями, для обеспечения взаимодействия устройств должно было существовать некоторое единообразие. Поэтому количество секторов на дорожке должно было быть согласовано.

В первых контроллерах ST-506/412 при записи по методу MFM дорожки разбивались на 17 секторов, а в контроллерах этого же типа, но с кодированием RLL количество секторов достигало 26. В накопителях ESDI на дорожке содержится 32 и более секторов. В накопителях IDE контроллеры встроенные, и в зависимости от их типа количество секторов колеблется в пределах 17–2500 и более.

Практически во всех накопителях АТА используется так называемая *зонная запись* с переменным количеством секторов на дорожке. Дорожки, более удаленные от центра (а значит, и более длинные), содержат больше секторов, чем дорожки, расположенные близко к центру. Один

из способов повышения емкости жесткого диска — разделение внешних цилиндров на большее количество секторов по сравнению с внутренними. Плотность данных и скорость вращения остаются постоянными, что влияет на количество битов, записанных на дорожке. На рис. 9.4 схематически представлен диск с одинаковым количеством секторов на всех дорожках.

При стандартной записи данных пространство внешних дорожек используется крайне неэффективно, так как они, отличаясь значительно большей протяженностью, содержат столько же данных, сколько содержат внутренние дорожки. Один из способов увеличения емкости жесткого диска при форматировании низкого уровня состоит в создании большего количества секторов во внешних цилиндрах диска, чем во внутренних. Внешние цилиндры имеют большую длину окружности и поэтому могут содержать больше данных. В накопителях, не использующих метод зонной записи, в каждом цилиндре содержится одинаковое количество данных, несмотря на то что длина дорожки внешних цилиндров может быть вдвое больше длины внутренних. Это приводит к нерациональному использованию пространства запоминающего устройства, так как носитель должен обеспечивать надежное хранение данных, записанных с той же плотностью, что и во внутренних цилиндрах. В том случае, если количество секторов, приходящихся на каждую дорожку, фиксировано, как это бывает при использовании контроллеров ранних версий, емкость накопителя определяется плотностью записи внутренней (наиболее короткой) дорожки.

При зонной записи цилиндры разбиваются на группы, которые называются *зонами*, причем по мере продвижения к внешнему краю диска дорожки разбиваются на все большее число секторов. Во всех цилиндрах, относящихся к одной зоне, количество секторов на дорожках одно и то же. Возможное количество зон зависит от типа накопителя; в большинстве устройств их бывает 10 и более (рис. 9.5).

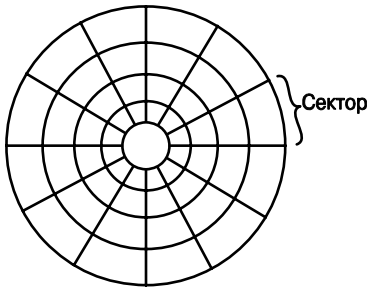


Рис. 9.4. Стандартная запись: количество секторов одно и то же на всех дорожках

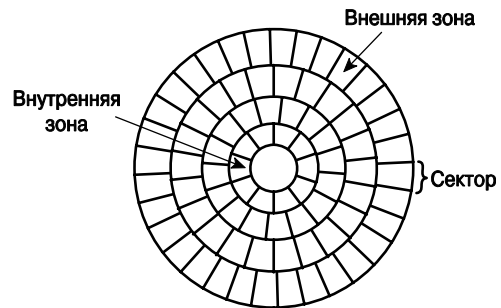


Рис. 9.5. Зонная запись: количество секторов на дорожках увеличивается по мере перемещения от центра диска

Еще одно свойство зонной записи состоит в том, что скорость обмена данными с накопителем может изменяться и зависит от зоны, в которой в конкретный момент располагаются головки. Происходит это потому, что секторов во внешних зонах больше, а угловая скорость вращения диска постоянна.

Приведем в качестве примера организацию зон в 2,5-дюймовом жестком диске Hitachi Travelstar 7K60 для портативных компьютеров (табл. 9.3).

Этот накопитель имеет 54288 дорожек на каждой поверхности диска; дорожки разделены на 16 зон по 3393 цилиндра. В нулевой (самой внешней) зоне содержится наибольшее количество секторов — 720 на каждую дорожку. Каждая дорожка в этой зоне имеет размер 368640 байт. Самая внутренняя зона содержит только 360 секторов на дорожку; ее емкость — всего 184320 байт.

При использовании метода зонной записи каждая поверхность диска уже содержит в среднем 545,63 сектора на дорожку. Если не использовать метод зонной записи, то каждая дорожка будет ограничена 360 секторами. Выигрыш при использовании метода зонной записи составляет около 52%.

Таблица 9.3. Информация о зонах жесткого диска Hitachi Travelstar 7K60

Зона	Секторов на дорожку	Байтов на дорожку	Скорость передачи данных, Мбайт/с
0	720	368640	44,24
1	704	360448	43,25
2	696	356352	42,76
3	672	344064	41,29
4	640	327680	39,32
5	614	314368	37,72
6	592	303104	36,37
7	556	284672	34,16
8	528	270336	32,44
9	480	245760	29,49
10	480	245760	29,49
11	456	233472	28,02
12	432	221184	26,54
13	416	212992	25,56
14	384	196608	23,59
15	360	184320	22,12

Обратите внимание на различия в скорости передачи данных для каждой зоны. Поскольку частота вращения шпинделя — 7200 об/мин, один оборот совершается за 1/120 секунды (т.е. 8,33 миллисекунды). Дорожки во внешней зоне (нулевой) имеют скорость передачи данных 44,24 Мбайт/с, а во внутренней зоне (15) — всего 22,12 Мбайт/с. Средняя скорость передачи данных составляет 33,52 Мбайт/с. Именно это свойство диска объясняет различие в результатах измерения параметров диска с помощью программ тестовых пакетов — каждая программа измеряет скорости передачи данных в различных зонах.

Кроме того, следует отметить, что данный диск соответствует спецификации ATA-6 и поддерживает режим Ultra-ATA/100 (также называемый UDMA-100), а это предполагает скорость передачи данных 100 Мбайт/с. Разумеется, это теоретическое значение, так как реальная скорость передачи данных для данного жесткого диска составляет от 22 до 44 Мбайт/с, а средняя — 33 Мбайт/с. Теоретическая скорость передачи данных соответствует в большей мере возможностям интерфейса, а не реального жесткого диска.

Накопители с обособленными контроллерами, которые использовались в прошлом, метод зонной записи не поддерживали, так как не существовало стандартного способа обмена информацией о зонах между накопителем и контроллером.

В то же время накопители ATA, содержащие встроенные контроллеры дисков, позволяют выполнять форматирование дорожек, имеющих различное количество секторов. Контроллеры, встраиваемые в накопители этих типов, полностью поддерживают алгоритм зонной записи, что позволяет преобразовывать физические цилиндры, головки и секторы в соответствующее количество логических цилиндров, головок и секторов. В результате внешне все выглядит так, что количество секторов на всех дорожках одно и то же. Базовая система ввода-вывода предназначена для обработки дорожек, содержащих одинаковое количество секторов по всей площади жесткого диска, поэтому дисководы, поддерживающие метод зонной записи, должны работать с помощью схемы трансляции секторов.

Метод зонной записи позволил производителям повысить емкость устройств на 20–50% по сравнению с накопителями, в которых число секторов на дорожке фиксировано. Зонная запись используется абсолютно во всех современных накопителях.

Организация разделов на диске

Разделы, создаваемые на жестком диске, позволяют ему поддерживать разные файловые системы, каждая из которых располагается в определенном *разделе* диска.

В каждой файловой системе используется собственный метод распределения занимаемого файлом пространства по логическим элементам, которые называются *кластерами* или *единичными блоками памяти*. На жестком диске может быть от одного до четырех разделов, каж-

дый из которых поддерживает файловую систему какого-нибудь типа. В настоящее время РС-совместимые операционные системы используют файловые системы трех типов.

- **FAT (File Allocation Table – таблица размещения файлов).** Это стандартная файловая система, поддерживаемая DOS и Windows 9x/Me. В разделах FAT под управлением DOS допустимая длина имен файлов – 11 символов (8 символов собственно имени и 3 символа расширения); в Windows версии 9x и выше допустимая длина имен файлов – 255 символов. Стандартная файловая система FAT для идентификации кластеров использует 12- и 16-разрядные числа, что определяет максимальный объем тома в 2 Гбайт.

С помощью программы FDISK можно создать только два физических раздела FAT на жестком диске – основной и дополнительный, а в дополнительном разделе можно создать до 25 логических томов. Программа Partition Magic может создавать четыре основных раздела или три основных и один дополнительный.

- **FAT32 (File Allocation Table, 32-bit – 32-разрядная таблица размещения файлов).** Эта файловая система поддерживается Windows 95 OSR2 и более поздними версиями. В FAT32 для нумерации кластеров используются 32-разрядные числа, что позволяет поддерживать тома объемом до 2 Тбайт (2048 Гбайт).
- **NTFS (Windows NT File System – файловая система Windows NT).** Доступна только в Windows NT/2000/XP/2003/Vista. Длина имен файлов может достигать 256 символов, а размер раздела (теоретически) – 16 Эбайт (16×10^{18} байт). NTFS предлагает дополнительные возможности, не предоставляемые другими файловыми системами, например средства безопасности.

До появления Windows XP наиболее распространенной была файловая система FAT32. В современных системах более широко используется NTFS, которая является “родной” файловой системой Windows XP и Vista, причем в последнем случае загрузочный том должен быть размечен именно в ней. Тем не менее система FAT поддерживается практически любой операционной системой, что делает ее оптимальным вариантом для использования в смешанных операционных средах. FAT32 и NTFS предоставляют дополнительные возможности, но не являются универсально совместимыми с другими ОС.

Разделы на диске создаются с помощью поставляемой с операционной системой программы. Например, программа FDISK, используемая для решения этой задачи, поставляется в комплекте с DOS и Windows 9x/Me, тогда как программа DISKPART и встроенный компонент **Управление дисками** оснастки **Управление компьютером** входят в поставку Windows XP. Программы FDISK и DISKPART, а также различные средства, используемые для создания разделов, позволяют определить объем создаваемого раздела, начиная с одного мегабайта (или 1% пространства диска) и заканчивая полной емкостью жесткого диска; кроме того, они позволяют указать размеры раздела в соответствии с требованиями той или иной файловой системы. Можно создать столько разделов, сколько потребуется, однако многие пользователи предпочитают остановиться на одном-двух разделах. До появления FAT32 сделать это было значительно труднее, поскольку максимальный размер разделов в файловой системе FAT16 составлял всего 2 Гбайт. В FAT32 максимальный размер раздела может достигать 2048 Гбайт.

Внимание

Программы FDISK и DISKPART, а также различные инструменты для создания разделов, встроенные в операционные системы, не позволяют изменять размер уже существующих разделов (можно только создавать или удалять). При удалении раздела находящиеся в нем данные уничтожаются. Создание раздела приводит к потере доступа к данным, хранившимся в той части диска, которая использовалась для создания нового раздела. Для управления разделами без разрушения данных воспользуйтесь программами сторонних разработчиков, к числу которых относятся Partition Magic от PowerQuest и Partition Commander компании V-Communications.

После создания разделов необходимо выполнить форматирование высокого уровня с помощью средств операционной системы.

Форматирование высокого уровня

При форматировании высокого уровня операционная система создает структуры для работы с файлами и данными. В каждый раздел (логический диск) заносится *загрузочный сектор тома* (VBS), две копии таблицы размещения файлов (FAT) и *корневой каталог* (Root Directory). С помощью этих структур данных операционная система распределяет дисковое пространство, отслеживает расположение файлов и даже во избежание проблем “обходит” дефектные участки на диске.

В сущности, форматирование высокого уровня — это не столько форматирование, сколько создание оглавления диска и таблицы размещения файлов. “Настоящее” форматирование — это форматирование низкого уровня, при котором диск разбивается на дорожки и секторы. С помощью команды FORMAT на гибком диске выполняются сразу оба типа форматирования, а для жесткого — только форматирование высокого уровня. Форматирование низкого уровня на жестком диске выполняет его изготовитель; оно чисто технически не может быть осуществлено конечным пользователем. Правда, некоторые из производителей выпускают свои программы *инициализации*, которые являются своеобразной заменой низкоуровневого форматирования. Программы инициализации не создают заголовки секторов, однако они перезаписывают все области данных и помечают сбойные секторы (по возможности замещая их запасными, хорошими). Обычно программы инициализации используются, когда необходимо восстановить поврежденное форматирование или уничтожить все данные на диске.

Основные компоненты жестких дисков

Существует множество типов накопителей на жестких дисках, но практически все они состоят из одних и тех же основных узлов. Конструкции этих узлов, а также качество используемых материалов могут различаться, но их основные рабочие характеристики и принципы функционирования одинаковы. Основные элементы конструкции типичного накопителя на жестком диске (рис. 9.6) перечислены ниже:

- диски;
- головки чтения/записи;
- механизм привода головок;
- двигатель привода дисков;
- печатная плата со схемами управления;
- кабели и разъемы;
- элементы конфигурации (переключатели и переключатели).

Диски, двигатель привода дисков, головки и механизм привода головок обычно размещаются в герметичном корпусе, который называется *HDA* (Head Disk Assembly — блок головок и дисков). Обычно этот блок рассматривается как единый узел; его почти никогда не вскрывают. Прочие узлы, не входящие в блок HDA (печатная плата, лицевая панель, элементы конфигурации и монтажные детали), являются съемными.

Диски

Накопитель на жестких магнитных дисках содержит несколько дисков (пластин). На протяжении многих лет жесткие диски для ПК выпускались в нескольких формфакторах. Как правило, физические размеры жестких дисков выражаются в размере используемых пластин. Основные размеры пластин, используемых в жестких дисках ПК, приведены в табл. 9.4.

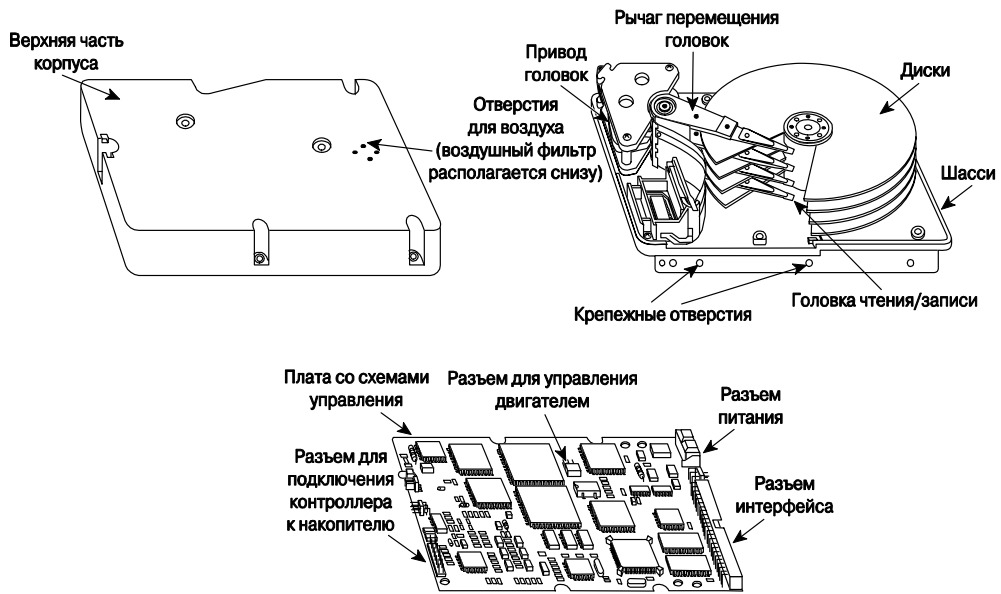


Рис. 9.6. Основные узлы накопителя на жестком диске

Таблица 9.4. Формфакторы жестких дисков и физические размеры пластин

Формфактор жестких дисков, дюймов	Фактический диаметр пластины, мм	Фактический диаметр пластины, дюймов	Год представления
5,25	130	5,12	1980
3,5	95	3,74	1983
2,5	65	2,56	1988
1,8	48	1,89	1991
1	34	1,33	1999
0,85	21,5	0,85	2004

Существуют также накопители с дисками больших размеров, например 8 дюймов, 14 дюймов и даже больше, но, как правило, эти устройства в ПК не используются. Сейчас в настольных и некоторых портативных моделях чаще всего устанавливаются накопители формата 3,5 дюйма, а малогабаритные устройства (формата 2,5 дюйма и меньше) — в портативных системах.

В большинстве накопителей устанавливается минимум два диска, хотя в некоторых малых моделях бывает и по одному. Количество дисков ограничивается физическими размерами накопителя, а именно — высотой его корпуса. Самое большое количество дисков в накопителях формата 3,5 дюйма, с которым мне приходилось встречаться, — 12.

Раньше почти все диски производились из алюминиево-магниевого сплава, довольно прочного и легкого. Но со временем возникла потребность в накопителях, сочетающих малые размеры и большую емкость. Поэтому в качестве основного материала для дисков стало использоваться стекло, а точнее — композитный материал на основе стекла и керамики. Один из таких материалов называется *MemCor* и производится компанией Dow Corning. Он значительно прочнее, чем каждый из его компонентов в отдельности. Стеклые диски отличаются большей прочностью и жесткостью, поэтому их можно сделать в два и более раз тоньше алюминиевых. Кроме того, они менее восприимчивы к перепадам температур, т.е. их размеры при нагреве и охлаждении изменяются весьма незначительно. Сегодня практически все жесткие диски выпускаются со стеклянными или стеклокерамическими пластинами.

Рабочий слой диска

Независимо от того, какой материал используется в качестве основы диска, он покрывается тонким слоем вещества, способного сохранять остаточную намагниченность после воздействия внешнего магнитного поля. Этот слой называется *рабочим* или *магнитным*, и именно в нем сохраняется записанная информация. Самыми распространенными являются следующие типы рабочего слоя:

- оксидный;
- тонкопленочный;
- двойной антиферромагнитный (AFC).

Оксидный слой

Оксидный слой представляет собой полимерное покрытие с наполнителем из окиси железа. Он наносится следующим образом. Сначала на поверхность быстро вращающегося алюминиевого диска разбрызгивается суспензия порошка оксида железа в растворе полимера. За счет действия центробежных сил она равномерно растекается по поверхности диска от его центра к внешнему краю. После полимеризации раствора поверхность шлифуется. Затем на нее наносится еще один слой чистого полимера, обладающего достаточной прочностью и низким коэффициентом трения, и диск окончательно полируется. Обычно толщина оксидного слоя — чуть больше 0,1 микрона. Если вам удастся заглянуть внутрь накопителя с такими дисками, то вы увидите, что они коричневого или желтого цвета.

Чем выше емкость накопителя, тем более тонким и гладким должен быть рабочий слой дисков. Но добиться качества покрытия, необходимого для накопителей большой емкости, в рамках традиционной технологии оказалось невозможным. Поскольку оксидный слой довольно мягкий, он крошится при “столкновениях” с головками (например, при случайных сотрясениях накопителя). Диски с таким рабочим слоем использовались с 1955 года; они так долго продержались благодаря простоте технологии и низкой стоимости. Однако в современных моделях накопителей они полностью уступили место тонкопленочным дискам.

Тонкопленочный слой

Тонкопленочный рабочий слой имеет меньшую толщину, он прочнее, и качество его покрытия гораздо выше, чем у оксидного. Эта технология легла в основу производства накопителей нового поколения, в которых удалось существенно уменьшить величину зазора между головками и поверхностями дисков, что позволило повысить плотность записи.

Термин *тонкопленочный рабочий слой* очень удачен, так как это покрытие гораздо тоньше, чем оксидное. Этот слой называют также *гальванизированным* или *напыленным*, поскольку наносить тонкую пленку на поверхность дисков можно по-разному.

Тонкопленочный гальванизированный рабочий слой получают путем электролиза. Это происходит почти так же, как при хромировании бампера автомобиля. Алюминиевую или стеклянную подложку диска последовательно погружают в ванны с различными растворами, в результате чего она покрывается несколькими слоями металлической пленки. Рабочим слоем служит слой из сплава кобальта толщиной всего около 1 микродюйма (около 0,025 мкм).

Метод напыления рабочего слоя заимствован из полупроводниковой технологии. Суть его сводится к тому, что в специальных вакуумных камерах вещества и сплавы вначале переводятся в газообразное состояние, а затем осаждаются на подложку. На алюминиевый диск сначала наносится слой фосфорита никеля, а затем магнитный кобальтовый сплав. Его толщина при этом — всего 1–2 микродюйма (0,025–0,05 мкм). Аналогично поверх магнитного слоя на диск наносится очень тонкое (порядка 0,025 мкм) углеродное защитное покрытие, обладающее исключительной прочностью. Это самый дорогостоящий процесс из всех описанных выше, так как для его проведения необходимы условия, приближенные к полному вакууму.

Как уже отмечалось, толщина магнитного слоя, полученного методом напыления, составляет около 0,025 мкм. Его исключительно гладкая поверхность позволяет сделать зазор меж-

ду головками и поверхностями дисков гораздо меньшим, чем это было возможно раньше (0,076 мкм). Чем ближе к поверхности рабочего слоя располагается головка, тем выше плотность расположения зон смены знака на дорожке записи и, следовательно, плотность диска. Кроме того, при увеличении напряженности магнитного поля по мере приближения головки к магнитному слою увеличивается амплитуда сигнала; в результате соотношение “сигнал–шум” становится более благоприятным.

И при гальваническом осаждении, и при напылении рабочий слой получается очень тонким и прочным. Поэтому вероятность “выживания” головок и дисков в случае их контакта друг с другом на большой скорости существенно повышается. И действительно, современные накопители с дисками, имеющими тонкопленочные рабочие слои, практически не выходят из строя при вибрациях и сотрясениях. Оксидные покрытия в этом отношении гораздо менее надежны. Если бы вы смогли заглянуть внутрь корпуса накопителя, то увидели бы, что тонкопленочные покрытия дисков напоминают серебристую поверхность зеркал.

Двойной антиферромагнитный слой

Последним достижением в технологии изготовления носителей жестких дисков является использование *двойных антиферромагнитных слоев* (AFC), позволяющих существенно увеличить плотность рабочего слоя, превысив наложенные ранее ограничения. Увеличение плотности материала дает возможность уменьшить толщину магнитного слоя диска. Плотность записи жестких дисков (которая выражается в количестве дорожек на дюйм или в числе битов на дюйм) достигла той точки, в которой кристаллы магнитного слоя, используемые для хранения данных, становятся настолько малы, что это приводит к их нестабильности и как следствие — к низкой надежности запоминающего устройства. Границы плотности, получившие название *суперпарамагнитного ограничения*, должны находиться в пределах 30–50 Гбит/дюйм². С развитием технологии этот предел был преодолен и достиг 100 Гбит/дюйм². Предполагается, что в будущем удастся достигнуть и поверхностной плотности записи в 200 Гбит/дюйм², правда, при этом будут задействованы некоторые новые технологии.

Носители AFC состоят из двух магнитных слоев, разделенных исключительно тонкой пленкой металлического рутения, толщина которой — всего 3 атома (6 ангстрем). Подобная многослойная конструкция образует антиферромагнитное соединение, состоящее из верхнего и нижнего магнитных слоев, что позволяет различать эти слои по всей видимой высоте жесткого диска. Такая конструкция дает возможность использовать физически более толстые магнитные слои, имеющие более устойчивые кристаллы большого размера, благодаря чему носители могут функционировать как одинарный слой, отличающийся гораздо меньшей общей толщиной.

В 2001 году IBM использовала технологию AFC при создании целой серии 2,5-дюймовых накопителей Travelstar 30GN для портативных компьютеров; жесткие диски этого типа стали первыми накопителями с рабочим слоем AFC, появившимися на рынке. Кроме того, IBM начала создавать 3,5-дюймовые накопители с рабочим слоем AFC, используемые в настольных компьютерах. Первым накопителем этого типа стал Deskstar 120 GXP. Сегодня носители AFC выпускаются компанией Hitachi Global Storage Technologies, которая поглотила подразделение жестких дисков компании IBM, а также ряд других крупных производителей этого типа носителей. Технология AFC позволяет преодолеть рубеж плотности в 100 Гбит/дюйм², а в сочетании с перпендикулярной магнитной записью (PMR) отодвинуть его до 200 Гбит/дюйм². Внешне носитель с покрытием AFC выглядит, как зеркало.

Головки чтения/записи

В накопителях на жестких дисках для каждой из сторон каждого диска предусмотрена собственная головка чтения/записи. Все головки смонтированы на общем подвижном каркасе и перемещаются одновременно.

Конструкция каркаса с головками довольно проста. Каждая головка установлена на конце рычага, закрепленного на пружине и слегка прижимающего ее к диску. Мало кто знает о том,

что диск как бы зажат между парой головок (сверху и снизу). И если бы это не повлекло за собой никаких последствий, можно было бы провести небольшой эксперимент: открыть накопитель и приподнять пальцем верхнюю головку. Как только бы вы ее отпустили, она вернулась бы в первоначальное положение (то же самое произошло бы и с нижней головкой).

На рис. 9.7 показана стандартная конструкция механизма привода головок с подвижной катушкой.

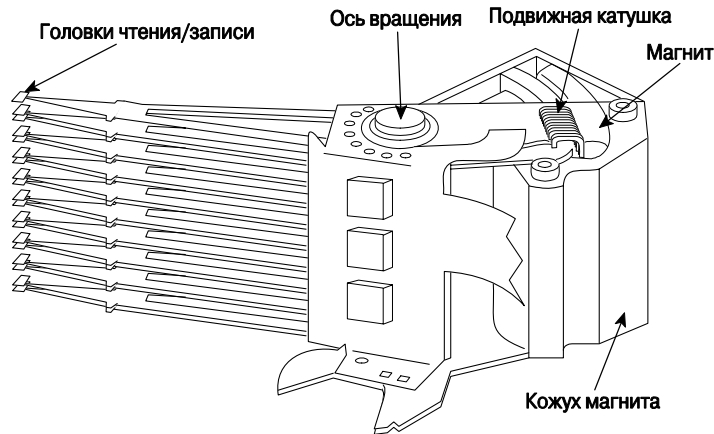


Рис. 9.7. Головки чтения/записи и поворотный привод с подвижной катушкой

Когда накопитель выключен, головки касаются дисков под действием пружин. При раскручивании дисков аэродинамическое давление под головками повышается, и они отрываются от рабочих поверхностей («взлетают»). Когда диск вращается на полной скорости, зазор между ним и головками может составлять 0,5–5 микродюймов и даже больше.

В начале 1960-х годов величина зазора между диском и головками составляла 200–300 микродюймов; в современных накопителях она достигает 10 нм, или 0,4 микродюйма. Для обеспечения повышенной плотности записи в будущем физическое расстояние между головкой и дисковой пластиной будет продолжать уменьшаться; возможно, такие головки даже будут входить в прямой контакт с поверхностью диска. Естественно, для этого потребуются новые конструкции носителей и головок.

Внимание

Общая тенденция такова: чем раньше был выпущен накопитель и чем меньше его емкость, тем больше зазор между головками и поверхностями дисков. Именно из-за малого размера этого зазора блок HDA можно вскрывать только в абсолютно чистых помещениях: любая пылинка, попавшая в зазор, может привести к ошибкам при считывании данных и даже к столкновению головок с дисками на полном ходу. В последнем случае может быть повреждена или головка, или диск, что одинаково неприятно.

Именно поэтому сборка блоков HDA выполняется только в чистых помещениях, соответствующих требованиям класса 100 (или даже более высоким). Это означает, что в одном кубическом футе воздуха может присутствовать не более 100 пылинок размером до 0,5 мкм. Для сравнения: стоящий неподвижно человек каждую минуту выдыхает порядка 500 таких частиц! Поэтому помещения оснащаются специальными системами фильтрации и очистки воздуха. Блоки HDA можно вскрывать только в таких условиях.

Поддержка столь стерильных условий стоит немалых денег. Некоторые фирмы выпускают «чистые цеха» в настольном исполнении. Стоят они всего несколько тысяч долларов и выглядят, как большие ящики с прозрачными стенками, в которые вмонтированы перчатки для оператора. Прежде чем приступить к работе, оператор должен вставить в ящик устройство и

все необходимые инструменты, затем закрыть ящик и включить систему фильтрации. Через некоторое время можно будет начинать разборку и прочие операции с накопителем.

Существуют и другие способы создания стерильных условий. Представьте себе, например, монтажный стол, отгороженный от окружающего пространства воздушной завесой, причем непосредственно на рабочее место под давлением постоянно подается очищенный воздух. Это напоминает устанавливаемые на зиму в дверях магазинов “занавески” из горячего воздуха, которые не мешают покупателям, но и не позволяют теплу из помещения выйти наружу.

Поскольку подобное оборудование стоит довольно дорого, за ремонт накопителей на жестких дисках обычно берутся только их производители.

Конструкции головок чтения/записи

По мере развития технологии производства дисковых накопителей совершенствовались и конструкции головок чтения/записи. Первые головки представляли собой сердечники с обмоткой (электромагниты). По современным меркам их размеры были огромными, а плотность записи — чрезвычайно низкой. За прошедшие годы конструкции головок прошли долгий путь развития от первых головок с ферритовыми сердечниками до современных гигантских магниторезистивных моделей. Более подробно о различных конструкциях головок можно узнать из главы 8.

Механизмы привода головок

Пожалуй, еще более важной деталью накопителя, чем сами головки, является механизм, который устанавливает их в нужное положение; он называется *приводом головок*. Именно с его помощью головки перемещаются от центра к краям диска и устанавливаются на заданный цилиндр. Существует много конструкций механизмов привода головок, но их можно разделить на два основных типа:

- с шаговым двигателем;
- с подвижной катушкой.

Тип привода во многом определяет быстродействие и надежность накопителя, достоверность считывания данных, его температурную стабильность, чувствительность к выбору рабочего положения и вибрациям. Скажем сразу, что накопители с приводами на основе шаговых двигателей гораздо менее надежны, чем устройства с приводами от подвижных катушек. Привод — самая важная деталь накопителя. В табл. 9.5 показана зависимость характеристик накопителя на жестких дисках от конкретного типа привода.

Таблица 9.5. Зависимость характеристик накопителей от типа привода

Характеристика	Привод с шаговым двигателем	Привод с подвижной катушкой
Время доступа к данным	Большое	Малое
Стабильность температуры	Низкая (очень!)	Высокая
Чувствительность к выбору рабочего положения	Постоянная	Отсутствует
Автоматическая парковка головок	Выполняется не всегда	Выполняется
Профилактическое обслуживание	Периодическое переформатирование	Не требуется
Общая надежность (относительная)	Низкая	Высокая

Приводы с шаговым двигателем обычно использовались на жестких дисках емкостью до 100 Мбайт и менее, которые создавались в 1980-х и в начале 1990-х годов. Во всех накопителях, имеющих более высокую емкость, обычно используются приводы с подвижной катушкой.

В накопителях на гибких дисках для перемещения головок используется привод с шаговым двигателем. Его параметров (в том числе и точности) вполне достаточно для дисководов этого типа, поскольку плотность дорожек записи на гибких дисках значительно ниже (135 дорожек на дюйм), чем в накопителях на жестких дисках (более 5000 дорожек на дюйм). В большинстве выпускаемых сегодня накопителей устанавливаются приводы с подвижными катушками.

Привод с шаговым двигателем

Шаговый двигатель — это электродвигатель, ротор которого может поворачиваться только ступенчато, т.е. на строго определенный угол. Если покрутить его вал вручную, то можно услышать негромкие щелчки (или треск при быстром вращении), которые возникают всякий раз, когда ротор проходит очередное фиксированное положение.

Шаговые двигатели могут устанавливаться только в фиксированных положениях. Размеры этих двигателей невелики (порядка нескольких сантиметров), а форма может быть прямоугольной, цилиндрической и т.д. Шаговый двигатель устанавливается вне блока HDA, но его вал проходит внутрь через отверстие с герметизирующей прокладкой. Обычно двигатель располагается у одного из углов корпуса накопителя, и его можно легко узнать.

Одна из самых серьезных проблем механизма с шаговым двигателем — нестабильность температуры. При нагреве и охлаждении диски расширяются и сжимаются, в результате чего дорожки смещаются относительно своих прежних положений. Поскольку механизм привода головок не позволяет сдвинуть их на расстояние, меньшее одного шага (переход на одну дорожку), компенсировать погрешности температур невозможно. Головки перемещаются в соответствии с поданным на шаговый двигатель количеством импульсов.

Привод с шаговым двигателем показан на рис. 9.8.

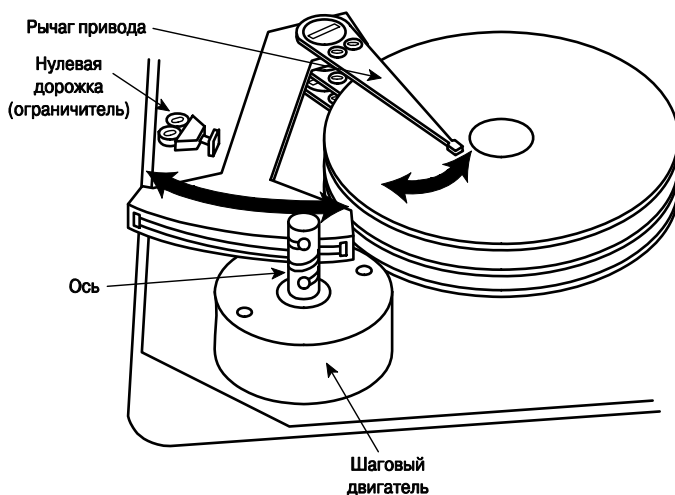


Рис. 9.8. Привод с шаговым двигателем

Привод с подвижной катушкой

Такой привод используется практически во всех современных накопителях. В отличие от систем с шаговыми двигателями, в которых перемещение головок осуществляется вслепую, *привод с подвижной катушкой* использует сигнал обратной связи, чтобы точно определить положения головок относительно дорожек и скорректировать их в случае необходимости. Такая система обеспечивает более высокие быстродействие, точность и надежность, чем традиционный привод с шаговым двигателем.

Привод с подвижной катушкой работает по принципу электромагнетизма. По конструкции он напоминает обычный динамик. Как известно, в громкоговорителе подвижная катушка, соединенная с диффузором, может перемещаться в зазоре постоянного магнита. При протекании через катушку электрического тока она смещается вместе с диффузором относительно постоянного магнита. Если ток в катушке периодически изменяется (в соответствии со звуковым электрическим сигналом), возникающие при этом колебания диффузора порождают воспринимаемый человеком звук. В типичной конструкции привода подвижная катушка же-

ство соединяется с блоком головок и размещается в поле постоянного магнита. Катушка и магнит никак не связаны между собой; перемещение катушки осуществляется только под воздействием электромагнитных сил. При появлении в катушке электрического тока она так же, как и в громкоговорителе, смещается относительно жестко закрепленного постоянного магнита, передвигая при этом блок головки. Подобный механизм обладает высоким быстродействием и производит меньше шума, чем привод с шаговым двигателем.

В отличие от привода с шаговым двигателем, в устройствах с подвижной катушкой нет заранее зафиксированных положений. Вместо этого в них используется специальная система наведения (позиционирования), которая точно подводит головки к нужному цилиндру (поэтому привод с подвижной катушкой может плавно перемещать головки в любые положения). Эта система называется *сервоприводом* и отличается от ранее рассмотренной тем, что для точного наведения (позиционирования) головок используется сигнал обратной связи, несущий информацию о реальном взаимном расположении дорожек и головок. Эту систему часто называют *системой с обратной связью* (или *с автоматической регулировкой*).

Колебания температур не сказываются на точности работы привода с подвижной катушкой и обратной связью. При сжатии и расширении дисков все изменения их размеров отслеживаются сервоприводом, и положения головок (не будучи предопределенными) корректируются должным образом. Для поиска конкретной дорожки используется заранее записанная на диске вспомогательная информация (*сервокод*), и в процессе работы всегда определяется реальное положение цилиндра на диске с учетом всех отклонений температур. Поскольку сервокод считывается непрерывно, головки отслеживают дорожку, например, в процессе нагрева накопителя и расширения дисков, и проблем со считыванием данных не возникает. Поэтому привод с подвижной катушкой и обратной связью часто называют *системой слежения за дорожками*.

Механизмы привода головок с подвижной катушкой бывают двух типов:

- линейный;
- поворотный.

Эти типы отличаются только физическим расположением магнитов и катушек.

Линейный привод (рис. 9.9) перемещает головки по прямой, строго вдоль линии радиуса диска. Катушки располагаются в зазорах постоянных магнитов. Главное достоинство линейного привода состоит в том, что при его использовании не возникают азимутальные погрешности, характерные для поворотного привода. (Под *азимут*ом понимается угол между плоскостью рабочего зазора головки и тангенсом к направлению дорожки записи.) При перемещении с одного цилиндра на другой головки не поворачиваются, и их азимут не изменяется.

Однако линейный привод имеет существенный недостаток: его конструкция слишком массивна. Чтобы повысить производительность накопителя, нужно снизить массу привода и самих головок. Чем легче механизм, тем с большими ускорениями он может перемещаться с одного цилиндра на другой. Линейные приводы намного тяжелее поворотных, поэтому в современных накопителях они не используются.

Поворотный привод работает по тому же принципу, что и линейный, но в нем к подвижной катушке крепятся концы рычагов головок. При движении катушки относительно постоянного магнита рычаги перемещения головок поворачиваются, передвигая головки к оси или к краям дисков. Благодаря небольшой массе такая конструкция может двигаться с большими ускорениями, что позволяет существенно сократить время доступа к данным. Быстрому перемещению головок способствует и то, что плечи рычагов делаются разными: плечо, на котором смонтированы головки, имеет большую длину.

К недостаткам этого привода следует отнести то, что головки при перемещении от внешних цилиндров к внутренним поворачиваются, при этом угол между плоскостью магнитного зазора головки и направлением дорожки изменяется. Именно поэтому ширина рабочей зоны диска (зоны, в которой располагаются дорожки) оказывается зачастую ограниченной (для того чтобы неизбежно возникающие азимутальные погрешности оставались в

допустимых пределах). В настоящее время поворотный привод используется почти во всех накопителях с подвижной катушкой.

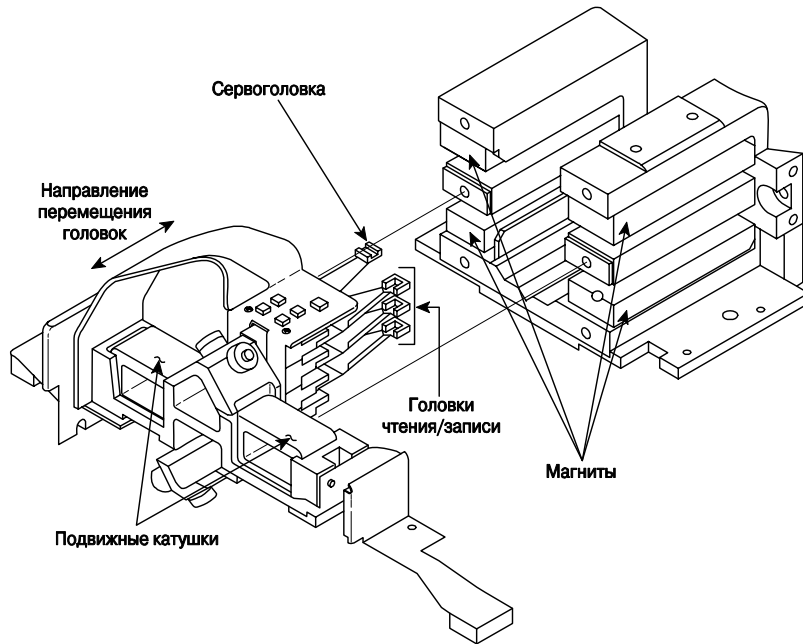


Рис. 9.9. Линейный привод с подвижной катушкой

Сервопривод

Для управления приводами с подвижной катушкой в разное время использовались три способа построения петли обратной связи:

- со вспомогательным “клином”;
- со встроенными кодами;
- с выделенным диском.

Они различаются технической реализацией, но, по сути, предназначены для достижения одной и той же цели: обеспечивать постоянную корректировку положения головок и их наведение (позиционирование) на соответствующий цилиндр. Основные различия между ними сводятся к тому, на каких участках поверхностей дисков записываются сервокоды.

При всех способах построения петли обратной связи для ее работы необходима специальная информация (сервокоды), которая записывается на диск при его изготовлении. Обычно она записывается в так называемом *коде Грея*. В этой системе кодирования при переходе от одного числа к следующему или предыдущему изменяется всего один двоичный разряд. При таком подходе информация считывается и обрабатывается намного быстрее, чем при обычном двоичном кодировании, и определение местоположения головки происходит практически без задержки. Сервокоды записываются на диск при сборке накопителя и не изменяются в течение всего срока его эксплуатации.

Запись сервокодов выполняется на специальном устройстве, в котором головки последовательно перемещаются на строго определенные позиции, и в этих положениях на диски записываются упомянутые выше коды. Для точной установки головок в таких устройствах используется лазерный прицел, а расстояния определяются методом интерференции, т.е. с точностью до долей волны лазерного излучения. Поскольку перемещение головок в таком устройстве осуще-

ствляется механически (без участия собственного привода накопителя), все работы проводятся в чистом помещении либо с открытой крышкой блока HDA, либо через специальные отверстия, которые по окончании записи сервокодов заклеиваются герметизирующей лентой. Вы можете найти эти заклеенные отверстия на блоке HDA, причем на ленте обязательно будет написано, что, оторвав ее, вы потеряете право на гарантийное обслуживание.

Устройства для записи сервокодов стоят около 50 тыс. долларов и часто предназначаются для какой-либо определенной модели накопителя. Некоторые компании, занимающиеся ремонтом накопителей, располагают такими устройствами, т.е. могут выполнить перезапись сервокодов при повреждении накопителя. Если же в ремонтной компании нет устройства для записи сервокодов, то неисправный накопитель отсылается изготовителю.

К счастью, при обычных операциях считывания и записи удалить сервокоды невозможно. Этого нельзя сделать даже при форматировании низкого уровня. Иногда можно услышать страшные истории о том, как в накопителях IDE сервокоды стирались при неправильном форматировании низкого уровня. Конечно, плохо отформатировав диск, вы можете на порядок ухудшить его параметры, но сервокоды надежно защищены, и удалить их невозможно.

Поскольку привод с подвижной катушкой отслеживает реальное положение дорожек, ошибки позиционирования, возникающие со временем в накопителях с шаговым двигателем, в данных устройствах отсутствуют. На их работе не сказывается также расширение и сжатие дисков, происходящее вследствие колебаний температур. Во многих современных накопителях с приводом от подвижной катушки в процессе работы через определенные промежутки времени выполняется температурная калибровка. Эта процедура заключается в том, что все головки поочередно переводятся с нулевого на какой-либо другой цилиндр. При этом с помощью встроенной схемы проверяется, насколько сместилась заданная дорожка относительно своего положения в предыдущем сеансе калибровки, и вычисляются необходимые поправки, которые заносятся в оперативное запоминающее устройство в самом накопителе. Впоследствии эта информация используется при каждом перемещении головок, позволяя устанавливать их с максимальной точностью.

В большинстве накопителей температурная калибровка выполняется через каждые 5 мин в течение первого получаса после включения питания, а затем через каждые 25 мин. Некоторые пользователи полагают, что произошла ошибка при считывании данных, но на самом деле просто подошло время очередной калибровки. Заметим, что эта процедура выполняется в большинстве современных интеллектуальных накопителей (IDE и SCSI), что в конечном итоге позволяет подводить головки к дорожкам с максимально возможной точностью.

Однако по мере распространения мультимедийных программ подобные перерывы в работе накопителей становятся помехой. Дело в том, что при выполнении калибровки прекращаются все процессы обмена данными с накопителем и, например, воспроизведение звуковых или видеофрагментов приостанавливается. Поэтому производители таких накопителей начали выпуск их специальных A/V-модификаций (Audio Visual — A/V), в которых начало очередной температурной калибровки задерживается до тех пор, пока не закончится текущий сеанс обмена данными. Большинство новых моделей устройств ATA относится к этому типу, т.е. воспроизведение звуковых и видеофрагментов не прерывается процедурами калибровки. Накопители ATA, поддерживающие функцию A/V, также используются в компьютерных телевизионных приставках, применяемых для цифровой записи. К приставкам такого рода относятся хорошо известные устройства TiVo и ReplayTV.

Следует отметить, что большинство устройств, которые осуществляют автоматическую температурную калибровку, выполняют также и *развертку диска*. Дело в том, что, хотя головки не касаются носителя, они располагаются настолько близко к нему, что начинает сказываться воздушное трение. Несмотря на сравнительно малую величину, оно все же может привести к преждевременному износу поверхности диска в том случае, если головка будет постоянно (или почти постоянно) находиться над одной и той же дорожкой. Чтобы этого не произошло, выполняется следующая процедура. Если головка слишком долго остается не-

подвижной (т.е. операции считывания и записи не выполняются), то она автоматически перемещается на случайно выбранную дорожку, расположенную ближе к краям диска, т.е. в ту область, где линейная скорость диска максимальна, а следовательно, воздушный просвет между его поверхностью и головкой имеет наибольшую величину. Если после перевода головки диск снова окажется “в простое” в течение такого же времени, то головка переместится на другую дорожку, и т.д.

Функция развертки, обеспечивающая равномерное распределение рабочего давления по поверхности диска, позволяет предотвратить расположение головки над одним цилиндром в течение длительного времени. Трение, возникающее между головкой и поверхностью жесткого диска, со временем может привести к повреждению носителя. Головки не имеют непосредственного контакта с носителем, однако находятся настолько близко, что постоянное воздушное давление, создаваемое головкой, плавающей над цилиндром, может стать причиной избыточного износа. На рис. 9.10 показаны вспомогательный клин и встроенные сервокоды.

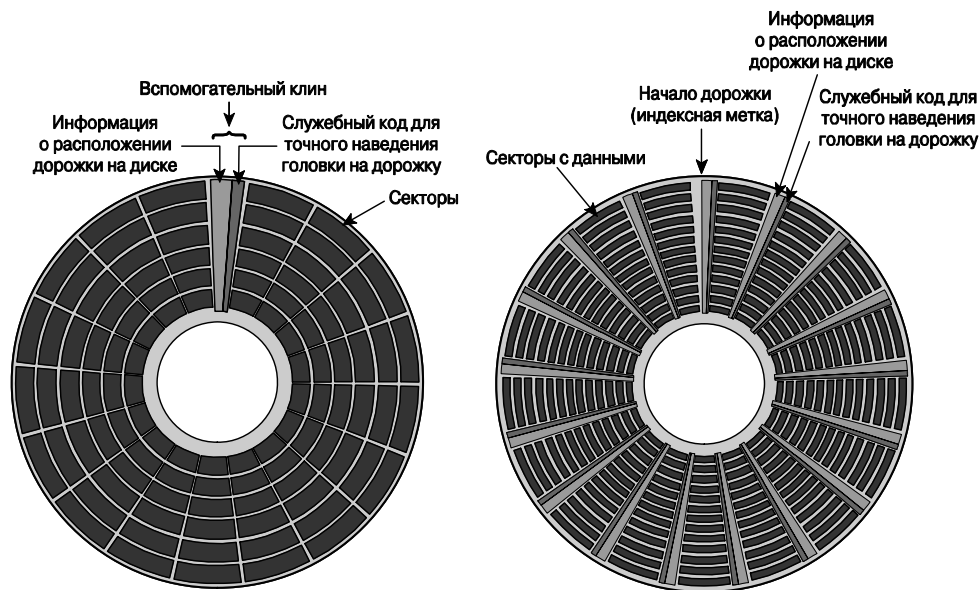


Рис. 9.10. Вспомогательный клин и встроенные сервокоды

Вспомогательный клин

Такая система записи сервокодов использовалась в первых накопителях с подвижной катушкой. Вся информация, необходимая для позиционирования головок, записывалась в кодах Грея в узком секторе (“клине”) каждого цилиндра непосредственно перед индексной меткой. Индексная метка обозначает начало каждой дорожки, т.е. вспомогательная информация записывается в прединдексном интервале, расположенном в конце каждой дорожки. Этот участок необходим для компенсации неравномерности вращения диска и тактовой частоты записи, и контроллер диска обычно к нему не обращается.

Некоторым контроллерам необходимо сообщать о том, что к ним подключен накопитель со вспомогательным клином. В результате они корректируют (сокращают) длину секторов, чтобы поместить область вспомогательного клина.

Самый существенный недостаток подобной системы записи состоит в том, что считывание происходит только один раз при каждом обороте диска. Это означает, что во многих случаях для точного определения и коррекции положения головок диск должен совершить

несколько оборотов. Недостаток этот был очевиден с самого начала, поэтому подобные системы никогда не были широко распространены, а сейчас и вовсе не используются.

Встроенные сервокоды

Такой метод реализации обратной связи представляет собой улучшенный вариант системы со вспомогательным клином. В данном случае сервокоды записываются не только в начале каждого цилиндра, но и перед началом каждого сектора. Это означает, что сигналы обратной связи поступают на схему привода головок несколько раз в течение каждого оборота диска, и головки устанавливаются в нужное положение намного быстрее. Еще одно преимущество (по сравнению с системой со специализированным диском) заключается в том, что сервокоды записываются на всех дорожках, поэтому может быть скорректировано положение каждой головки (это касается тех случаев, когда отдельные диски в накопителе нагреваются или охлаждаются по-разному либо подвергаются индивидуальным деформациям).

Описанный способ используется в большинстве современных накопителей. Как и в системах со вспомогательным клином, встроенные сервокоды защищены от стирания, и любые операции записи блокируются, если головки оказываются над участками со служебной информацией. Поэтому даже при форматировании низкого уровня удалить сервокоды невозможно.

Система со встроенными сервокодами работает лучше, чем со вспомогательным клином, потому что служебная информация (сервокоды) считывается несколько раз за каждый оборот диска. Но вполне очевидно, что еще более эффективной должна быть система, при которой цепь обратной связи работает *непрерывно*, т.е. сервокоды считываются постоянно.

Системы с выделенным диском

При реализации данного способа сервокоды записываются вдоль всей дорожки, а не только один раз в ее начале или в начале каждого сектора. Естественно, если так поступить со всеми дорожками накопителя, то в нем не останется места для данных. Поэтому одна сторона одного из дисков выделяется исключительно для записи сервокодов. Термин *выделенный диск* означает, что одна сторона диска предусмотрена только для записи служебной информации (сервокодов) и данные здесь не хранятся. Такой подход на первый взгляд может показаться довольно расточительным, но необходимо учесть, что ни на одной из сторон остальных дисков сервокоды уже не записываются. Поэтому общие потери дискового пространства оказываются примерно такими же, как и при использовании системы встроенных кодов.

При сборке накопителей с выделенным диском одна из сторон определенного диска изымается из нормального использования для операций чтения/записи; вместо этого на ней записывается последовательность сервокодов, которые в дальнейшем используются для точного позиционирования головок. Причем обслуживающая эту сторону диска сервоголовка не может быть переведена в режим записи, т.е. сервокоды, как и во всех рассмотренных выше системах, невозможно стереть ни при обычной записи данных, ни при форматировании низкого уровня. На рис. 9.11 показана схема накопителя с выделенным для сервокодов диском. Чаще всего верхняя или одна из центральных головок предназначена для считывания сервокодов.

Когда в накопитель поступает команда о переводе головок на конкретный цилиндр, внутреннее электронное устройство использует полученные сервоголовкой сигналы для точного определения положения всех остальных головок. В процессе движения головок номера дорожек непрерывно считываются с поверхности специализированного диска. Когда под сервоголовкой оказывается искомая дорожка, привод останавливается. После этого выполняется точная настройка положения головок и лишь затем выдается сигнал разрешения записи. И хотя только одна головка (сервоголовка) используется для считывания сервокодов, все остальные смонтированы на общем жестком каркасе, поэтому если одна головка находится над нужным цилиндром, то и все остальные будут находиться над ним.

Отличительный признак накопителя с выделенным диском — нечетное количество головок. Например, в накопителе МК-538FB компании Toshiba емкостью 1,2 Гбайт установлено 8 дисков, в то время как головок чтения/записи — всего 15. Шестнадцатая — это сервоголов-

ка, работающая только со специализированным диском. Практически во всех накопителях большой емкости используется описанный способ записи сервокодов, благодаря чему его считывание происходит постоянно, независимо от положения головок. Это позволяет добиться максимальной точности позиционирования головок. Существуют также накопители, в которых сочетаются оба метода корректировки положения головок: со встроенными кодами и с выделенным диском. Однако такие “гибриды” встречаются крайне редко.

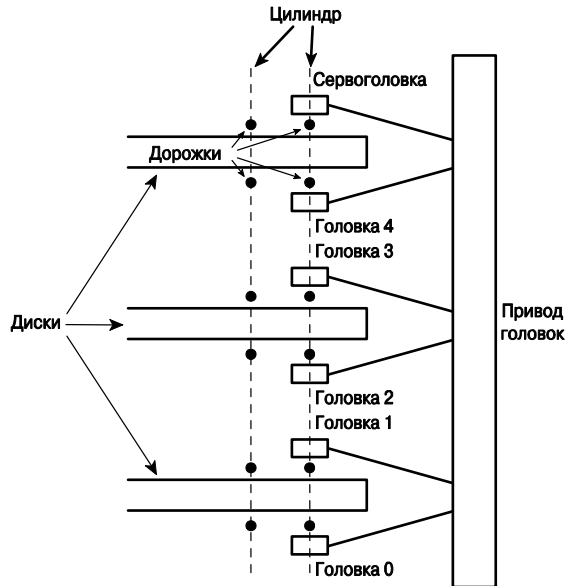


Рис. 9.11. Система с выделенным диском

Как уже отмечалось, современные накопители ATA характеризуются количеством головок и дорожек, каждая из которых разделена на определенное число секторов. Все эти параметры являются преобразованными, т.е. полученными на основе реально существующих физических величин. Опубликованные параметры далеко не всегда позволяют получить представление о точном количестве головок или жестких дисков, существующих в данном накопителе.

Автоматическая парковка головок

При выключении питания с помощью контактной парковочной системы (CSS) рычаги с головками опускаются на поверхности дисков. Накопители способны выдержать тысячи “взлетов” и “посадок” головок, но желательно, чтобы они происходили на специально предназначенных для этого участках поверхности дисков, на которых не записываются данные.

При этих “взлетах” и “посадках” происходит износ (абразия) рабочего слоя, так как из-под головок вылетают “клубы пыли”, состоящие из частиц магнитного слоя носителя; если же во время “взлета” или “посадки” произойдет сотрясение накопителя, то вероятность повреждения головок и дисков существенно возрастет. В более современных накопителях, использующих механизм загрузки/разгрузки, непосредственно над внешней поверхностью жестких дисков установлена наклонная пластина, что позволяет избежать контакта между головками и жесткими дисками даже при отключении накопителя. После прекращения подачи напряжения накопитель с механизмом загрузки/разгрузки автоматически “паркует” головки на наклонной пластине.

Одним из преимуществ привода с подвижной катушкой является *автоматическая парковка головок*. Когда питание включено, головки позиционируются и удерживаются в рабочем положении за счет взаимодействия магнитных полей подвижной катушки и постоянного магнита. При выключении питания поле, удерживающее головки над конкретным цилиндром, исчезает, и они начинают бесконтрольно скользить по поверхностям еще не остановившихся дисков, что может стать причиной повреждений. Для того чтобы предотвратить возможные повреждения накопителя, поворотный блок головок подсоединяется к возвратной пружине. Когда компьютер включен, магнитное взаимодействие обычно превосходит упругость пружины. Но при отключении питания головки под воздействием пружины перемещаются в зону парковки до того, как диски остановятся. По мере уменьшения частоты вращения дисков головки с характерным потрескиванием “приземляются” именно в этой зоне.

Таким образом, чтобы в накопителях с приводом от подвижной катушки привести в действие механизм парковки головок, достаточно просто выключить компьютер; никакие специальные программы для этого не нужны. В случае внезапного отключения питания головки паркуются автоматически.

Воздушные фильтры

Почти во всех накопителях на жестких дисках используются два воздушных фильтра: *рециркуляции* и *барометрический*. В отличие от сменных фильтров, которые устанавливались в старых накопителях больших машин, они располагаются внутри корпуса и не подлежат замене в течение всего срока службы накопителя.

В старых накопителях происходила постоянная перекачка воздуха извне во внутрь устройства и, наоборот, сквозь фильтр, который нужно было периодически менять. В современных устройствах от этой идеи отказались. Фильтр рециркуляции в блоке HDA предназначен только для очистки внутренней “атмосферы” от небольших частиц рабочего слоя носителя (а также от любых других мелких частиц, попадающих внутрь HDA), которые несмотря на все предпринимаемые меры все же осыпаются с дисков при “взлетах” и “посадках” головок. Поскольку накопители ПК герметизированы и в них не происходит перекачки воздуха снаружи, они могут работать даже в условиях сильного загрязнения окружающего воздуха (рис. 9.12).

Выше отмечалось, что блок HDA герметичен, однако это не совсем так. Внешний воздух проникает внутрь HDA сквозь *барометрический фильтр*, так как это необходимо для выравнивания давления внутри и снаружи блока. Именно потому, что жесткие диски не являются полностью герметичными устройствами, изготовители указывают для них диапазон высот над уровнем моря, в котором они сохраняют работоспособность (обычно от -300 до $+3000$ м). Для некоторых моделей максимальная высота подъема ограничена 2000 м, поскольку в более разреженном воздухе просвет между головками и поверхностями носителей оказывается недостаточным. По мере изменения атмосферного давления воздух выходит из накопителя или, наоборот, проникает в него сквозь вентиляционное отверстие, чтобы выровнять давление снаружи и внутри устройства. Тем не менее это не приводит к загрязнению “атмосферы” внутри накопителя. Дело в том, что барометрический фильтр, установленный на этом отверстии, способен задерживать частицы размером более $0,3$ мкм, что соответствует стандартам чистоты атмосферы внутри блока HDA. В некоторых устройствах используются более плотные (тонкие) фильтры, позволяющие задерживать еще более мелкие частицы. Вы легко обнаружите вентиляционные отверстия на большинстве блоков HDA, в то время как сами барометрические фильтры находятся внутри блока.

Несколько лет назад я проводил на Гавайях семинар, на котором присутствовали сотрудники астрономической обсерватории, расположенной на горе Мауна-Кеа. Они жаловались, что во всех их компьютерах жесткие диски очень быстро выходят из строя, а некоторые отказываются работать с самого начала. В этом нет ничего удивительного, поскольку обсерватория находится на вершине горы, высота которой — 4200 м, а в таких условиях даже люди ощущают дискомфорт. Поэтому всем сотрудникам обсерватории было предписано пользо-

ваться для хранения данных только дискетами или накопителями на магнитной ленте. Через некоторое время компания Adstar (дочернее предприятие IBM, занимающееся производством жестких дисков) разработала серию полностью герметичных накопителей (но, конечно, с воздухом внутри) формата 3,5 дюйма. Поскольку воздух в этих устройствах находится под давлением, подобные накопители могут работать на любой высоте над уровнем моря (например, в самолете) и даже в экстремальных условиях — выдерживать сотрясения, колебания температур и т.д. Такие накопители предназначены для военных и промышленных целей и, естественно, стоят несколько дороже обычных.

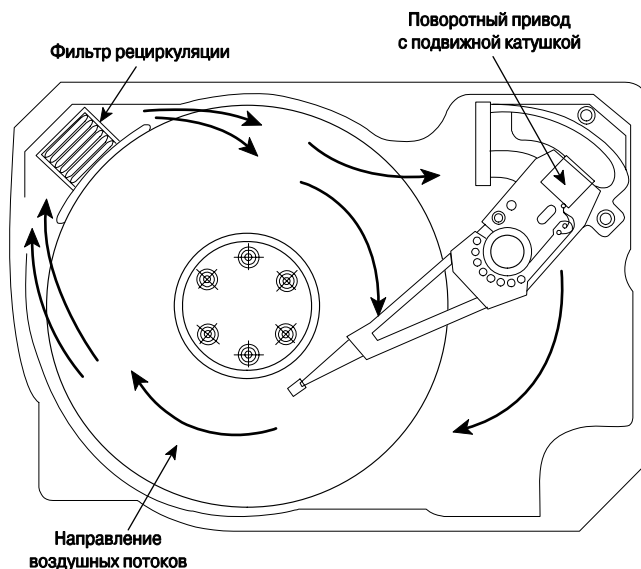


Рис. 9.12. Циркуляция воздуха в накопителе на жестком диске

Аклиматизация жестких дисков

Барометрический фильтр не препятствует проникновению влаги внутрь блока HDA, поэтому по прошествии некоторого времени влажность воздуха внутри блока будет такой же, как и снаружи. Если влага начнет конденсироваться внутри блока HDA и в это время будет включено питание компьютера, то возникнут серьезные проблемы. В инструкциях по эксплуатации большинства жестких дисков приводятся таблицы или графики их акклиматизации при изменении условий окружающей среды (температуры и влажности). Особенно важно соблюдать эти условия при внесении накопителя с холода в теплое помещение, поскольку в такой ситуации конденсация влаги практически неизбежна. Данное обстоятельство, в первую очередь, должны учитывать владельцы портативных систем с жесткими дисками. Если, например, зимой оставить компьютер в багажнике автомобиля, а потом внести его в салон и включить без предварительного прогрева, то последствия для накопителя могут оказаться весьма печальными.

Приведенные ниже цитата и табл. 9.6 взяты из инструкции к накопителям компании Control Data Corporation (позже переименованной в Imprimis, а затем — в Seagate).

“Если вы принесли устройство из холодного помещения или с улицы, где температура не превышала 10°C, не вскрывайте упаковку до тех пор, пока не будут удовлетворены приведенные ниже требования; в противном случае из-за конденсации влаги может быть повреждена механическая часть устройства и/или рабочий слой дисков. Накопитель необходимо выдерживать в заводской упаковке в предполагаемых условиях эксплуатации в течение времени, определяемого по приведенной здесь таблице.

Таблица 9.6. Период акклиматизации накопителя

Исходная температура, °С	Время акклиматизации, ч
+4	13
-1	15
-7	16
-12	17
-18	18
-23	20
-29	22
-34 и ниже	27

Как видно из таблицы, чем холоднее накопитель, тем дольше он должен прогреваться перед включением (время прогрева может достигать суток и более)».

Шпиндельный двигатель

Двигатель, приводящий во вращение диски, часто называют *шпиндельным*. Он всегда связан с осью вращения дисков, никакие приводные ремни или шестерни для этого не используются. Двигатель должен быть бесшумным: любые вибрации передаются дискам и могут привести к ошибкам при считывании и записи.

Частота вращения двигателя должна быть строго определенной. Обычно она колеблется от 3600 до 15000 об/мин или больше, а для ее стабилизации используется схема управления с обратной связью (автоподстройкой), позволяющая добиться необходимой точности. Таким образом, контроль за частотой вращения двигателя осуществляется автоматически, и никакие устройства, позволяющие сделать это вручную, в накопителях не предусмотрены. В описаниях некоторых диагностических программ говорится, что с их помощью можно измерить частоту вращения дисков. На самом деле единственное, на что они способны, — это оценить ее возможное значение по временным интервалам между моментами появления под головками заголовков секторов.

Измерить частоту вращения с помощью программы в принципе невозможно, для этого нужны специальные приборы (тестеры). Не волнуйтесь, если какая-нибудь диагностическая программа сообщит, что частота вращения дисков установлена неправильно; скорее всего, плохо работает сама программа, а не накопитель. Информация о частоте вращения дисков просто не передается (и не должна передаваться) через интерфейс контроллера жесткого диска. Раньше ее можно было оценить, считывая подряд достаточно большое количество секторов и измеряя временные интервалы, через которые появляется соответствующая информация. Но это имело смысл только тогда, когда все диски разбивались на одинаковое число секторов, а номинальная частота их вращения составляла 3600 об/мин. Использование зонной записи, появление накопителей с различными номинальными частотами вращения, не говоря уже о встроенных буферах и кэш-памяти, приводит к тому, что программно вычислить истинную частоту вращения дисков невозможно.

В большинстве накопителей шпиндельный двигатель располагается в нижней части, под блоком HDA. Однако во многих современных устройствах он встраивается внутрь блока HDA и представляет собой центральную часть блока дисков-носителей. Такая конструкция позволяет, не изменяя размера накопителя по вертикали, увеличить количество дисков в блоке (в «стопке»).

Примечание

Шпиндельный двигатель, особенно в накопителях большого формата, потребляет от 12-вольтового источника питания довольно значительную мощность. Она возрастает еще в 2–3 раза по сравнению со стационарным значением при разгоне (раскручивании) дисков. Длится такая перегрузка несколько секунд после включения компьютера. Если в компьютере установлено несколько накопителей, то, чтобы не подвергать чрезмерной нагрузке блок питания, можно попытаться организовать их поочередное включение. Задержанный запуск шпиндельного двигателя предусмотрен в большинстве накопителей SCSI и ATA.

Гидродинамические подшипники

Традиционные конструкции шпиндельных электродвигателей предусматривают использование шариковых подшипников, но существующие ограничения вынудили производителей искать альтернативные варианты. Основным недостатком шариковых подшипников является радиальное биение, возникающее в результате поперечного смещения шариков на величину зазора и составляющее примерно 0,1 микродюйма. Величина радиального биения, на первый взгляд, кажется весьма незначительной, но при увеличении плотности записи в современных накопителях это становится серьезной проблемой. Существующее биение является причиной возникновения хаотических поперечных движений жесткого диска, которые приводят к неустойчивым колебаниям дорожек по отношению к головкам чтения/записи. Кроме того, имеющиеся зазоры и соударения металлических шариков стали причиной повышения уровня генерируемого механического шума и вибраций, которые ухудшают рабочие характеристики накопителей, имеющих высокую скорость вращения.

Решением этой проблемы стал совершенно новый тип подшипника, получившего название *гидродинамического*, в котором основную роль играет высокопластичная смазка, находящаяся между шпинделем и втулкой двигателя. Используя высокопластичную гидродинамическую смазку, можно уменьшить радиальное биение подшипника до 0,01 микродюйма, что приводит к заметному снижению уровня вибрации и поперечного смещения жестких дисков. Благодаря гидродинамическим подшипникам повышается ударная прочность жесткого диска, улучшается регулирование скорости и снижается уровень генерируемого шума. На сегодняшний день уже появился целый ряд накопителей, использующих гидродинамические подшипники. В частности, к их числу относятся накопители, имеющие очень высокую скорость вращения, высокую плотность записи данных или повышенные требования к уровню шума. За последние несколько лет гидродинамические подшипники уже стали привычными компонентами большинства жестких дисков.

Платы управления

В каждом накопителе на жестких дисках есть хотя бы одна плата. На ней монтируются электронные схемы для управления шпиндельным двигателем и приводом головок, а также для обмена данными с контроллером (представленными в заранее оговоренной форме). В накопителях ATA контроллер устанавливается непосредственно в накопителе, а для накопителей SCSI необходима дополнительная плата расширения.

Довольно часто неисправности возникают не в механических узлах накопителей, а в платах управления. На первый взгляд это утверждение может показаться странным, поскольку общеизвестно, что электронные узлы надежнее механических, тем не менее факт остается фактом. Поэтому многие неисправные накопители можно отремонтировать, заменив лишь плату управления, а не все устройство. К сожалению, ни один производитель накопителей не реализует платы управления отдельно. Поэтому единственная возможность получить плату управления — приобрести идентичный функционирующий накопитель и заменить поврежденные элементы деталями, снятыми с него. Разумеется, приобретает совершенно новый жесткий диск для ремонта имеет смысл только в том случае, если поврежденный накопитель содержит какие-либо нужные для вас данные. Подобный метод получил широкое распространение в компаниях, которые занимаются восстановлением данных. Они имеют в наличии множество самых распространенных накопителей, детали которых используются для замены неисправных компонентов и восстановления данных, содержащихся на жестких дисках пользовательских систем.

Для замены платы чаще всего достаточно самой обычной отвертки. Необходимо всего лишь выкрутить несколько винтов и отсоединить соответствующий кабель, после чего установить новую плату и повторить описанные действия в обратной последовательности. На этом процесс замены неисправной платы будет завершен.

Кабели и разъемы накопителей

В большинстве накопителей на жестких дисках предусмотрено несколько интерфейсных разъемов для подключения к системе, подачи питания, а иногда и для заземления корпуса. Как правило, накопители имеют по меньшей мере три типа разъемов:

- интерфейсный разъем (или разъемы);
- разъем питания;
- разъем (или зажим) для заземления (необязательно).

Наиболее важными являются *интерфейсные разъемы*, потому что через них передаются данные и команды в накопитель и обратно. Многие стандарты интерфейсов предусматривают подключение нескольких накопителей к одному кабелю (шине). К примеру, стандарт ATA предполагает подключение к одному шлейфу двух устройств. Устаревшие интерфейсы (такие, как ST-506/412 и ESDI) предполагали использование отдельных кабелей для управляющих сигналов и данных, в то же время современные устройства стандартов PATA, SATA и SCSI используют только один кабель подключения.

Разъемы питания накопителей на жестких дисках обычно такие же, как и у дисководов для гибких дисков. В большинстве накопителей используются два напряжения питания (5 и 12 В), но малогабаритным моделям, разработанным для портативных компьютеров, достаточно напряжения 5 В. Как правило, от источника в 12 В питаются схема управления шпиндельным двигателем и привод головок, а напряжение 5 В поступает на прочие схемы. Многие накопители на жестких дисках потребляют несколько большую мощность, чем приводы гибких дисков. Проверьте, достаточно ли мощности блока питания компьютера для нормальной работы всех установленных в системе накопителей.

Потребление тока от источника в 12 В зависит от размеров устройства: чем больше отдельных дисков входит в “пакет” и чем больше диаметр каждого из них, тем больше мощности требуется для того, чтобы привести их в движение. Для получения большей частоты вращения дисков также необходимо увеличивать мощность. Например, потребляемая мощность для накопителей формата 3,5 дюйма в среднем примерно в 2–4 раза ниже, чем для полноразмерных устройств формата 5,25 дюйма. Некоторые накопители очень малых форматов (2,5 и 1,8 дюйма) потребляют мощность, не превышающую всего 1 Вт.

Зажим для заземления необходим для того, чтобы обеспечить надежный контакт между общим проводом накопителя и корпусом системы. В компьютерах, где накопители крепятся непосредственно к корпусу с помощью металлических винтов, специальный провод заземления не нужен. В некоторых компьютерах накопители монтируются на пластмассовых или стеклотекстолитовых направляющих, которые электрически изолируют корпус накопителя от корпуса системы. В этом случае их обязательно нужно соединить дополнительным проводом, подключаемым к упомянутому зажиму. При плохом заземлении накопителя возникают сбои в его работе, ошибки при считывании и записи и т.п.

Элементы конфигурации

При установке накопителя в компьютер обычно необходимо переставить или отключить некоторые перемычки и, возможно, нагрузочные резисторы. Эти элементы конфигурации изменяются от интерфейса к интерфейсу и от накопителя к накопителю. Более подробно эта тема рассматривается в главе 12, посвященной установке и конфигурированию дисковых устройств.

Характеристики накопителей на жестких дисках

Если вы решили купить новый накопитель или просто хотите разобраться, каковы различия между устройствами разных семейств, сравните их параметры. Ниже приведены критерии, по которым обычно оценивается качество жестких дисков:

- емкость;
- быстродействие;

- надежность;
- стоимость.

Емкость

Как уже отмечалось, один из наиболее известных законов Паркинсона, правда, в несколько измененном виде, может быть применен и к жестким дискам: “Объем данных увеличивается в соответствии с объемом пространства, отведенного для их хранения”. Это означает, что независимо от емкости жесткого диска вы *обязательно* найдете способ заполнить его до отказа.

После того как пользователь заполняет все свободное пространство текущего жесткого диска, он начинает задумываться о том, какого объема памяти будет достаточно. Вероятность того, что имеющегося пространства окажется слишком много, весьма незначительна, поэтому постарайтесь приобрести самый большой жесткий диск, стоимость которого сможет выдержать ваш бюджет. Современные системы используются для хранения крупных файлов различных форматов, к числу которых относятся цифровые фотографии, музыкальные записи и видеотрекеры, новейшие операционные системы, приложения и компьютерные игры. Несмотря на то что современные жесткие диски позволяют хранить сотни гигабайтов, многим оказывается мало и этого объема.

Выход за пределы емкости жесткого диска вызывает массу проблем, особенно в операционных системах и пакетах, предназначенных для обработки мультимедиа, которые требуют хранения великого множества временных файлов и потребляют большой объем виртуальной памяти. Выход Windows за пределы емкости жесткого диска практически всегда приводит к неустойчивой работе системы, сбоям и потере данных.

Ограничения емкости

Максимальная величина емкости используемого жесткого диска зависит от множества факторов, в том числе от интерфейса, драйверов, а также операционной и файловой систем.

Первый накопитель ATA, созданный в 1986 году, имел ограничение максимальной емкости в 137 Гбайт (65536 × 16 × 255 секторов). Различные версии BIOS еще больше ограничивали максимальную емкость жестких дисков, которая в системах, скомпонованных до 1998 года, достигала 8,4 Гбайт, а в системах, созданных до 1994 года, — 528 Мбайт. Ограничение емкости накопителей ATA в 137 Гбайт осталось даже после того, как был найден способ, позволивший решить проблемы, связанные с BIOS. Это ограничение удалось успешно преодолеть с помощью спецификации ATA-6, опубликованной в 2001 году. Стандарт ATA-6 расширил схему адресации, используемую накопителем ATA, что позволило увеличить емкость накопителей до 144 Пбайт (петабайт, или квадрильон байтов), которые составляют в общей сложности 2⁴⁸ секторов. Подобное решение позволяет создавать накопители PATA и SATA, емкость которых превышает указанное ограничение в 137 Гбайт.

Ограничения BIOS

Системы, изначально имеющие жесткий диск объемом до 8 Гбайт, далеко не всегда позволяют работать с накопителями большей емкости без соответствующего обновления системной BIOS. Это связано с тем, что BIOS ранних версий (т.е. до 1998 года) не могут обслуживать накопители, емкость которых выше ограничения в 8,4 Гбайт. Не забывайте также о существующем ограничении в 137 Гбайт, которое относится к жестким дискам, выпущенным до 2002 года. Жесткие диски ATA обычно поставляются в комплекте с инсталляционным диском, содержащим программное обеспечение для замены BIOS, например Disk Manager от компании Ontrack или EZ-Drive от Phoenix Technologies (компания StorageSoft, разработавшая программу EZ-Drive, была приобретена компанией Phoenix в январе 2002 года). Тем не менее я не рекомендую практиковать программное обновление BIOS. Это связано с тем, что использование подобных программных продуктов OEM (Drive Guide, MAXBlast, Data Lifeguard и пр.) может привести к различным проблемам при необходимости загрузки с дискеты/компакт-диска или при исправлении нестандартной главной загрузочной записи.

При установке жесткого диска большой емкости в систему, использующую системную BIOS, созданную до 1998 года и имеющую ограничение в 8,4 Гбайт, или BIOS, датированную 2002 годом и имеющую ограничение емкости в 137 Гбайт, следует, в первую очередь, обратиться к производителю системной платы (или компьютера) для получения обновленной версии BIOS. Практически все системные платы включают в себя флэш-память, которая позволяет устанавливать обновленные версии BIOS с помощью соответствующих служебных программ.

Внутренние жесткие диски ATA, большие 137 Гбайт, требуют поддержки 48-разрядной адресации логических блоков (LBA). Эта поддержка должна осуществляться операционной системой, BIOS или и тем, и другим.

Такую поддержку реализуют следующие операционные системы:

- Windows Vista;
- Windows XP SP1 и более поздние;
- Windows 2000 SP4 и более поздние;
- Windows 98/98SE/Me или Windows NT 4.0 с загруженным акселератором IAA; этот вариант реализуем, только если набор микросхем системной логики материнской платы поддерживает IAA (более подробную информацию об IAA можно получить по адресу www.intel.com/support/chipsets/iaa).

Для поддержки 48-разрядной адресации на уровне BIOS должны выполняться следующие условия:

- BIOS системной платы должна поддерживать LBA (как правило, это относится ко всем системным платам, выпущенным после сентября 2002 года);
- 48-разрядная адресация LBA должна поддерживать карту расширения, вставленную в один из разъемов материнской платы.

Если и ОС, и BIOS поддерживают LBA, можно установить и использовать высокочемкий внутренний накопитель, как любой другой. В то же время, если поддержка LBA реализована только на уровне ОС, часть диска, находящаяся за пределами 137 Гбайт, станет доступной только после загрузки операционной системы. Это значит, что, если новая операционная система устанавливается на чистый жесткий диск и при этом загрузка выполняется с компакт-диска Windows XP, выпущенного до выхода пакета обновлений SP1, во время инсталляции будет возможна разметка только первых 137 Гбайт пространства диска. После полной установки самой ОС и ее пакетов обновления станет доступной и остальная часть диска, которую нужно разметить с помощью либо встроенной консоли управления дисками Windows XP, либо сторонней программы, такой как PartitionMagic или Partition Commander.

Если загрузка выполняется с компакт-диска Windows XP SP1 или более позднего, уже во время установки операционной системы можно распознать весь диск и даже разметить его в виде единого тома.

При использовании внешних устройств USB и FireWire подобных ограничений не существует, так как их поддержка выполняется на уровне операционной системы, а не BIOS.

Жесткие диски SCSI с самого начала отличались более высокими характеристиками, чем накопители ATA. Благодаря этому диски SCSI чаще всего используются в высокопроизводительных файловых серверах, рабочих станциях и других компьютерных системах. Несмотря на то что накопители SCSI создавались еще до появления жестких дисков ATA, их разработчики предусмотрительно позаботились о возможности жестких дисков SCSI адресовать до 2,2 Тбайт (терабайт, или триллион байтов), что составило 2^{32} сектора. В 2001 году набор команд SCSI был расширен, что позволяет поддерживать накопители емкостью 9,44 Збайт, т.е. 2^{64} сектора. Высокая производительность и отсутствие критических ограничений на максимальный объем данных, содержащихся на жестких дисках SCSI, стали причиной того, что изготовители почти всегда выпускают накопители, имеющие наибольшую емкость, вначале в SCSI-версиях. С выходом стандарта SATA, однако, все изменилось.

Изменения, внесенные в конструкции накопителей ATA и SCSI в 2001 году, позволяют говорить о том, что пройдет еще немало времени, прежде чем ограничения емкости жестких дисков станут проблемой для интерфейса того или другого типа.

Ограничения операционной системы

Большинство новых операционных систем не имеют каких-либо ограничений на емкость жестких дисков. Однако операционные системы более ранних версий имеют такие ограничения, которые следует учитывать при использовании высокеемких накопителей.

Как правило, DOS не распознает жесткие диски емкостью более 8,4 Гбайт, так как доступ к этим накопителям выполняется с помощью LBA-адресации, а DOS 6.x и более ранних версий поддерживает только CHS-адресацию.

Для Windows 95 существует ограничение емкости жестких дисков в 32 Гбайт, причем единственным способом, позволяющим выйти из этого положения, является обновление операционной системы до Windows 98 или более современных версий. Кроме того, обновленные или реализуемые в розницу версии Windows 95 (они называются также Windows 95 OSR 1 или Windows 95a) поддерживают только файловую систему FAT16 (16-разрядная таблица размещения файлов), налагающую ограничение в 2 Гбайт на максимальный размер разделов. Таким образом, при использовании жесткого диска емкостью 30 Гбайт пришлось бы разбить его на 15 разделов по 2 Гбайт, присваивая вновь образованному разделу уникальную букву (в данном случае это диски C:–Q:). Операционные системы Windows 95B и 95C могут использовать файловую систему FAT32, которая разрешает создавать разделы объемом до 2 Тбайт. Обратите внимание, что определенные внутренние ограничения не позволяют посредством программы FDISK создавать разделы объемом более 512 Мбайт.

Операционная система Windows 98 поддерживает жесткие диски большой емкости, но ошибка, существующая в программе FDISK, содержащейся в Windows 98, приводит к неправильному информированию пользователя о емкости диска, ограничивая ее 64 Гбайт (при использовании жестких дисков большей емкости). Решение этой проблемы состоит в установке обновленной версии FDISK, для получения которой следует обратиться на сайт компании Microsoft. Еще одна ошибка была обнаружена при выполнении команды FORMAT в операционной среде Windows 98 для обработки раздела емкостью более 64 Гбайт. В этом случае происходит форматирование всего раздела, хотя его размер сообщается неправильно.

Быстродействие

Важным параметром накопителя на жестком диске является его быстродействие. Этот параметр для разных моделей может варьироваться в широких пределах. И, как это часто бывает, лучшим показателем быстродействия накопителя является его цена. Здесь вполне справедливы слова, сказанные по поводу гоночных автомобилей: “Скорость стоит денег. Насколько быстро вы хотите ездить?”

Быстродействие накопителя можно оценить по двум параметрам:

- скорость передачи данных;
- среднестатистическое время поиска.

Скорость передачи данных

Вероятно, наиболее важной характеристикой при оценке общей производительности накопителя является *скорость передачи данных*, но, с другой стороны, она же считается наименее понятной. Дело в том, что в настоящее время для каждого дисководов можно определить сразу несколько скоростей передачи данных, чему, как правило, не придается значение.

Не позволяйте себе обмануться наличием интерфейса ATA-133 или SATA-150. Гораздо более важным показателем является средняя скорость передачи данных самого жесткого диска, а этот показатель может быть значительно ниже производительности интерфейса. Скорость передачи данных устройством представляет собой усредненную скорость операций чтения и записи на диск. В то же время скорость передачи интерфейса определяет объем данных, кото-

рые можно переместить между материнской платой и буфером устройства за единицу времени. На общую производительность жесткого диска сильное влияние оказывает и частота вращения шпинделя (несложно понять, что диск, вращающийся со скоростью 10000 об/мин способен быстрее записать или считать информацию, чем диск, имеющий скорость вращения 7200 об/мин). При оценке скорости обращайтесь внимание на производительность именно *носителя*, а не интерфейса.

Дополнительную путаницу вносит то, что производители жестких дисков могут сообщать любую из семи доступных скоростей передачи данных, которыми характеризуется любой диск. Наименее важной из них является номинальная скорость передачи данных интерфейса. В устройствах PATA она может достигать 100 или 133 Мбайт/с, а в устройствах SATA — 150 или 300 Мбайт/с. К сожалению, многие оценивают эту характеристику как способность диска записывать и считывать информацию с такой скоростью, что далеко не так. Более важной характеристикой является скорость передачи данных носителя. Обычно она представляется несколькими показателями: минимальными и максимальными скоростями формальной и фактической передачи данных, а также их средними значениями. Если средние значения отсутствуют, их несложно вычислить и вручную.

Средняя скорость передачи данных считается более важной характеристикой, чем скорость передачи данных интерфейса. Это связано с тем, что средняя скорость представляет собой действительную скорость непосредственного считывания данных с поверхности жесткого диска. При этом максимальная скорость является скорее ожидаемой постоянной скоростью передачи данных. Скорость передачи носителя обычно определяется ее минимальной и максимальной величинами, хотя многие компании, занимающиеся производством жестких дисков, указывают только максимальное значение скорости.

Наличие минимального и максимального значений скорости передачи носителя связано с использованием в современных накопителях так называемой *зонной записи* данных. В этом случае количество секторов, приходящихся на каждую дорожку внутренних цилиндров, меньше, чем в наружных. Как правило, жесткий диск разделен на 16 или более зон, причем количество секторов на каждой дорожке (а следовательно, скорость передачи данных) во внутренних зонах примерно вдвое меньше, чем во внешних. Скорость вращения жесткого диска практически постоянна, поэтому скорость считывания данных из внешних цилиндров примерно вдвое выше скорости считывания из внутренних.

Существует определенное различие между *формальной* и *фактической* скоростями передачи данных. Формальная скорость определяет, насколько быстро биты (единицы емкости памяти) могут быть считаны с поверхности жесткого диска. Далеко не все биты являются битами данных (это может быть промежуток между секторами или идентификаторы битов). Кроме того, следует учитывать время, затрачиваемое при поиске данных на перемещение головок с дорожки на дорожку. Таким образом, фактическая скорость передачи данных представляет собой реальную скорость считывания данных с диска или их записи на диск.

Учтите, что большинство производителей указывают только фактическую скорость, которая, как показывают несложные вычисления, составляет примерно три четверти формальной скорости передачи данных. Это связано с тем, что пользовательские данные на каждой дорожке составляют примерно три четверти всех имеющихся данных, определенная часть которых используется управляющими модулями или представляет собой код коррекции ошибок (ECC), идентификатор (ID) и другие служебные данные.

Рассмотрим в качестве примера дисковод Hitachi Deskstar T7K500, который на сегодняшний день является одним из самых быстрых накопителей SATA. Его основные параметры таковы: скорость вращения — 7200 об/мин и полная поддержка скорости передачи данных интерфейса SATA-300 (пропускная способность интерфейса между контроллером и системной платой — 300 Мбайт/с). Следует заметить, что фактическая скорость передачи данных гораздо ниже (табл. 9.7).

Как видите, реальная скорость передачи носителя колеблется в пределах от 88,47 до 44,24 Мбайт/с, что составляет в среднем 66,36 Мбайт/с, т.е. менее четверти от скорости пере-

дачи интерфейса SATA-300. Смею вас заверить, что вы не будете разочарованы, приобретая дисковод со скоростью передачи данных, равной 66,36 Мбайт/с. Фактически этот накопитель является одним из самых быстрых дисководов SATA на современном рынке.

Таблица 9.7. Скорости передачи накопителя на жестких дисках Hitachi Deskstar T7K500

Зона носителя	Секторы/дорожки	Скорость вращения, об/мин	Скорость передачи, Мбайт/с
Внешняя зона	1440	7200	88,47
Внутренняя зона	720	7200	44,24
Средняя зона	1080	7200	66,36

Меня часто спрашивают о возможности модификации интерфейса ATA. Во многих компьютерах используются системные платы, поддерживающие только режимы ATA-100 (Ultra DMA Mode 5) и SATA-150 (1,5 Гбит/с) и не поддерживающие более быстрые спецификации. Зная фактические скорости передачи носителей большинства дисководов, вы поймете, почему я не рекомендую устанавливать в таких системах отдельные хост-адаптеры ATA-100 или ATA-133 (за исключением, конечно, тех случаев, когда необходимо подсоединить несколько дополнительных жестких дисков). Если говорить о повышении эффективности, то подобная модификация не даст никакого практического результата. Это связано с тем, что средняя скорость передачи данных используемых дисководов ниже скорости интерфейса ATA-66, не говоря уже об интерфейсах ATA-133, SATA-150 и SATA-300.

Существует два основных фактора, непосредственно влияющих на скорость передачи данных: скорость вращения диска и плотность линейной записи, или количество секторов на дорожке. Например, при равном количестве секторов на дорожке скорость передачи данных будет выше у дисковода, имеющего большую скорость вращения. Аналогично при равной скорости вращения накопитель с большей плотностью записи будет иметь большую скорость передачи. При сравнении эффективности накопителей следует учитывать оба фактора.

Как следует из приведенного примера, скорость передачи интерфейса никакого значения не имеет. Поэтому, если вы подумываете о приобретении новой системной платы или дополнительной платы хост-адаптера, пытаясь таким образом повысить производительность дисковода, то лучше потратьте деньги на что-нибудь другое. Повышение производительности интерфейса, используемого для передачи данных из буфера контроллера дисковода в системную плату, также не принесет ожидаемого результата. Объем буфера подобного типа составляет в среднем 4 Мбайт; установка диска с буфером даже емкостью 16 Мбайт даст небольшой выигрыш только приложениям, потребляющим с диска повторяющиеся данные. Совсем недавно были выпущены диски с флэш-буферами, названные *гибридными* дисками, которые поддерживают кэш SuperFetch в системе Windows Vista. Однако ввиду относительно низкого быстродействия флэш-памяти эта технология в основном предназначена для использования в ноутбуках, где способна продлить жизнь аккумуляторной батарее и, может быть, немного повысить производительность.

При прочих равных условиях жесткий диск, вращающийся с более высокой частотой, имеет более высокую скорость передачи данных, которая не зависит от скорости передачи интерфейса. К сожалению, параметры накопителей совпадают довольно редко, поэтому для получения более объективной информации следует обратиться к характеристикам дисковода, указанным в спецификации или техническом руководстве.

Не следует сравнивать накопители по какому-нибудь одному параметру, скажем, по скорости передачи данных интерфейса или частоте вращения жесткого диска, так как эти сведения могут оказаться обманчивыми. Быстродействие интерфейса не играет практически никакой роли, но, несмотря на то что скорость вращения является более важным параметром, существуют накопители, скорость передачи данных которых ниже скорости передачи данных более медленных устройств. Формальное сравнение технических характеристик ничего не даст. При выборе жестких дисков не забывайте, что скорость передачи данных является, вероятно, наиболее важным параметром, на который следует обращать внимание: чем выше скорость, тем лучше.

Для получения сведений о скоростях передачи конкретного дисковода обратитесь к спецификации или документации/руководству, прилагаемому к накопителю. Обычно необходимую документацию можно загрузить с сайта изготовителя. В ней часто указываются максимальное и минимальное количества секторов на дорожке. Эти величины, а также скорость вращения жесткого диска могут быть использованы для вычисления фактической скорости передачи данных. Для этого необходимо определить точное количество физических секторов, приходящихся на каждую дорожку внешней и внутренней зон. Следует учесть, что конфигурация многих накопителей поддерживает трансляцию секторов, т.е. количество секторов на дорожке, сообщенное BIOS, имеет мало общего с фактическими характеристиками дисковода. Для вычислений лучше подходят не параметры, сообщенные BIOS, а фактические физические параметры жесткого диска.

Зная количество секторов на дорожке (SPT) и скорость вращения жесткого диска, можно без труда определить фактическую скорость передачи носителя (MTR), выраженную в мегабайтах в секунду. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$MTR = SPT \times 512 \times RPM / 60 / 1000000.$$

Здесь *SPT* (Sector Per Track) — количество секторов на дорожке, *512* — количество байтов данных в каждом секторе, *RPM* (Rotations Per Minute) — частота вращения дисков (обороты в минуту), *60* — количество секунд в минуте.

Например, накопитель Hitachi Deskstar T7K500, скорость вращения которого равна 7200 об/мин, содержит в среднем 1080 секторов на дорожке. Средняя скорость передачи носителя для данного накопителя определяется следующим образом:

$$688 \times 512 \times (7200 / 60) / 1000000 = 42,27 \text{ Мбайт/с.}$$

С помощью этой формулы можно вычислить реальную скорость передачи данных любого жесткого диска. Для этого достаточно знать скорость вращения и среднее количество секторов на дорожке.

Среднее время позиционирования

Это время обычно измеряется в миллисекундах (мс); оно необходимо для перемещения головки от одного цилиндра к другому на какое-либо произвольное расстояние. Один из способов, позволяющих определить эту величину, состоит в многократном выполнении операций поиска случайной дорожки и последующем делении затраченного времени на количество выполненных операций. Этот метод позволяет вычислить среднее время, необходимое для выполнения одной операции поиска дорожки.

Стандартный метод, используемый различными изготовителями для определения среднего времени позиционирования, состоит в измерении времени, затрачиваемого головками для перемещения на расстояние, равное одной трети радиуса всех цилиндров. Среднее время позиционирования зависит непосредственно от конструкции жесткого диска; тип интерфейса или контроллера практически никак не влияет на этот параметр. Величина среднего времени позиционирования говорит, в первую очередь, о возможностях механизма привода головки.

Примечание

Следует крайне осторожно относиться к результатам эталонных тестов, используемых для определения среднего времени поиска дорожки. В большинстве накопителей ATA используется так называемая схема *трансляции секторов*, поэтому далеко не все команды, получаемые дисководом на перемещение головки к определенному цилиндру, приводят к ожидаемому физическому движению. Таким образом, выполнение некоторых эталонных тестов для накопителей определенного типа является совершенно бессмысленным. Накопители SCSI также требуют выполнения дополнительной операции, поскольку команды должны быть вначале отправлены накопителю по шине SCSI. Казалось бы, накопители этого типа должны иметь минимальное время доступа, поскольку служебные команды при выполнении эталонных тестов не учитываются. Если же этот фактор учесть, то можно выявить по крайней мере устройства с плохими характеристиками.

Время ожидания

Временем ожидания называется среднее время (в миллисекундах), необходимое для перемещения головки к указанному сектору после достижения определенной дорожки. В среднем эта величина равна половине времени, которое требуется для одного оборота жесткого диска. При увеличении частоты вращения диска вдвое время ожидания уменьшится наполовину.

Время ожидания является одним из факторов, определяющих скорость чтения и записи накопителя. Уменьшение времени ожидания (чего можно достичь только при повышении частоты вращения) сокращает время доступа к данным или файлам. В табл. 9.8 приведены наиболее распространенные частоты вращения жестких дисков и соответствующие величины времени ожидания.

Таблица 9.8. Зависимость времени ожидания от скорости вращения жесткого диска

Оборотов в минуту	Оборотов в секунду	Время ожидания
3600	60	8,33
4200	70	7,14
5400	90	5,56
7200	120	4,17
10000	167	3,00
15000	250	2,00

В настоящее время скорость вращения многих накопителей достигает 7200 об/мин, чему соответствует время ожидания, равное всего лишь 4,17 мс. При увеличении частоты вращения до 10000 или даже 15000 об/мин время ожидания уменьшается до немыслимых величин, равных соответственно 3 и 2 мс. Увеличение частоты вращения накопителя приводит не только к повышению его эффективности, что выражается в уменьшении времени доступа к данным, но и к увеличению скорости передачи данных, считанных головкой из указанных секторов.

Среднее время доступа

Средним временем доступа к данным называется сумма среднего времени позиционирования и времени ожидания. Среднее время доступа обычно выражается в миллисекундах.

Этот показатель характеризует время, необходимое накопителю для обращения к произвольно расположенному сектору.

Программы кэширования и кэш-контроллер

Быстродействие дискового накопителя можно существенно повысить, если воспользоваться специальными программами кэширования, например SMARTDRV (DOS) и VCSHE (Windows). Эти программы “подключаются” к прерыванию жесткого диска на уровне BIOS (перехватывают прерывание BIOS) и обрабатывают запросы на считывание и запись, направляемые приложениями и драйверами устройств в BIOS.

Если приложению понадобилось считать порцию данных с жесткого диска, кэш-программа перехватывает соответствующий запрос, проверяет наличие определенных условий (о которых будет сказано ниже) и, если они не удовлетворяются, передает запрос в неизменном виде контроллеру накопителя. Считанные в накопителе данные не только передаются приложению, но и сохраняются в специальном буфере (кэше). В зависимости от размера кэша в нем могут храниться данные из достаточного большого количества секторов.

Если приложению нужно считать дополнительные данные, кэш-программа вновь перехватывает запрос и проверяет, не хранятся ли запрошенные данные в буфере. Если хранятся, то они немедленно передаются приложению без непосредственного обращения к диску. Можете представить себе, насколько этот прием ускоряет доступ к диску (и заодно сказывается на результатах измерений быстродействия накопителя).

Большинство современных контроллеров включают встроенный кэш той или иной разновидности, которому не нужно перехватывать и использовать прерывания BIOS. Кэширование осуществляется на аппаратном уровне, и обычные программы измерения быстродействия на-

копителей его “не замечают”. Первыми подобного рода устройствами в накопителях были *буфера опережающего считывания дорожки*, благодаря которым удалось получить коэффициент чередования 1:1. В одних современных контроллерах просто увеличен размер этих буферов, а в других используются более интеллектуальные устройства, по своим возможностям близкие к кэш-программам.

Во многих накопителях ATA и SCSI кэш-память расположена непосредственно во встроенном контроллере. Большинство современных накопителей ATA имеют встроенную кэш-память объемом 2 Мбайт; во многих высокоэффективных накопителях ATA объем кэш-памяти достигает 8 Мбайт. Как правило, накопители SCSI имеют кэш-память объемом 8 Мбайт, а в некоторых из них установлен кэш объемом 16 Мбайт. В былые времена 1 или 2 Мбайт оперативной памяти хватало для всей системы. Сейчас же некоторые 3,5-дюймовые накопители имеют до 16 Мбайт кэш-памяти, которая встраивается непосредственно в устройство.

Несмотря на то что программное и аппаратное кэширование данных позволяет существенно повысить производительность накопителей при обычных операциях считывания и записи, реальная (физическая) скорость передачи данных определяется только конструкцией самого устройства.

Коэффициент чередования

Рассуждая о быстродействии накопителей, нельзя обойти вопрос о чередовании секторов. Эта тема традиционно рассматривается в разделах, посвященных быстродействию контроллеров, а не накопителей, однако в большинстве современных устройств ATA встроены контроллеры, обрабатывающие данные с той же скоростью, с которой они поступают из накопителей. Это означает, в частности, что практически все современные накопители ATA формируются непосредственно на заводах-изготовителях без чередования секторов (иногда говорят о коэффициенте чередования 1:1), и изменить этот показатель чаще всего просто невозможно. В старых устройствах MFM и ESDI с помощью изменения коэффициента чередования можно было добиться более высокой производительности диска.

Примечание

Более подробно о чередовании и смещении цилиндров, используемых в старых дисках, можно узнать из 12-го издания данной книги (глава 10).

Надежность

Отправляясь в магазин за жестким диском, вы, несомненно, обратите внимание на такой параметр, как *среднестатистическое время между сбоями (MTBF)*, которое обычно колеблется от 300 тыс. до 1 млн. часов и более. Я никогда не обращаю внимания на эти цифры, поскольку они являются чисто теоретическими.

Для правильного понимания этого важного параметра накопителя следует знать, как его вычисляют. Большинство производителей довольно продолжительное время выпускают накопители на жестких дисках, которые работают в компьютерах пользователей миллионы часов (если просуммировать время работы всех моделей). Для всех моделей накопителя вычисляется коэффициент сбоев отдельных компонентов, который затем учитывается при проектировании компонентов нового накопителя. Для платы управления используются стандартизированные промышленные методы предсказания сбоев. Таким образом, производитель может для новой модели накопителя на жестких дисках *оценить* вероятность сбоев на основе полученных ранее статистических данных.

Не менее важно понимать, что среднестатистическое время между сбоями определяется для всех накопителей одной модели, а не для отдельного накопителя. Если указано, что это время равно 500 тыс. часов, значит, ошибка может появиться при общем времени работы 500 тыс. часов всех накопителей данной модели. Если выпущен миллион накопителей данной модели и все они работают одновременно, то можно ожидать появления ошибки каждые полчаса. Параметр MTBF не применим для отдельного накопителя или небольшой выборки накопителей одной модели.

Кроме того, необходимо правильно понимать значение слова “ошибка”. В определении описанного выше параметра под ошибкой подразумевается полный выход из строя накопителя (т.е. когда его следует вернуть производителю), а не появляющиеся ошибки чтения или записи файлов.

Как указывают некоторые производители, параметр MTBF на самом деле следует расценивать как “среднестатистическое время до *первой* ошибки”, а не “между ошибками”. После первой ошибки устройство возвращается производителю и, как правило, не ремонтируется, а просто заменяется другим. Таким образом, понятие “среднего времени между ошибками” просто не имеет права на существование.

Подведем итог. Не следует уделять слишком много внимания такому параметру, как среднестатистическое время безотказной работы (MTBF). Для отдельного накопителя эта величина является не более чем неточно прогнозируемым показателем надежности. Однако если вам как администратору информационных систем приходится каждый год приобретать несколько тысяч компьютеров и накопителей или заниматься формированием и поддержкой множества различных систем, то стоит не только изучить эти показатели, но и познакомиться с методами их определения. Если удастся понять метод вычислений, используемый поставщиком, и определить фактическую надежность многих моделей накопителей, можно будет приобрести более надежные устройства и сэкономить время и деньги, необходимые для их обслуживания и поддержки.

S.M.A.R.T.

Технология самотестирования, анализа и отчетности (S.M.A.R.T.) — это новый промышленный стандарт, в котором описаны методы, позволяющие предсказать появление ошибок жесткого диска. При активизации системы S.M.A.R.T. жесткий диск начинает отслеживать определенные параметры, чувствительные к неисправностям накопителя или указывающие на них. На основе отслеживаемых параметров можно предсказать сбой в работе накопителя. Если расчетная вероятность появления ошибки возрастает, S.M.A.R.T. генерирует для BIOS или драйвера операционной системы отчет о возникшей неполадке, который указывает пользователю на необходимость немедленного резервного копирования данных до того момента, когда в накопителе произойдет реальный сбой.

На основе отслеживаемых параметров S.M.A.R.T. пытается определить тип ошибки. По данным компании Seagate, 60% ошибок механические. Именно этот тип ошибок и предсказывается S.M.A.R.T. Разумеется, не все ошибки можно предсказать, например появление статического электричества, внезапную встряску или удар, термальные перегрузки и т.д.

Технология S.M.A.R.T. была разработана IBM в 1992 году. В том же году IBM выпустила жесткий диск формата 3,5 дюйма с модулем Predictive Failure Analysis (PFA), который измерял некоторые параметры накопителя и в случае их критического изменения генерировал предупреждающее сообщение. IBM передала на рассмотрение организации ANSI спецификацию технологии предсказания ошибок накопителя, и в результате появился стандарт ANSI — протокол S.M.A.R.T. для устройств SCSI (документ *X3T10/94-190*).

Интерес к развитию этой технологии привел к созданию в 1995 году рабочей группы с участием IBM, Seagate Technology, Conner Peripherals (в настоящее время является подразделением Seagate), Fujitsu, Hewlett-Packard, Maxtor, Quantum и Western Digital. Результатом их работы стала спецификация S.M.A.R.T. для накопителей на жестких дисках с интерфейсами ATA и SCSI, и они сразу же появились на рынке.

В накопителях на жестких дисках с интерфейсами IDE/ATA и SCSI реализация S.M.A.R.T. подобна, за исключением отчетной информации. В накопителях с интерфейсом IDE/ATA драйвер программного обеспечения интерпретирует предупреждающий сигнал накопителя, генерируемый командой `S.M.A.R.T. report status`. Драйвер запрашивает у накопителя статус этой команды. Если ее статус интерпретируется как приближающийся крах жесткого диска, то операционной системе отсылается предупреждающее сообщение, а та, в свою очередь, информирует об ошибке пользователя. Такая схема в будущем может допол-

няться новыми свойствами. Операционная система может интерпретировать атрибуты, которые передаются с помощью расширенной команды `report status`. Что касается накопителей с интерфейсом SCSI, то в этом случае S.M.A.R.T. информирует пользователя только о двух состояниях накопителя — о нормальной работе и об ошибке.

Замечу, что традиционные программы диагностики диска, например Scandisk, работают с секторами данных на поверхности диска и не отслеживают всех функций накопителя в целом. В некоторых современных накопителях на жестких дисках резервируются секторы, которые в будущем используются вместо дефектных. Как только “вступает в дело” один из резервных секторов, S.M.A.R.T. информирует об этом пользователя, в то время как программы диагностики диска не сообщают о каких-либо проблемах.

Каждый производитель накопителей на жестких дисках по-своему реализует параметры монитора S.M.A.R.T., причем большинство из них реализовали собственный набор параметров. В некоторых накопителях отслеживается высота “полета” головок над поверхностью диска. Если эта величина уменьшается до некоторого критического значения, то накопитель генерирует ошибку. В других накопителях выполняется мониторинг кодов коррекции ошибок, который показывает количество ошибок чтения и записи на диск. В большинстве дисков реализована регистрация следующих параметров:

- высота “полета” головки над диском;
- скорость передачи данных;
- количество переназначенных секторов;
- время раскручивания жесткого диска;
- частота сбоев при поиске;
- производительность при поиске;
- количество повторений раскручивания жесткого диска;
- количество повторных калибровок накопителя.

Каждый параметр имеет пороговое значение, которое используется для определения того, появилась ли ошибка. Это значение устанавливается производителем накопителя и не может быть изменено.

Существует ряд простых требований, выполнение которых обеспечит корректное функционирование S.M.A.R.T.; для этого необходимы S.M.A.R.T.-совместимый накопитель на жестких дисках и система BIOS, поддерживающая данную технологию, или драйвер жесткого диска для используемой операционной системы. Если BIOS не поддерживает технологию S.M.A.R.T., воспользуйтесь служебными программами (утилитами), которые обеспечат нужную поддержку. К программам такого рода относятся Norton Utilities от Symantec, EZ Drive от StorageSoft и Data Advisor от Ontrack.

Существенное изменение контролируемых параметров инициирует предупреждения S.M.A.R.T., накопитель передает предупреждение с помощью соответствующей команды IDE/ATA или SCSI (в зависимости от типа имеющегося дисковод) драйверу жесткого диска, который находится в системной BIOS. Драйвер выводит это сообщение во время следующей загрузки и выполнения теста POST.

Если необходимы более полные и оперативные сведения, воспользуйтесь специальной утилитой, получающей данные S.M.A.R.T. от накопителя, например SMART Explorer от компании Adenix (www.adenix.net) или HDD Health от Panterasoft (www.panterasoft.com).

При получении предупреждающего сообщения, прежде всего, необходимо обратить внимание на его содержание и создать резервную копию всех данных, хранящихся на жестком диске. Для создания резервных копий используйте только новые носители. Не стоит записывать копируемые данные поверх ранее созданных качественных копий, так как сбой в работе может произойти до того, как будет завершен процесс резервирования.

Что делать после того, как будет создана резервная копия данных? Предупреждение S.M.A.R.T. может быть вызвано внешними причинами, и оно далеко не всегда указывает на возможные сбои в работе накопителя. Например, иногда предупреждающий сигнал инициируется при изменении климатических условий, в частности повышении или понижении температуры окружающей среды. К этому может привести также чрезмерная вибрация накопителя, вызванная какими-нибудь внешними причинами. Кроме того, одной из причин появления подобных сообщений являются электрические помехи, возникающие при работе электродвигателей или других устройств, включенных в одну сеть с компьютером.

В том случае, если предупреждение вызвано внутренними причинами, в сообщении может говориться о необходимости замены накопителя. Если устройство находится на гарантии, обратитесь к поставщику и выясните, готов ли он его заменить. Отсутствие дальнейших сообщений говорит о случайности возникшей проблемы; в этом случае к замене накопителя прибегать не придется. Если во время работы появляются новые сообщения, рекомендую все-таки заменить используемый накопитель. Если удастся подключить новый и существующий (сбойный) накопители в одной системе, попробуйте перенести содержимое одного накопителя на другой, что позволит избежать повторной инсталляции приложений и загрузки скопированных данных.

Стоимость

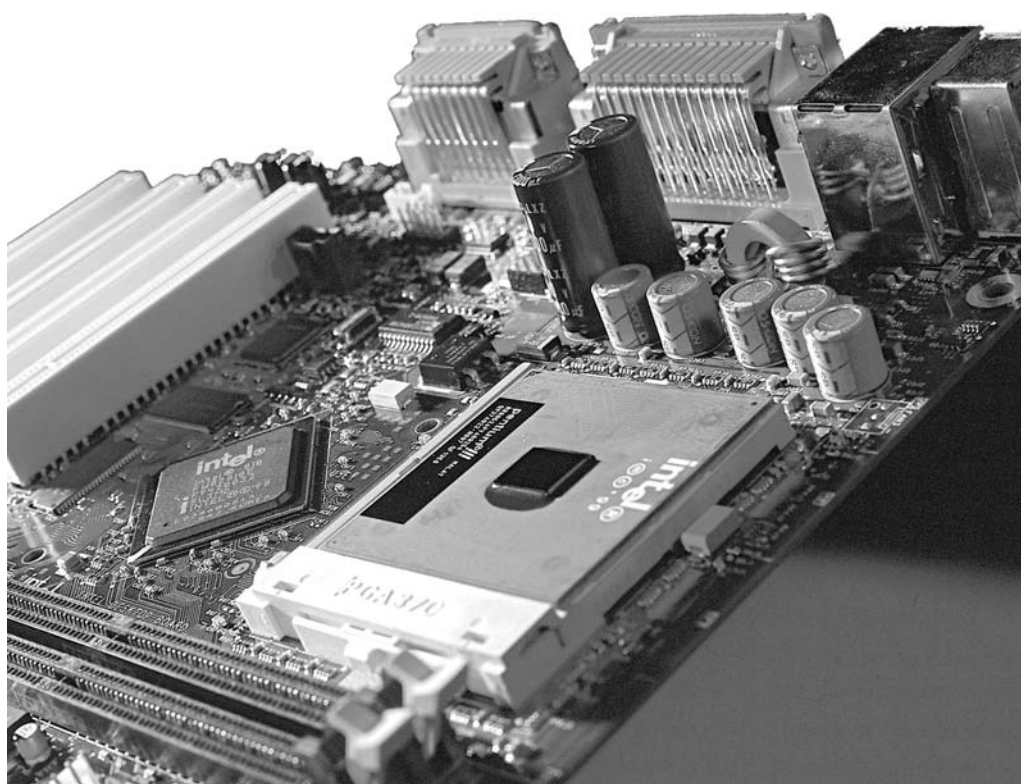
Стоимость накопителей на жестких дисках постоянно снижается. Сейчас жесткий диск ATA емкостью 500 Гбайт можно приобрести чуть больше чем за 140 долларов, что составляет около 28 центов за один гигабайт. (В 1983 году я приобрел жесткий диск емкостью 10 Мбайт по цене 1800 долларов. Сегодня он стоил бы не более трети цента.)

Конечно же, стоимость жестких дисков будет постоянно снижаться, поэтому можно ожидать, что в дальнейшем у вас есть все предпосылки приобрести еще более емкие диски за меньшую стоимость.

Глава 10

Накопители со сменными носителями

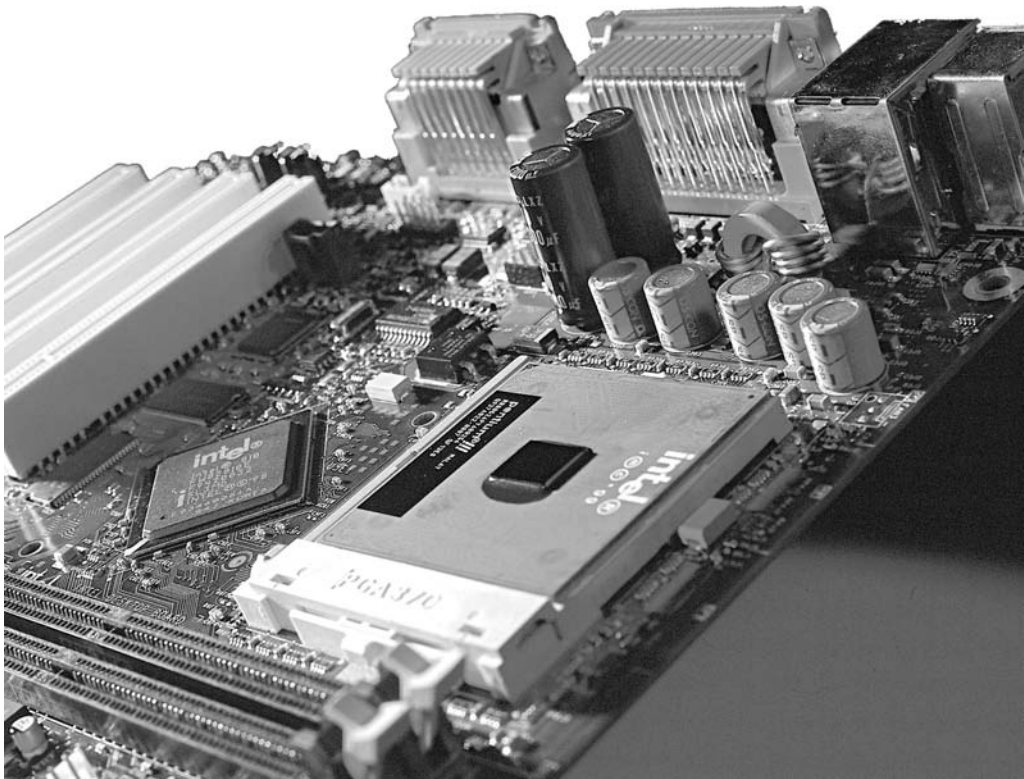
(на компакт-диске)



Страницы 687–726 находятся на прилагаемом компакт-диске.

Глава 11

Устройства оптического хранения данных



Оптические технологии

В настоящее время существует два основных типа устройств хранения данных в компьютере: магнитные и оптические. Устройства *магнитного* хранения в современном компьютере представлены жестким диском и дисководом. В них информация записывается на вращающийся магнитный диск. В устройствах *оптического* хранения запись и считывание осуществляются на вращающийся диск с помощью лазерного луча, а не магнитного поля. Следует отметить, что большинство оптических устройств могут лишь считывать информацию с носителя. Для удобства изложения магнитные и оптические носители данных будут в дальнейшем называться просто *дисками*.

В некоторых устройствах применяются комбинированный, магнитный и оптический способы записи и считывания информации. Такие устройства называются магнитооптическими. Эти технологии подробно описываются в главе 10.

Когда-то казалось, что в недалеком будущем оптические диски полностью заменят собой магнитные носители в сфере хранения информации. Однако выяснилось, что быстродействие и плотность записи оптических дисков намного отстают от аналогичных показателей магнитных собратьев, так что они по-прежнему являются только средством архивирования и распространения данных. Магнитные жесткие диски так и остались основным операционным средством долгосрочного хранения информации и, вероятнее всего, не уступят свои позиции оптическим дискам.

Наиболее перспективными кажутся технологии перезаписываемых DVD, так как они способны хранить большие объемы информации, а по цене практически сравнялись с дисками CD.

Стандарты компьютерных оптических технологий можно разделить на три основные группы:

- CD (CD-ROM, CD-R, CD-RW);
- DVD (DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-RW, DVD-R, DVD+RW, DVD+R);
- форматы DVD с повышенной плотностью, такие как HD-DVD и Blue-ray (BD).

Дисководы CD и DVD получили широкое распространение благодаря возможности их использования в развлекательных целях. Например, устройства, созданные на основе стандарта CD, могут воспроизводить музыкальные компакт-диски, а дисководы DVD — видеофильмы, которые предлагаются в магазинах или напрокат. Дисководы, в которых используются носители описываемых типов, также обладают множеством дополнительных возможностей.

В следующих разделах рассматривается, что общего у носителей и накопителей CD- и DVD-типа, чем они отличаются друг от друга, а также описываются возможности их применения для качественного хранения и воспроизведения данных.

Оптические технологии на основе компакт-дисков

Наиболее распространенными оптическими накопителями являются компакт-диски (CD-ROM). *CD-ROM* (Compact Disc Read-Only Memory — память только для чтения на компакт-диске) — это оптический носитель информации, предназначенный только для чтения данных. Другие форматы, CD-R и CD-RW, позволяют записывать данные на компакт-диск, а благодаря технологии DVD существенно повышается емкость обычного оптического диска.

Сегодня накопитель CD-ROM — неотъемлемая часть практически любого компьютера. Исключением служит лишь специальный компьютер, иногда используемый в производственной среде, вообще не имеющий дисковых устройств, а выполняющий загрузку и работу по локальной сети.

Оптический носитель информации CD-ROM предназначен только для чтения; на нем может храниться до 682 Мбайт (650 Мибайт) данных, что соответствует 74 минутам высококачественного звучания. Более новые 80-минутные диски содержат уже до 737 Мбайт (700 Мибайт) данных. На воспроизведение музыкальных композиций, записанных на один

диск CD-ROM в сжатом формате MP3 или WMA, может потребоваться несколько часов — все зависит от используемого формата и частоты дискретизации. Все данные записываются на одну сторону (обычно нижнюю) пластикового диска диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм.

Диски CD-ROM унаследовали тот же формфактор, который имели музыкальные диски CD-DA, вставляемые в обычный музыкальный центр. Правда эти диски не всегда можно воспроизвести на плеерах, поскольку информация на дорожках указывает на то, что это диск с данными. В данном случае вместо музыки будет слышен только шум, разумеется, если перед данными не записано какое-либо музыкальное произведение.

Доступ к данным на компакт-диске осуществляется на порядок быстрее, чем к дискете, но все же значительно медленнее, чем к жесткому диску. Как правило, термином “CD-ROM” называют как сам носитель, так и привод, в который он вставляется.

Сфера применения CD-ROM расширяется очень быстро: если в 1988 году их было записано всего несколько десятков, то сегодня выпущены сотни тысяч наименований разнообразных тематических дисков — от статистических данных по мировому сельскохозяйственному производству до обучающих игр для дошкольников. Множество мелких и крупных частных фирм и государственных организаций выпускают собственные компакт-диски со сведениями, представляющими интерес для специалистов в определенных областях.

Немного истории

В 1979 году компании Sony и Philips объединили усилия в области разработки современных звуковых компакт-дисков. Philips к тому времени уже разработала лазерный проигрыватель, а у Sony за плечами были многолетние исследования в области цифровой звукозаписи. Конкурентная борьба между ними могла привести к появлению двух несовместимых форматов лазерных дисков, поэтому они пришли к соглашению о единой технологии записи и производства.

Компания Philips в основном занималась разработкой физического носителя, взяв за основу собственную конструкцию лазерного диска, данные которого, записанные в виде впадин разной глубины (штрихов), считывались с помощью лазера. Sony, в свою очередь, разрабатывала цифроаналоговую схему, уделяя особое внимание устройствам цифрового кодирования и коррекции ошибок.

В 1980 году обе компании представили стандарт CD-DA, называемый с тех пор форматом Red Book (Красная книга) (это название формат получил из-за красного цвета обложки опубликованного документа). Спецификации Red Book определили способы записи и обработки звука, а также физический размер диска, равный 120 мм (4,72 дюйма), который используется до настоящего времени. Как гласит легенда, такой размер был выбран потому, что диск этого диаметра полностью вмещает в себя 70-минутную Девятую симфонию Бетховена (на каждой стороне виниловых дисков можно было записать по 33 минуты музыки).

После завершения работы над спецификацией компании включились в негласное соревнование за создание первого коммерческого аудиопроигрывателя компакт-дисков. Победителем в этом состязании стала Sony, которая имела больше опыта в создании цифровых электронных устройств и 1 октября 1982 года, опередив Philips всего на один месяц, представила проигрыватель CDP-101 и первый в мире звуковой компакт-диск с альбомом Билли Джоела *52nd Street*. Этот проигрыватель начал продаваться в Японии, затем — в Европе и только в начале 1983 года — в США. В 1984 году Sony выпустила первые автомобильные и портативные аудиоплееры для воспроизведения компакт-дисков.

Компании Sony и Philips продолжали сотрудничать в области стандартов компакт-дисков еще в течение 10 лет, и в 1984 году выпустили стандарт CD-ROM, получивший название Yellow Book (Желтая книга). Этот стандарт позволил перейти от музыкальных компакт-дисков, используемых для хранения оцифрованного звука, к носителям, содержащим данные только для чтения, которые предназначались для компьютерных систем. В стандарте Yellow Book используется тот же физический формат, что и в звуковых компакт-дисках, но модифицированные электронные схемы декодирования позволили значительно повысить надежность

хранения данных. Геометрические параметры компакт-диска, принятые оригинальным стандартом Red Book, использовались фактически во всех последующих стандартах CD (по-прежнему называемых по цвету обложек опубликованных документов). Таким образом, компакт-диск прошел путь от хранителя симфонии до универсального носителя программного обеспечения и данных практически любого типа, что стало возможным благодаря появлению стандарта Yellow Book (CD-ROM).

Технология записи компакт-дисков

Несмотря на внешнее сходство с компакт-дисками стандарта CD-DA, диски CD-ROM используются для хранения данных вместо (или помимо) оцифрованных звуковых записей. Дисководы CD-ROM, используемые в ПК для считывания данных, практически идентичны проигрывателям музыкальных компакт-дисков и отличаются только измененной электронной схемой, обеспечивающей дополнительные функции выявления и коррекции ошибок. Это служит гарантией, что данные будут считываться без ошибок, так как даже самый незначительный сбой при чтении данных из файла может привести к полной потере связанной информации, чего не скажешь о музыкальном произведении.

Компакт-диск представляет собой поликарбонатную пластину диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм, в центре которой расположено отверстие диаметром 15 мм. Штампованное или литое основание пластины физически является одной спиральной дорожкой, которая начинается на внутренней и заканчивается на внешней части диска. Шаг этой дорожки, или разделение спирали, равен 1,6 микрона (1 микрон — миллионная часть метра или тысячная часть миллиметра). Для сравнения: шаг физической дорожки виниловой пластинки составляет примерно 125 микрон. Компакт-диск, если смотреть на него со стороны считывания (снизу), вращается против часовой стрелки. Если рассмотреть спиральную дорожку под микроскопом, то станет видно, что она состоит из приподнятых участков, которые называются *впадинами* (pits), и плоских поверхностей между ними, называемых *площадками* (lands). На первый взгляд может показаться странным, что приподнятый участок дорожки называется *впадиной*. Это связано с тем, что при штамповке диска формовка его верхней части (т.е. профиля дорожки) осуществляется таким образом, что впадины действительно становятся углублениями, сделанными в поликарбонатной пластине.

Лазерный луч, используемый для считывания данных компакт-диска, может свободно пройти сквозь прозрачный пластик, поэтому отформованная поверхность диска покрывается отражающей металлической пленкой (обычно алюминиевой). После этого алюминиевая пленка покрывается тонким защитным слоем акрилового лака, на который, в свою очередь, наносится текст или красочное изображение.

Внимание

С носителями CD-ROM необходимо обращаться так же осторожно, как и с негативами фотографий. CD-ROM является оптическим устройством, поэтому загрязнение или повреждение поверхности ухудшает его качество. Кроме того, следует отметить, что, хотя считывание данных происходит с нижней стороны диска, слой, содержащий дорожку данных, находится значительно ближе к его верхней части, поскольку толщина защитного покрытия составляет всего 6–7 микрон. Поэтому запись, сделанная шариковой ручкой на верхней поверхности диска, может повредить нижележащий слой. Следует соблюдать осторожность даже при использовании различных маркеров. Чернила и растворители некоторых маркеров могут стать причиной повреждения как верхнего слоя, так и защитного лакового покрытия, что приведет к повреждению нижнего информационного слоя. Старайтесь использовать только специальные маркеры, предназначенные для выполнения надписей на компакт-дисках. С обеими сторонами диска следует обращаться очень бережно, уделяя особое внимание его верхней стороне (этикетке).

Массовое производство CD-ROM

При массовом коммерческом производстве компакт-диски изготавливаются штамповкой или прессованием, а не выжиганием с помощью лазера, как многие считают (рис. 11.1). Хотя лазер и применяется для вытравливания данных на стеклянном *мастер-диске*, покрытом све-

точувствительным материалом, непосредственно выжигать диски при выпуске сотен или тысяч копий было бы, по меньшей мере, непрактично.

Ниже представлены основные этапы производства компакт-дисков.

- 1. Нанесение фоторезисторного слоя.** Круглая пластина из полированного стекла диаметром 240 мм и толщиной 6 мм покрывается слоем фоторезистора толщиной около 150 микрон, после чего обжигается при температуре 80°C (176°F) в течение 30 минут.
- 2. Лазерная запись.** Лазерный самописец (Laser Beam Recorder – LBR) посылает импульсы синего или фиолетового света, которые засвечивают и размягчают определенные участки фоторезисторного слоя стеклянного мастер-диска.

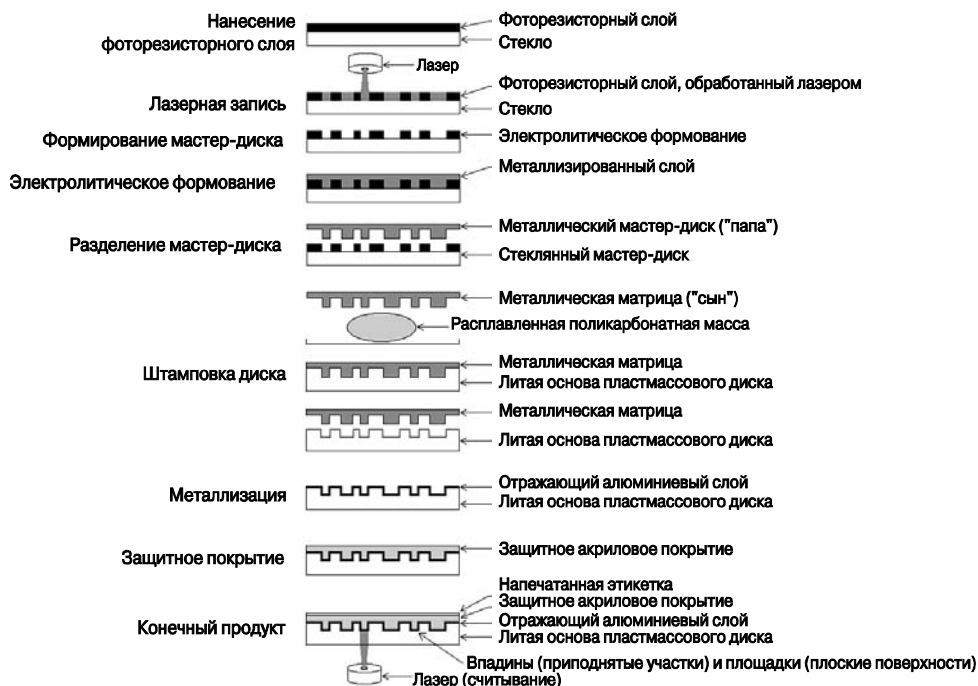


Рис. 11.1. Схема технологического процесса

- 3. Формирование мастер-диска.** Обработанный стеклянный диск погружается в раствор гидроксида натрия (едкого натра), который растворяет экспонированные лазером участки, формируя тем самым впадины в фоторезисторном слое.
- 4. Электролитическое формирование.** С помощью процесса, называемого *гальванопластикой*, ранее подготовленный мастер-диск покрывается слоем никелевого сплава. В результате создается металлический мастер-диск, получивший название *родительского диска* (father).
- 5. Разделение мастер-диска.** Затем металлическая матрица отделяется от стеклянного мастер-диска. Она представляет собой металлический мастер-диск, который уже может использоваться для изготовления небольших партий дисков, так как матрица изнашивается очень быстро. Разделение мастер-диска зачастую приводит к повреждению стеклянной основы, поэтому методом гальванопластики создается еще несколько негативных копий диска (которые называются *материнскими*). Негативные копии мастер-диска впоследствии применяются для создания рабочей матрицы, использу-

мой в процессе массового тиражирования компакт-дисков. Это позволяет штамповать большое количество дисков без повторения процесса формирования стеклянного мастер-диска.

6. **Штамповка диска.** Металлическая рабочая матрица применяется в литейной машине для формирования принципа отображения данных (впадин и площадок) в расплавленной поликарбонатной массе объемом около 18 граммов при температуре 350°C (или 662°F). При этом сила давления достигает примерно 20000 фунтов на квадратный дюйм. Как правило, в современных термических штамповочных прессах на изготовление каждого диска уходит не более трех секунд.
7. **Металлизация.** Для создания отражательной поверхности на отштампованный диск посредством напыления наносится тонкий (0,05–0,1 микрона) слой алюминия.
8. **Защитное покрытие.** Для защиты алюминиевой пленки от окисления на металлизированный диск с помощью центрифуги наносится тонкий (6–7 микрон) слой акрилового лака, затвердевающего под действием ультрафиолетовых лучей.
9. **Конечный продукт.** В завершение на поверхность диска методом трафаретной печати наносится текст этикетки или какое-либо изображение, также высыхающее под действием ультрафиолетовых лучей.

Процесс изготовления дисков данных CD-ROM и музыкальных компакт-дисков практически одинаков.

Впадины и площадки

Считывание информации представляет собой процесс регистрации колебаний луча маломощного лазера, отраженного от металлической поверхности диска. Лазер посылает сфокусированный луч света на нижнюю часть диска, а светочувствительный фоторецептор улавливает отраженный луч. Луч лазера, попавший на площадку (плоскую поверхность дорожки), всегда отражается обратно; в свою очередь, луч, попавший во впадину на дорожке, не отражается.

Диск вращается над лазером и приемником отраженного луча (рецептором). Лазер непрерывно излучает свет, а рецептор воспринимает набор отраженных световых вспышек, повторяющих рисунок впадин и площадок, по которым проходит лазерный луч. Всякий раз, когда луч лазера пересекает границы впадины, изменяется состояние отраженного сигнала. Каждое изменение отраженного сигнала, вызванного пересечением границы впадины, преобразуется в бит со значением 1. Микропроцессоры накопителя пересчитывают переходы “светлый/темный” и “темный/светлый” (т.е. границы впадины) в единицы (1); область, не содержащая переходов, представляется нулем (0). Полученный набор двоичных разрядов затем преобразуется в данные или звук.

Глубина отдельных впадин, образующих дорожку компакт-диска, равна 0,125 микрона, а их ширина — 0,6 микрона. Минимальная длина впадин или площадок составляет 0,9 микрона, максимальная — 3,3 микрона (рис. 11.2).

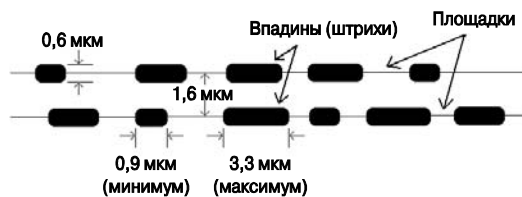


Рис. 11.2. Геометрия впадин и площадок, образующих дорожку компакт-диска

Высота впадины относительно плоскости площадки имеет особое значение, так как она непосредственно связана с длиной волны луча лазера, используемого при чтении диска. Вы-

сота впадины (штриха) составляет ровно $1/4$ часть длины волны лазерного луча. Таким образом, луч лазера, попавший на площадку, проходит расстояние, которое на половину длины волны ($1/4 + 1/4 = 1/2$) больше расстояния, пройденного лучом, отразившимся от впадины. Это означает, что световой луч, отраженный от впадины, на $1/2$ длины волны не совпадает по фазе со световыми лучами, отражаемыми от поверхности диска. Волны, находящиеся в противофазе, гасят одна другую, тем самым значительно уменьшая количество отражаемого света. В результате впадины, несмотря на покрытие металлической отражающей пленкой, становятся “черными” (т.е. не отражающими свет).

Считывающее устройство, используемое в дисководе CD, представляет собой маломощный лазер с длиной волны 780 нм (нанометров) и мощностью около 1 мВт (милливатт). Поликарбонатная пластмасса, используемая при изготовлении компакт-дисков, имеет коэффициент преломления 1,55. Таким образом, свет проходит через пластмассу диска в 1,55 раза медленнее, чем через окружающую среду. Так как частота света остается постоянной, это приводит к сокращению длины волны в пределах диска с тем же коэффициентом. Следовательно, длина волны, равная 780 нм, уменьшается до 500 нм ($780/1,55 = 500$ нм). Одна четвертая часть от 500 нм равна 125 нм, или 0,125 микрона, что составляет высоту впадины (штриха).

Примечание

Устройства, предназначенные для двух типов оптических носителей — CD и DVD, — оснащены двумя лазерами. Первый имеет длину волны 780 нм, а второй — 650 нм. Так что выход из строя одного из лазеров приведет к невозможности работы с определенным типом носителей, в то время как другой тип дисков будет считываться, как ни в чем ни бывало.

Алгоритм работы накопителя CD-ROM

В основе работы накопителя CD-ROM лежит применение отраженного луча полупроводникового лазера от поверхности диска. Отраженный свет регистрируется фотодетектором. Процесс работы накопителя CD-ROM описан ниже (рис. 11.3).

1. *Полупроводниковый лазер* генерирует маломощный инфракрасный луч, который попадает на отражающее зеркало.
2. *Сервопривод* по командам, поступающим от встроенного микропроцессора, смещает подвижную каретку с отражающим зеркалом к нужной дорожке на компакт-диске.
3. Отраженный от диска луч фокусируется линзой, расположенной под диском, отражается от зеркала и попадает на разделительную призму.
4. *Разделительная призма* направляет отраженный луч на другую фокусирующую линзу.
5. Последняя линза направляет отраженный луч на *фотодатчик*, который преобразует световую энергию в электрические импульсы.
6. Сигналы с фотодатчика декодируются встроенным микропроцессором и передаются в компьютер в виде данных.

Первые образцы накопителей CD-ROM были слишком дорогими для массового потребителя. Кроме того, производители несколько запоздали с принятием соответствующих стандартов, что сдерживало производство CD-ROM. Отсутствовала и база программного обеспечения, которая могла бы стимулировать рост темпов производства CD-ROM.

После снижения стоимости накопители и диски все равно не получили должного распространения в мире ПК. Это можно объяснить небольшими размерами приложений того времени. Сейчас практически все программное обеспечение поставляется на компакт-дисках, даже если оно занимает десятую часть диска (операционные системы и игры, как правило, распространяются на DVD).

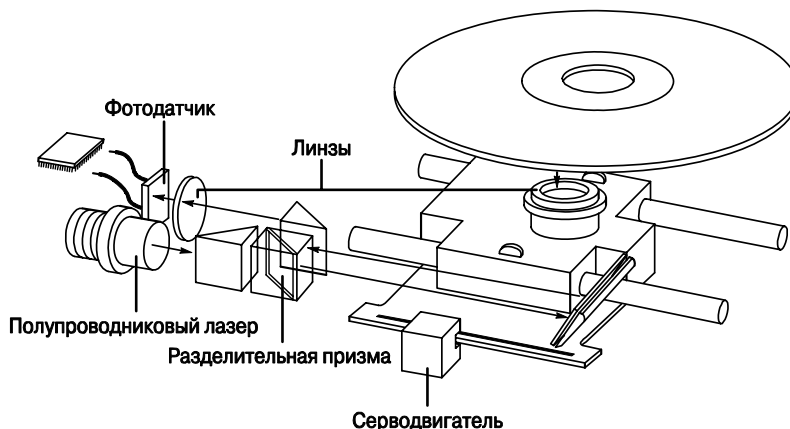


Рис. 11.3. Структура накопителя CD-ROM

Примечание

Операционная система Windows Vista распространяется исключительно на носителях DVD. Однако, если обратиться непосредственно в компанию Microsoft, можно получить ее и на дисках CD. Более подробно об этом можно прочитать на сайте:

<http://www.microsoft.com/windowsvista/1033/ordermedia/default.msp>

Дорожки и секторы

Впадины (штрихи) образуют единственную спиральную *дорожку* с расстоянием 1,6 микрона между витками, что соответствует плотности дорожек 625 витков на миллиметр или 15875 витков на дюйм. Стандартный 74-минутный (650 Мибайт) диск в целом содержит 22188 витков. В современных 80-минутных дисках применяется повышенная плотность, за счет чего образуется некоторый выигрыш в емкости. В табл. 11.1 более подробно описаны отличия между 74- и 80-минутными компакт-дисками.

Диск разделен на шесть основных областей.

- **Область фиксирования (посадки) диска.** Представляет собой центральную часть компакт-диска с отверстием для вала проигрывателя. Эта область не содержит какой-либо информации или данных.
- **Область калибровки мощности (РСА).** Используется только дисководом для перезаписываемых дисков для определения мощности лазера, необходимой для оптимального прожига диска. Тестирование области калибровки каждого диска CD-R или CD-RW может проводиться до 99 раз.
- **Программируемая область памяти (РМА).** Существует только на перезаписываемых дисках (CD-R/RW) и представляет собой зону, используемую для записи временной *таблицы оглавления* (ТОС). После завершения сеанса записи информация ТОС переписывается на нулевую дорожку.
- **Нулевая дорожка.** Содержит оглавление диска (или сеанса) в кодировочном канале Q. Оглавление включает начальные адреса и длины всех дорожек (музыкальных или дорожек данных), общую длину программной области (области данных), а также информацию о каждом сеансе записи. Компакт-диск, записанный полностью за один сеанс (в режиме DAO), содержит только одну нулевую дорожку. Диски, записанные в течение нескольких сеансов, содержат несколько нулевых дорожек, которыми начинается каждый сеанс записи. Нулевая дорожка занимает 4500 секторов диска (одну ми-

нуту, если пользоваться единицами времени, или около 9,2 Мбайт данных). Нулевая строка указывает, является ли данный диск многосеансовым (т.е. многократно перезаписываемым); кроме того, она указывает на следующий адрес записи диска, если он не заполнен.

- **Программная (информационная) область.** Начинается на расстоянии 25 мм от центра диска.
- **Конечная зона.** Отмечает конец программной (информационной) области диска или же завершение сеанса записи на многосеансовом диске. Конечная зона не содержит каких-либо данных и используется только в качестве маркера. Первая конечная зона (или единственная, если диск записан в течение одного сеанса) занимает 6750 секторов (эквивалент 1,5 мин или около 13,8 Мбайт данных). Все последующие конечные зоны многосеансового диска занимают 2250 секторов (0,5 мин или около 4,6 Мбайт данных).

Область фиксирования диска, программная область, нулевая дорожка и конечная зона существуют на дисках любых типов. Кроме того, перезаписываемые компакт-диски (CD-R и CD-RW) дополнительно содержат область калибровки мощности и программируемую область памяти, которые находятся в начале диска.

Описанные области диска, изображенные в относительном масштабе, показаны на рис. 11.4.

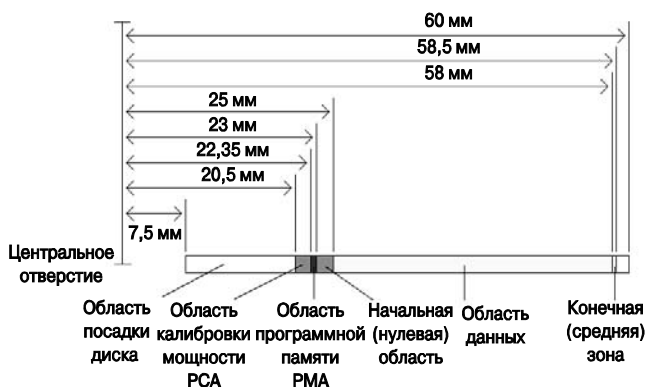


Рис. 11.4. Области компакт-диска (в разрезе)

Обычно спиральная дорожка стандартного диска CD-DA или CD-ROM начинается с нулевой дорожки и заканчивается конечной зоной, расположенной на расстоянии 58,5 мм от центра диска или 1,5 мм от его внешнего края. Длина спиральной дорожки достигает 5,77 км, или 3,59 миль. При использовании накопителя 56x CAV, имеющего постоянную угловую скорость, перемещение данных по отношению к лазеру происходит со скоростью 162,8 миль/ч (262 км/ч). Самое удивительное заключается в том, что, несмотря на довольно высокую скорость перемещения данных, лазерный датчик безошибочно считывает значения битов (переходы “впадина–площадка”), размеры которых не превышают 0,9 микрона, или 35,4 миллионной доли дюйма!

В табл. 11.1 приведены основные технические характеристики 74- и 80-минутных компакт-дисков. Первоначальный CD-стандарт создавался с учетом 74-минутного компакт-диска; 80-минутные версии, разработанные позже, отличаются главным образом более компактным расположением витков дорожки.

Спиральная дорожка разделена на *секторы*, частота следования которых при чтении или записи составляет 75 секторов в секунду. Таким образом, на диске, содержащем в общей сложности 74 мин. информации, может находиться максимум 333000 секторов. Каждый сектор, в свою очередь, разделен на 98 отдельных блоков (кадров) информации. Каждый кадр содержит 33 байт, из которых 24 байт являются звуковыми данными, 1 байт содержит кодовую

служебную информацию, а 8 байт используются для хранения данных, получаемых при коррекции четности/кода ошибок (ЕСС). В табл. 11.2 приведены параметры секторов, блоков и звуковых данных.

Таблица 11.1. Технические параметры CD-ROM

Объявленная длина компакт-диска, мин	74	80
Объявленная емкость компакт-диска, Мибайт	650	700
Скорость считывания 1x, м/с	1,3	1,3
Длина волны лазера, нм	780	780
Цифровая апертура, линз	0,45	0,45
Коэффициент преломления носителя	1,55	1,55
Расстояние между витками, микрон	1,6	1,48
Количество витков в одном миллиметре	625	676
Количество витков в одном дюйме	15875	17162
Общая длина дорожки, м	5772	6240
Общая длина дорожки, футов	18937	20472
Общая длина дорожки, миль	3,59	3,88
Ширина впадины, микрон	0,6	0,6
Глубина впадины, микрон	0,125	0,125
Номинальная длина впадины (минимальная), микрон	0,9	0,9
Номинальная длина впадины (максимальная), микрон	3,31	3,31
Внутренний радиус нулевой дорожки, мм	23	23
Внутренний радиус области данных, мм	25	25
Внешний радиус области данных, мм	58	58
Внешний радиус конечной зоны, мм	58,5	58,5
Ширина области данных, мм	33	33
Общая ширина области дорожки, мм	35,5	35,5
Максимальная частота вращения 1x CLV, об/мин	540	540
Минимальная частота вращения 1x CLV, об/мин	212	212
Количество колец витков дорожки (область данных)	20625	22297
Количество колец витков дорожки (общее)	22188	23986

Мибайт. 1048576 байт.

CLV. Постоянная линейная скорость.

Таблица 11.2. Параметры секторов, блоков и звуковых данных CD-ROM

Объявленная длина компакт-диска, мин	74	80
Количество секторов, считываемых за одну секунду	75	75
Количество блоков в секторе	98	98
Количество секторов	333000	360000
Длина сектора, мм	17,33	17,33
Длина байта, мкм	5,36	5,36
Длина бита, мкм	0,67	0,67
Каждый блок:		
байт подкода	1	1
байт данных	24	24
байт контроля четности Q и P	8	8
Общее количество байтов в блоке	33	33
Звуковые данные:		
частота дискретизации звука, Гц	44100	44100
количество выборок за один герц (стерео)	2	2
размер выборки, байт	2	2
количество звуковых байтов в секунду	176400	176400
количество секторов в секунду	75	75
Количество звуковых байтов в секторе	2352	2352
Каждый звуковой сектор (98 блоков):		
байты контроля четности Q и P	784	784
байты подкода	98	98
байты звуковых данных	2352	2352
Количество байтов в секторе RAW (некодированных)	3234	3234

Гц. Герц (тактов в секунду).

Мм. Миллиметр (тысячная часть метра).

Мкм. Микромметр, или микрон (миллионная часть метра).

Дискретизация

Во время записи музыкальных компакт-дисков происходит дискретизация данных с частотой 44100 тактов в секунду (Гц). Каждая выборка (sample) звуковых данных имеет отдельный компонент левого и правого каналов (стерео), причем каждый компонент канала преобразован в 16-разрядное число. Таким образом, возможно 65536 разных значений, которые представляют амплитуду звуковой волны канала в определенный момент.

Частота дискретизации определяет диапазон звуковых частот, которые могут быть представлены в цифровой записи. Чем выше частота дискретизации волны, тем ближе полученный результат к оригиналу. Теорема Найквиста–Котельникова гласит, что для точного восстановления исходного сигнала частота дискретизации должна быть по крайней мере вдвое выше наиболее высокой частоты, существующей в выборке. Это объясняет, почему компании Philips и Sony при создании компакт-дисков выбрали частоту дискретизации, равную именно 44100 Гц: она позволяет максимально точно воспроизвести звуки частотой до 20000 Гц, что является верхним пределом слышимости человеческого уха.

Звуковые секторы содержат 98 блоков по 33 байт, что составляет 3234 байт. Из них только 2352 байт фактически являются звуковыми данными. Остальные байты распределены следующим образом: 98 байт подкодовых (по одному байту на каждый блок) и 784 байт, используемых для контроля четности и коррекции ошибок (ECC).

Подкоды

Байты *подкода* позволяют накопителю находить *песни* (которые иногда называются *звуковыми дорожками*), расположенные на спиральной дорожке, а также служат для передачи дополнительной информации, относящейся к компакт-дису. В каждом блоке (кадре) хранится 1 байт подкода, что составляет в общей сложности 98 байт подкода в каждом секторе. Из них 2 байт используются в качестве маркеров стартового и конечного блоков, а оставшиеся 96 байт применяются для хранения данных подкода. Эти байты, в свою очередь, разделены на восемь 12-байтовых блоков, каждому из которых присваивается буквенное обозначение P–W. Каждый подкодовый канал может содержать около 31,97 Мбайт данных, что составляет примерно 4% от общей емкости музыкального диска. Интересно, что подкодовые данные равномерно распределены по всему объему диска. Другими словами, подкодовые данные содержатся почти в каждом секторе компакт-диска.

Блоки подкода P и Q имеются на дисках практически любого типа, а блоки R–W используются только в компакт-дисках формата CD+G или CD TEXT (т.е. графического и текстового типов).

Подкод P используется для идентификации начала звуковых дорожек компакт-диска. Подкод Q, в свою очередь, содержит множество различных данных, которые определяют ряд условий.

- Наличие звуковых (CD-DA) или информационных (CD-ROM) данных сектора. Это позволяет предотвратить попытки “проигрывания” накопителем дисков данных CD-ROM, что может привести к повреждению акустической системы.
- Наличие двух- или четырехканальных звуковых данных. Последние используются очень редко.
- Возможность цифрового копирования. К накопителям CD-R и CD-RW это не относится. Данный параметр использовался в накопителях DAT (Digital Audio Tape) для предотвращения копирования цифровых аудиокассет.
- Использование коррекции искажений при записи музыки. Это методика уменьшения шипения или другого шума.
- Расположение звуковой дорожки (песни) на диске.
- Номер звуковой дорожки (песни).
- Минуты и секунды, а также номер кадра от начала звуковой дорожки (песни).

- Обратный отсчет в промежутке между звуковыми дорожками (песнями).
- Минуты и секунды, а также номер кадра от начала первой дорожки (песни).
- Штриховой код компакт-диска.
- Международный стандартный код записи (*ISRC*). Этот код уникален для каждой звуковой дорожки (песни) компакт-диска.

Подкоды R–W используются в графических дисках формата CD+G для хранения графических и текстовых данных. Это позволяет отображать во время воспроизведения звуковых файлов ограниченный объем графической и текстовой информации. Такие же подкоды используются в дисках CD TEXT для хранения информации, относящейся к диску и звуковым дорожкам, которая применяется в стандартных музыкальных компакт-дисках. Это позволяет воспроизводить стандартные диски на CD-совместимых аудиопроигрывателях. Данные CD TEXT хранятся в виде символов ASCII в каналах R–W, расположенных на нулевой дорожке, а также в программной области компакт-диска. Подкоды, находящиеся на нулевой дорожке диска CD TEXT, содержат текстовую информацию о содержании диска, например название музыкального альбома и песен, а также имена исполнителей. Подкоды, включенные в программную область диска, в свою очередь, содержат текстовую информацию, относящуюся к воспроизводимой в данный момент звуковой дорожке (песне). Сюда входит название дорожки, имена авторов, исполнителей и т.п. Данные CD TEXT повторяются на каждой дорожке, что позволяет сократить время задержки при поиске данных.

Совместимые с CD TEXT проигрыватели обычно включают в себя текстовый дисплей, предназначенный для отображения дополнительной информации. Существует множество различных дисплеев, начиная от одно- или двухстрочного 20-символьного, который используется во многих современных автомобильных радио/CD-плеерах системы RBDS (Radio Broadcast Data System), и заканчивая дисплеями, содержащими до 21 строки 40-цветных, алфавитно-цифровых или графических символов, которые предназначены для домашних или компьютерных проигрывателей. В спецификации также учитывается дальнейшее развитие стандарта CD TEXT, например вывод изображений формата JPEG. Для просмотра текста в дисплеях может использоваться интерактивное меню.

Примечание

Современные версии проигрывателя Windows Media не поддерживают диски CD TEXT ни для записи, ни для воспроизведения. В то же время с этими дисками работают такие популярные программы, как VuPlayer (www.vuplayer.com), RealPlayer (www.realplayer.com) и Winamp (www.winamp.com). Среди приложений для создания дисков CD TEXT можно выделить Nero версий 6 и 7 (www.nero.com), а также Roxio Easy Media Creator 7.5, 8.0 и 9.0 (www.roxio.com).

Обработка ошибок чтения

При разработке стандарта компакт-дисков Red Book основное внимание было уделено обработке ошибок. Для уменьшения влияния возможных ошибок в компакт-дисках используются методы контроля четности и чередования, получившие название *переменяющего кода Рида–Соломона* (CIRC). Эта технология работает на уровне блоков (кадров). При сохранении информации 24 байт данных каждого блока сначала обрабатываются шифратором Рида–Соломона, создающим 4-байтовый код контроля четности (так называемый Q-контроль четности), который добавляется к исходным 24 байт данных. Полученные в результате этой операции 28 байт передаются второму шифратору, использующему другую схему, который, в свою очередь, создает дополнительный 4-байтовый код контроля четности (P-контроль четности). Этот код добавляется к 28 байт, полученным при предыдущем кодировании, что составляет 32 байт (24 исходных байта данных плюс байты Q- и P-контроля четности). Затем вводится дополнительный подкодový байт данных (информация о дорожке), в результате чего получается 33 байт для каждого блока. Следует отметить, что байты P- и Q-контроля четности не имеют никакого отношения к ранее упомянутым подкодам P и Q.

Для того чтобы минимизировать влияние царапин или физических дефектов, которые могут привести к повреждению смежных блоков, непосредственно перед записью блоков проводится несколько операций чередования. С помощью линий задержки осуществляется перекрестное чередование 109 блоков, т.е. эти блоки располагаются в различных кадрах и секторах. Такой подход снижает вероятность воздействия царапин и дефектов на смежные данные, так как запись данных осуществляется, по сути, непоследовательно.

Схема CIRC, используемая в музыкальных компакт-дисках и дисках данных CD-ROM, позволяет исправлять ошибки длиной до 3874 бит, что составляет 2,6 мм длины дорожки. Кроме того, с помощью метода интерполяции можно исправлять ошибки длиной до 13282 бит (или 8,9 мм по длине дорожки). Интерполяция представляет собой процесс приблизительно вычисления или усреднения данных, позволяющий восстановить отсутствующие данные. Этот метод, конечно, не годится для компьютерных дисков CD-ROM, поэтому он применяется только в музыкальных компакт-дисках. Стандарт компакт-дисков Red Book определяет частоту блоков с ошибками (BLER) как отношение количества блоков с какими-либо ошибками (98 блоков в каждом секторе) ко времени их считывания, выраженному в секундах. Необходимо, чтобы полученное значение не превышало 220. Если это условие соблюдается, то компакт-диск, содержащий до 3% блоков с ошибками, все еще будет работоспособен.

Для музыкальных проигрывателей компакт-дисков и накопителей CD-ROM характерно наличие дополнительного уровня обнаружения ошибок и схемы коррекции. Музыкальные проигрыватели преобразуют цифровые данные, хранящиеся на компакт-диске, в аналоговые сигналы, обрабатываемые стереофоническим усилителем. При использовании этой схемы некоторая неточность воспроизведения данных вполне допустима, так как человеческое ухо просто не в состоянии это услышать. В свою очередь, накопители CD-ROM не могут допустить какую-либо ошибку, так как каждый бит данных должен считываться предельно точно. Поэтому CD-ROM, наряду с основными данными, содержат большой объем дополнительной информации ECC. Код коррекции ошибок (ECC) позволяет выявлять и исправлять большинство мелких ошибок, повышая тем самым надежность и точность обработки данных до приемлемого уровня.

При воспроизведении музыкального компакт-диска отсутствующие данные могут быть интерполированы, т.е. существует определенный шаблон данных, позволяющий “угадать” отсутствующие значения. Например, если три значения данных музыкального компакт-диска выражены серией последовательных чисел 10, 13 и 20, а среднее значение из-за повреждения или загрязнения поверхности диска пропущено, то его можно с достаточной степенью точности определить как 15, т.е. среднее арифметическое чисел 10 и 20. Хотя значение восстановлено неточно, слушатель может не заметить этой погрешности при воспроизведении звуковой записи. Если же аналогичные значения будут на CD-ROM в исполняемой программе, то определить правильное значение средней выборки просто невозможно. Метод интерполяции здесь не применим, так как команды или данные исполняемой программы должны быть безошибочными; в противном случае произойдет повреждение приложения или неверное считывание данных, необходимых для выполнения вычислений. Использовать ранее описанный метод при считывании исполняемой программы с CD-ROM практически невозможно.

Наряду с основными данными, CD-ROM содержит дополнительную информацию, введенную в каждый сектор и применяемую для выявления и исправления ошибок, а также для более точного определения секторов данных. Для этого из 2352 байт каждого сектора, используемых первоначально для хранения звуковых данных, 304 байт применяются для синхронизации (синхронизирующие биты), идентификации (биты идентификации), кода коррекции ошибок (ECC), обнаружения и исправления ошибок (EDC). Фактически в каждом секторе остается 2048 байт пользовательских данных. За одну секунду на стандартном устройстве (1x) считывается 75 секторов, поэтому базовая скорость считывания данных с CD-ROM достигает $2048 \times 75 = 153600$ байт/с, что составляет 153,6 Кбайт/с, или 150 Кбайт/с.

Примечание

Некоторые схемы защиты от копирования, которые используются в музыкальных компакт-дисках, смешиваются со звуковыми данными и перемежающимся кодом Рида-Соломона (CIRC) таким образом, что информация, записанная на оригинальном диске, воспроизводится корректно, а проигрывание копий звуковых файлов или всего диска сопровождается шумом и различными помехами. Более подробно о защите от копирования звуковых компакт-дисков и дисков данных, а также о том, где можно найти программное обеспечение, позволяющее обойти эту защиту, речь идет далее.

Емкость компакт-диска

Максимальный объем данных, содержащихся на стандартном компакт-диске, считается в течение 74 мин., причем за каждую секунду обрабатывается 75 блоков по 2048 байт. Это позволяет вычислить абсолютную максимальную емкость CD-ROM, которая составляет 681984000 байт — 682 Мбайт, или 650 мегабайт. Структура и расположение секторов CD-ROM, используемых для хранения данных, представлены в табл. 11.3.

Таблица 11.3. Емкость и параметры секторов CD-ROM

Сектор данных (формат Mode 1)	74-минутный	80-минутный
Байты контроля четности Q и P	784	784
Байты подкода	98	98
Байты синхронизации	12	12
Байты заголовка	8	8
Байты ECC/EDC	284	284
Байты данных	2084	2084
Количество байтов в секторе RAW (некодированных)	3234	3234
Фактическая емкость диска данных CD-ROM:		
байтов	681984000	737280000
кибибайтов	666000	720000
килобайтов	681984	737280
мегабайтов	650,39	703,13
мегабайтов	681,98	737,28

Кбайт. Килобайт (1000 байт).

Мебибайт. 1048576 байт.

Кибибайт. 1024 байт.

ECC. Код коррекции ошибок.

Мбайт. Мегабайт (1 000 000 байт).

EDC. Код обнаружения ошибок.

Приведенная в таблице информация представлена в соответствии с условием, что данные сохранены в формате Mode 1, который используется фактически во всех дисках данных. Более подробно о форматах Mode 1/Mode 2 можно узнать далее.

Итак, из 3234 байт, существующих в каждом секторе, только 2048 байт фактически являются пользовательскими данными CD-ROM. Большая часть из оставшихся 1186 байт используется при обнаружении и исправлении ошибок, что гарантирует безотказную работу системы.

Кодирование данных на диске

Теперь разберемся в завершающей части процесса записи данных на компакт-диск. После того как все 98 блоков скомпонованы в один сектор (звуковой или сектор данных), начинается заключительный процесс кодирования информации, получивший название *EFM-модуляция*, т.е. процесс преобразования каждого байта (8 бит) в 14-разрядное значение. Эти 14-разрядные коды преобразования разработаны таким образом, что не могут содержать менее двух и более 10 смежных битов, имеющих нулевое значение (0). Эта форма кодирования с ограничением длины поля записи (Run Length Limited — RLL) получила название RLL 2,10 (в общем виде — RLL x,y , где x — минимальное, а y — максимальное значение поля нулевых битов). Такая схема позволяет избежать появления длинных строк нулевых битов (нулей), которые могут быть считаны неправильно, а также ограничить минимальную и максимальную частоты переходов, существующих

на носителе. С учетом того, что единичные биты (1) в записи должны быть отделены друг от друга не менее чем двумя и не более чем десятью нулями (нулевыми битами), минимальным расстоянием между единицами являются три временных интервала (обозначаемые обычно как 3T), а максимальным — 11 временных интервалов (11T).

Некоторые коды EFM начинаются и заканчиваются единицей (1) или более чем пятью нулями (0), поэтому после каждого 14-разрядного значения EFM, записанного на диске, добавлены три дополнительных бита, называемые *объединяющими битами* (merge bits). Обычно объединяющие биты являются нулями (0), но могут в случае необходимости содержать и единицы (1), используемые для разбиения длинной строки смежных нулей (0), образованной соседними 14-разрядными значениями EFM. В дополнение к образованному 17-разрядному значению (EFM плюс объединяющие биты) к началу каждого блока добавляется 24-разрядное число синхронизации (плюс еще три объединяющих бита). В общей сложности в каждом блоке диска содержится 588 бит (73,5 байт). С учетом того, что в каждом секторе расположено 98 блоков, получаем, что в нем содержится 7203 байт. Таким образом, 80-минутный диск содержит примерно 2,6 Гбайт фактически записываемых данных. После декодирования и удаления кодов коррекции ошибок и другой информации остается примерно 737 Мбайт (703 мегабайт) реально используемого пространства диска.

Основные параметры EFM-кодированных блоков и секторов приведены в табл. 11.4.

Таблица 11.4. Параметры EFM-кодированных данных

EFM-кодированные блоки	74-минутный	80-минутный
Биты синхронизации	24	14
Биты подкода	14	14
Биты данных	336	336
Биты контроля четности Q и P	112	112
Объединяющие биты	102	102
Количество EFM-битов в блоке	588	588
EFM-кодированные секторы:		
количество EFM-битов в секторе	57624	57624
количество EFM-байтов в секторе	7203	7203
Общее количество данных EFM на диске, Мбайт	2399	5593

Чтобы лучше во всем этом разобраться, обратите внимание на табл. 11.5, в которой приведены способы представления данных после их записи на компакт-диск. В качестве примера взяты символы “N” и “O”.

Таблица 11.5. Способы представления данных при записи на компакт-диск

Символ	N	O
Десятичный код ASCII	78	79
Шестнадцатеричный код ASCII	4E	4F
Двоичный код ASCII	01001110	01001111
Код EFM	00010001000100	00100001000100

На рис. 11.5 представлены эти символы после записи на компакт-диск.

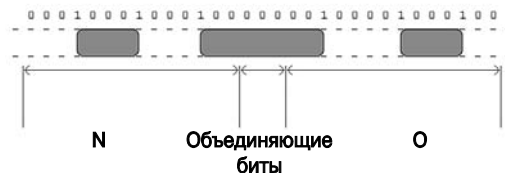


Рис. 11.5. EFM-кодирование данных на компакт-диске

Границы впадин преобразуются в двоичные биты, значение которых представлено единицей (1). Первичный 8-разрядный код каждого символа преобразован в 14-разрядный, и каждый 14-разрядный код EFM отделен от последующего тремя объединяющими битами (в этом примере — все нули). Длины впадин, показанных на рис. 11.5, равны соответственно 4Т (четыре перехода), 8Т и 4Т. Строка нулей (0) и единиц (1) в верхней части рисунка указывает, как будет выполняться чтение данных. При этом обратите внимание, что единица (1) считывается при переходе “впадина–площадка”. Следует заметить, что приведенный рисунок выполнен в относительном масштабе, т.е. длина и ширина впадин пропорциональны друг другу. Если на поверхность компакт-диска посмотреть через микроскоп, то слово “NO”, записанное на диске, будет выглядеть примерно так, как на рис. 11.5.

Уход за оптическими носителями

Некоторые пользователи считают, что диски и приводы CD-ROM так же устойчивы к повреждениям, как магнитные накопители. На самом деле современный компакт-диск гораздо менее надежен, чем современный жесткий диск. Этот недостаток присущ всем переносным накопителям, и CD-ROM/DVD-ROM не является исключением.

Чаще всего проблемы, связанные с дисками и приводами CD-ROM, бывают вызваны царапинами и загрязнением. Небольшие царапины и отпечатки пальцев на нижней стороне компакт-диска, возможно, не принесут серьезного вреда, поскольку лазер фокусируется на точке внутри диска, но грязь и глубокие царапины могут вызвать проблемы (диск может просто не читаться).

Для очистки диска от пыли и других загрязнений необходимо использовать очень мягкую ткань, чтобы не поцарапать его. Лучше всего протирать компакт-диск от центра к краям, так как царапины, перпендикулярные дорожкам, наносят меньше вреда. Большинство средств для мытья окон идеально подходят для удаления грязи и отпечатков пальцев с диска и не повреждают пластик. Даже глубокие царапины чаще всего можно отполировать. Рекомендую использовать очистители для пластика, которые продаются в магазинах автозапчастей и предназначены для очистки наборов пластиковых инструментов и линз задних фар. Этот тип очистителей, или полировщиков, имеет очень мягкий абразив и хорошо полирует пластиковую поверхность. Обычные *очистители* рассчитаны на устранение более глубоких царапин, а *полировщики* применяются после очистителя и могут устранить только совсем неглубокие царапины. Поэтому обычные очистители и полировщики не подходят для очистки компакт-дисков.

Большинство пользователей достаточно осторожно относятся к нижней части диска, поскольку лазер считывает данные именно оттуда. Но не забывайте о том, что верхняя часть более уязвима! Это связано с тем, что она покрыта слоем лака, толщина которого достигает всего 6–7 микрон (0,24–0,28 тысячных дюйма). Шариковая ручка, например, может продавить лаковое покрытие и повредить нижележащий отражающий слой, что приведет к повреждению диска. Не забывайте также о том, что некоторые маркеры содержат растворитель, который может проесть лаковый слой. Поэтому используйте только фломастеры, имеющие специальные чернила, или маркеры Sharpie и Staedtler Lumocolor, которые предназначены непосредственно для выполнения записей на компакт-дисках. В любом случае не забывайте о том, что царапины или вдавливания на верхней части диска более опасны, чем на нижней.

Ошибки чтения также могут возникать, если засорилась линза накопителя CD-ROM. Можно попробовать очистить накопитель потоком воздуха или использовать специальное средство для очистки, которое можно купить в специализированных магазинах.

Иногда слишком малый объем данных на диске тоже может вызвать проблемы. Это связано с тем, что некоторые старые накопители используют произвольную точку на поверхности диска для настройки механизма чтения: если в этой точке не окажется данных, механизм не будет настроен. К счастью, данная проблема обычно решается с помощью программно-аппаратных средств или модернизации накопителя.

Если возникают проблемы при считывании данных с носителя на старом устройстве, а программные обновления для него уже не выпускаются, подумайте о модернизации привода. В наше время, когда высокоскоростные приводы CD/DVD с возможностью записи по стоимости не превышают полусотни долларов, не имеет смысла тратить время на поиск решения проблем совместимости со старым устройством. В любом случае замена устройства новым обойдется дешевле, чем ремонт.

Если проблемы возникают только при работе с дисками конкретного типа или производителя, возможно, выбор торговой марки был не очень удачным. Посмотрите в документации или на сайте изготовителя привода, какие типы и марки дисков он рекомендует.

Когда проблемы возникают только при воспроизведении данных с конкретного диска, их причиной, вероятно, является не накопитель, а некачественный диск. Чтобы узнать, насколько справедливо это предположение, замените диск и посмотрите, возникнут ли какие-нибудь проблемы в этом случае.

Накопители DVD

DVD (Digital Versatile Disc) — это *цифровой универсальный диск* или, проще говоря, компакт-диск высокой емкости. Фактически каждый накопитель DVD-ROM является дисководом CD-ROM, т.е. накопители этого типа могут читать как обычные компакт-диски, так и DVD. Цифровые универсальные диски используют ту же оптическую технологию, что и компакт-диски, и отличаются только более высокой плотностью записи. Стандарт DVD значительно увеличивает объем памяти и, следовательно, объем приложений, записываемых на компакт-дисках. Диски CD-ROM могут содержать максимум 737 Мбайт данных (80-минутный диск), что на первый взгляд кажется довольно неплохим показателем. К сожалению, этого уже недостаточно для многих современных приложений, особенно при активном использовании видео. DVD, в свою очередь, могут содержать до 4,7 Гбайт (однослойный диск) или 8,5 Гбайт (двухслойный диск) данных на каждой стороне, что примерно в 11,5 раза больше по сравнению со стандартными компакт-дисками. Емкость двусторонних DVD, естественно, в два раза выше емкости односторонних. Однако в настоящее время для считывания данных со второй стороны приходится переворачивать диск.

На DVD можно записать до двух информационных слоев, при этом емкость стандартного одностороннего однослойного диска равна 4,7 Гбайт. Новый диск имеет такой же диаметр, как и диски CD, однако он в два раза тоньше (0,6 мм). Применяя сжатие MPEG-2, на новом диске можно поместить 133 минуты видео — полнометражный фильм с тремя каналами качественного звука и четырьмя каналами субтитров. Используя оба слоя одностороннего диска, можно записать на него 240-минутный фильм. В значениях емкости оптических дисков нет никакой кабелистики. Диски DVD были непосредственно связаны с производством фильмов, и киноиндустрия уже давно считала этот тип носителей дешевле и надежнее видеокассет.

Примечание

Очень важно понимать разницу между DVD-Video и DVD-ROM. Первый диск содержит только видео и воспроизводится в проигрывателе DVD, а второй включает различные типы данных и считывается с помощью накопителя DVD в компьютере. Эти два типа дисков можно сравнить с музыкальным компакт-диском и CD-ROM. Накопители DVD способны проигрывать кинофильмы DVD-Video (с помощью аппаратного или программного кодировщика MPEG-2), однако проигрыватели DVD-Video нельзя использовать для доступа к данным DVD-ROM.

Цифровые универсальные диски пришли на смену компакт-дискам и видеокассетам. Приобретенные или взятые напрокат DVD выполняют те же функции, что и лента видеоманитофона, но обеспечивают более высокое качество звука и изображения. Как и компакт-диски, которые предназначались, в первую очередь, для музыкальных записей, DVD могут использоваться для самых разных целей, в том числе и для хранения компьютерных данных.

История DVD

Стандарт DVD создавался несколько странно. В течение 1995 года два конкурирующих стандарта CD-ROM большой емкости начали борьбу за рынок. Стандарт Multimedia CD был представлен компаниями Sony и Philips Electronics, а конкурирующий стандарт Super Density (SD) — компаниями Toshiba, Time Warner и некоторыми другими. Если бы оба этих стандарта вышли на рынок в перевозданном виде, то потребители, а также производители программного обеспечения оказались бы в затруднительном положении: какой из них выбрать?

Во избежание повторения войны между форматами Beta и VHS, несколько организаций, включая Hollywood Video Disc Advisory Group и Computer Industry Technical Working Group, объединились и потребовали создать один стандарт, отказавшись поддерживать оба стандарта-конкурента. Это побудило группы разработчиков в сентябре 1995 года создать единый стандарт CD-ROM большой емкости. Новый стандарт был назван DVD и совмещал элементы своих предшественников, т.е. представлял собой унифицированный стандарт как для компьютерных технологий, так и для индустрии развлечений. Вначале DVD расшифровывался как *цифровой видеодиск* (Digital Video Disc), но позднее он был переименован в *цифровой универсальный диск*.

В конце 1996 года, после принятия соглашения о защите от нелегального копирования, были опубликованы стандарты DVD-ROM и DVD-Video. На выставке бытовой электроники в Лас-Вегасе, которая состоялась в январе 1997 года, посетители увидели проигрыватели, накопители и диски DVD, поступившие в продажу уже в марте. Стоимость первых проигрывателей DVD достигала тысячи долларов. Сначала в формате DVD было выпущено только 36 кинофильмов, диски с которыми продавались в семи крупных городах США (Чикаго, Далласе, Лос-Анджелесе, Нью-Йорке, Сан-Франциско, Сиэтле и Вашингтоне). Массовая продажа дисков началась уже в августе 1997 года. Довольно неважное начало, связанное с проблемой защиты от копирования, сменилось ошеломляющим успехом DVD. Популярность этих дисков выросла еще больше после того, как в 2001 году был принят формат RW, превративший цифровой универсальный диск “только для чтения” в полностью перезаписываемый носитель.

В настоящее время разработку и распространение стандартов DVD контролирует организация DVD Forum. В нее входят следующие компании: Hitachi, Ltd.; Matsushita Electric Industrial, Co., Ltd.; Mitsubishi Electric Corporation; Victor Company of Japan, Limited; Pioneer Corporation; Sony Corporation; Toshiba Corporation; Philips Electronics N.V.; Thomson Multimedia; Time Warner, Inc. и др. Дополнительную информацию о DVD Forum можно найти по адресу www.dvdforum.org. Компании, входящие в DVD Forum, не смогли прийти к соглашению по универсальному формату перезаписываемых дисков, и потому члены этой организации, отвечающие за CD- и DVD-технологии (компании Philips, Sony и др.) в июне 2000 года отделились, сформировав комитет DVD+RW Alliance. Сайт этой организации находится по адресу www.dvdrw.org. Впоследствии эти компании представили формат DVD+RW, который является более гибким и обратно совместимым перезаписываемым форматом DVD. Форматы DVD-R/RW и DVD+R/RW предназначены не только для пользователей компьютеров. Некоторые производители перешли к выпуску высококлассных стационарных устройств воспроизведения и записи DVD, иногда оснащая эти устройства дополнительным приводом для лент VCR.

Примечание

Несмотря на то что стационарные устройства записи DVD способны обеспечить более высокое качество, чем обычные видеокамеры, они не завоевали такую популярность, как цифровые устройства видеозаписи (DVR), например TiVo, Replay TV, а также приставки, поставляемые операторами кабельного телевидения. Эти устройства используют для записи жесткий диск, обеспечивая пользователей большим объемом дискового пространства, чем DVD.

Технология и производство DVD

Технология цифровых универсальных дисков (DVD) очень похожа на технологию компакт-дисков. В обеих используются штампованные поликарбонатные диски одного и того же размера (наружный диаметр — 120 мм, диаметр центрального отверстия — 15 мм, толщина — 1,2 мм) со спиральными дорожками, состоящими из впадин и площадок. В отличие от обычных компакт-дисков, DVD могут иметь два слоя записи на каждой стороне и быть одно- или двусторонними. Каждый слой диска штампуются отдельно, после чего они объединяются, образуя в итоге диск толщиной 1,2 мм. Технологические процессы изготовления обоих типов дисков практически не различаются, помимо того что слои и стороны DVD штампуются из отдельных поликарбонатных заготовок, которые затем соединяются одна с другой, формируя законченный диск. Основным отличием стандартных компакт-дисков от DVD является более высокая плотность записи данных последних, которые считываются лазером с более короткой длиной волны. Как уже отмечалось, компакт-диски являются односторонними и имеют только один слой записи. В отличие от них DVD могут быть двусторонними и иметь два слоя записи на каждой стороне.

По аналогии с компакт-дисками каждый слой DVD содержит одну физическую дорожку, которая начинается на внутренней части диска и доходит по спирали к внешней части. Цифровой универсальный диск, если смотреть на него со стороны считывания (снизу), вращается против часовой стрелки. Спиральные дорожки, как и на компакт-дисках, образованы впадинами (штрихами) и площадками (плоскими участками). Каждый записанный слой покрывается тонкой металлической пленкой, отражающей лазерный луч. Благодаря тому что внешний слой имеет более тонкое покрытие, луч проходит через него и считывает данные, которые записаны на внутреннем слое. Этикетка обычно располагается на верхней части одностороннего диска; на двустороннем диске для этого отводится узкая кольцевая поверхность в центральной части.

Считывание информации представляет собой процесс регистрации колебаний луча мало-мощного лазера, отраженного от металлического слоя диска. Лазер посылает сфокусированный луч света на нижнюю часть диска, а светочувствительный рецептор улавливает уже отраженный луч. Луч лазера, попавший на площадку (плоскую поверхность дорожки), отражается обратно; в свою очередь, луч, попавший во впадину на дорожке, обратно не отражается.

Глубина отдельных впадин, образующих дорожку компакт-диска, равна 0,105 микрона, а ширина — 0,4 микрона. Минимальная длина впадин или площадок составляет примерно 0,4 микрона, максимальная — 1,9 микрона (на однослойных дисках).

Для получения дополнительной информации о способах считывания штрихов и их преобразования в цифровые данные, а также о принципах работы накопителей, обратитесь к разделу о технологии производства дисков CD, приведенному ранее.

Для увеличения емкости DVD по сравнению с CD были применены следующие новшества:

- длина штриха уменьшена примерно в 2,25 раза (от 0,9 до 0,4 микрона);
- расстояние между дорожками уменьшено примерно в 2,16 раза (от 1,6 до 0,74 микрона);
- область данных увеличена примерно в 1,02 раза (от 8,605 до 8,759 мм²);
- введена более эффективная (примерно в 1,06 раза) модуляция;
- эффективность кода коррекции ошибок повышена примерно в 1,32 раза;
- секторы уменьшены примерно в 1,06 раза (от 2048/2352 до 2048/2064 байт).

Благодаря уменьшению размера площадок и впадин единица поверхности DVD может сохранять больше данных по сравнению с компакт-диском. Сравнение структуры DVD и компакт-дисков представлено на рис. 11.6.

В накопителе DVD используется лазер с меньшей длиной волны, что позволяет считывать более короткие штрихи. Для удвоения объема данных в накопителе DVD можно использовать две стороны диска и, кроме того, записывать данные на два отдельных слоя каждой из

сторон. Второй слой данных записывается на отдельной площадке, расположенной под первой, которая сделана полупрозрачной для того, чтобы луч лазера мог проникать на первый слой. Фокусируя лазер на любом из двух слоев, привод может считать ровно вдвое больше информации с одной и той же поверхности.

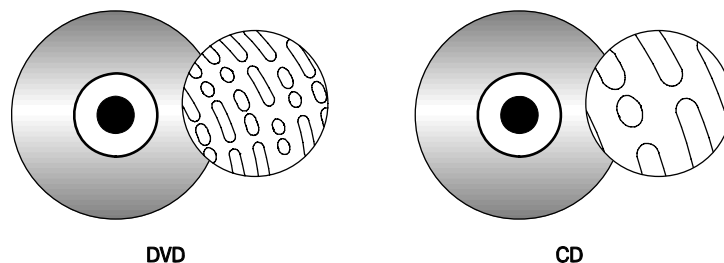


Рис. 11.6. Размеры площадок и впадин DVD уменьшены по сравнению с обычными дисками CD-R и CD-RW

Дорожки и секторы DVD

Впадины (штрихи) образуют единственную спиральную дорожку (в каждом слое) с расстоянием 0,74 микрона между витками, что соответствует плотности дорожек 1351 виток на миллиметр, или 34324 витка на дюйм. В целом это составляет 49324 витка, а общая длина дорожки достигает 11,8 км (или 7,35 мили). Дорожка разбита на секторы, каждый из которых содержит 2048 байт данных. Диск разделен на четыре основные области.

- **Область фиксирования (посадки) диска.** Представляет собой центральную часть компакт-диска с отверстием для вала проигрывателя. Эта область не содержит какой-либо информации или данных.
- **Начальная область.** Включает в себя буферные зоны, код ссылки и зону служебных данных, содержащую информацию о диске. Зона служебных данных состоит из 16 секторов, продублированных 192 раза, что составляет 3072 сектора данных. В этих секторах расположены данные о диске, в частности указаны категория диска и номер версии, размер и структура диска, максимальная скорость передачи данных, плотность записи и распределение зоны данных. В целом начальная область занимает до 196607 (2FFFFh) секторов диска. Базовая структура всех секторов DVD, в отличие от компакт-дисков, одинакова. Секторы буферной зоны начальной области содержат только символы 00h (шестнадцатеричные нули).
- **Область данных.** Содержит видео-, аудио- или другие данные и начинается с сектора под номером 196608 (30000h). В общей сложности область данных однослойного одностороннего диска может содержать до 2292897 секторов.
- **Конечная (или средняя) зона.** Отмечает завершение области данных. Секторы конечной зоны содержат только значения 00h. В том случае, если диск имеет два слоя записи и записан в режиме обратного считывания (ОРТ), где второй слой начинается с внешней стороны диска и считывается в противоположном по отношению к первому слою направлении, эта зона называется *средней*.

Центральное отверстие DVD имеет диаметр 15 мм, т.е. его края расположены на расстоянии 7,5 мм от центра диска. Область фиксирования диска начинается от края центрального отверстия и заканчивается на расстоянии 16,5 мм от центра диска. Начальная (или нулевая) область начинается в 22 мм от центра диска. Область данных начинается на расстоянии 24 мм и завершается конечной (или средней) областью, расположенной за 58 мм от центра диска. Формально дорожка диска заканчивается на расстоянии 58,5 мм от его центра, затем следует

буферная зона шириной 1,5 мм. Описанные области DVD, представленные в относительном масштабе, показаны на рис. 11.7.

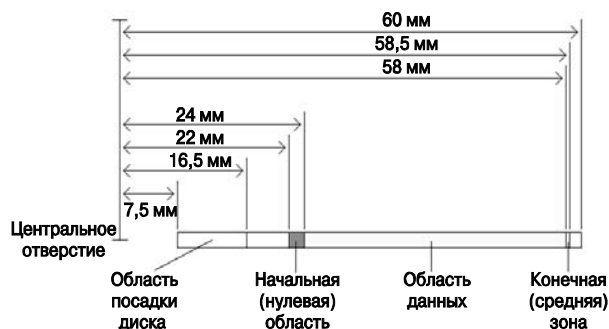


Рис. 11.7. Области DVD (в разрезе)

Как правило, спиральная дорожка стандартного DVD начинается с нулевой области и заканчивается конечной (средней) зоной, расположенной на расстоянии 58,5 мм от центра диска или 1,5 мм от его внешнего края. Длина одной спиральной дорожки достигает 11,84 км (или 7,35 мили). Интересно то, что при считывании внешней части дорожки посредством накопителя 20x CAV, имеющего постоянную угловую скорость, перемещение данных по отношению к лазеру происходит со скоростью 156 миль/ч (251 км/ч). И несмотря на столь высокую скорость перемещения данных лазерный датчик безошибочно считывает значения битов (переходы “впадина–площадка”), размеры которых не превышают 0,4 микрона, или 15,75 миллионной доли дюйма.

Существуют однослойные и двухслойные, а также односторонние и двусторонние версии DVD. Двусторонние диски, в сущности, представляют собой два односторонних диска, склеенных тыльными сторонами друг с другом. Между двух- и однослойными версиями имеется более существенное различие. Длина впадин (штрихов) двухслойных дисков немного больше, что приводит к незначительному уменьшению емкости диска. В табл. 11.6 приведены основные параметры одно- и двухслойных дисков.

Таблица 11.6. Технические параметры DVD

Тип цифрового универсального диска (DVD)	Однослойный	Двухслойный
Скорость считывания 1x, м/с	3,49	3,49
Длина волны лазера, нм	650	650
Коэффициент преломления носителя	1,55	1,55
Расстояние между витками, микрон	0,74	0,74
Количество витков на миллиметр	1351	1351
Количество витков на дюйм	34324	34324
Общая длина дорожки, м	11836	11836
Общая длина дорожки, футов	38832	38832
Общая длина дорожки, миль	7,35	7,35
Средняя длина одного бита, нм	133,3	146,7
Средняя длина одного байта, микрон	1,07	1,17
Средняя длина сектора, мм	5,16	5,68
Ширина впадины, микрон	0,40	0,40
Глубина впадины, микрон	0,105	0,105
Номинальная длина впадины (минимальная), микрон	0,40	0,44
Номинальная длина впадины (максимальная), микрон	1,87	2,05
Внутренний радиус начальной области, мм	22	22
Внутренний радиус области данных, мм	24	24
Внешний радиус области данных, мм	58	58

Тип цифрового универсального диска (DVD)	Однослойный	Двухслойный
Внешний радиус конечной зоны, мм ²	58,5	58,5
Ширина области данных, мм	34	34
Площадь зоны данных, мм ²	8759	8759
Общая ширина области дорожки, мм	36,5	36,5
Максимальная частота вращения 1x CLV, об/мин	1515	1667
Минимальная частота вращения 1x CLV, об/мин	570	570
Количество витков дорожки (область данных)	45946	45946
Количество витков дорожки (общее)	49324	49324
Количество секторов области данных	2292897	2083909
Количество секторов, считываемых в секунду	676	676
Средняя скорость передачи данных, Мбит/с	26,15625	26,15625
Среднее количество битов в секторе	38688	38688
Среднее количество байтов в секторе	4836	4836
Скорость передачи данных интерфейса, Мбит/с	11,08	11,08
Количество информационных битов интерфейса в секторе	16384	16384
Количество информационных байтов интерфейса в секторе	2048	2048
Время воспроизведения каждого слоя, мин	56,52	51,37
Время воспроизведения каждой стороны, мин	56,52	102,74
Протяженность видеоформата MPEG-2 в каждом слое, мин	133	121
Протяженность видеоформата MPEG-2 на каждой стороне, мин	133	242

CLV. Constant Linear Velocity (постоянная линейная скорость).

CAV. Constant Angular Velocity (постоянная угловая скорость).

Как видите, спиральная дорожка разделена на *секторы*, частота следования которых при чтении или записи составляет 676 секторов в секунду. Каждый сектор содержит 2048 байт данных.

Секторы организованы в *кадры данных*, содержащие 2064 байт, из которых 2048 байт являются общими данными, 4 байт содержат идентификационную информацию, 2 байт — код обнаружения ошибок ID (IED), 6 байт — данные относительно авторского права на носитель, а 4 байт представляют собой код обнаружения ошибок (EDC) для кадра данных.

Кадры данных, содержащие код коррекции ошибок, преобразуются в кадры ECC. Каждый кадр ECC содержит 2064 байт данных, а также 182 байт верхнего (PO) и 120 байт нижнего контроля четности (PI), что составляет в целом 2366 байт для каждого кадра ECC.

И наконец, кадры ECC преобразуются отдельными группами размером 91 байт в физические секторы диска. Для этого используется метод модуляции 8/16, при котором каждый байт (8 бит) конвертируется в специальное 16-разрядное значение, выбранное из таблицы. Эти 16-разрядные значения разработаны таким образом, что не могут содержать менее 2 и более 10 смежных битов, имеющих нулевое значение (0). Такая форма кодирования с ограничением длины поля записи получила название *схема RLL 2,10*. По завершении преобразования к каждому кадру добавляется 320 бит (40 байт) данных синхронизации. Таким образом, после преобразования кадра ECC в физический сектор общее количество байтов в секторе достигает 4836.

Структура секторов, кадров и звуковых данных представлена в табл. 11.7.

Таблица 11.7. Структура кадров данных, кадров ECC и физических секторов DVD

Кадр данных диска DVD:	
байты идентификационных данных (ID)	4
байты кода обнаружения ошибок ID (IED)	2
байты данных по авторским правам (CI)	6
байты данных	2048
код обнаружения ошибок (EDC)	4
Общий объем кадра данных, байт	2064
Кадр ECC диска DVD:	
общий объем кадра данных, байт	2064
байты верхнего контроля четности (PO)	182

байты нижнего контроля четности (PI)	120
Общий объем кадра ECC, байт	2366
Физический сектор диска DVD:	
кадр ECC, байт	2366
биты модуляции 8/16	37856
биты синхронизации	832
Общее количество кодированных битов в секторе	38688
Общее количество кодированных байтов в секторе	4836
Исходное количество битов данных в секторе	16384
Исходное количество байтов данных в секторе	2048
Отношение общего объема данных к исходному	2,36

В цифровых универсальных дисках, в отличие от стандартных компакт-дисков, подкоды не используются. Вместо этого каждый кадр данных содержит идентификационные байты (ID), используемые для хранения номера сектора и другой информации, относящейся к сектору.

Обработка ошибок DVD

DVD отличаются от обычных компакт-дисков более совершенными кодами коррекции ошибок. Как уже отмечалось, компакт-диски имеют различные уровни коррекции ошибок, которые зависят, в первую очередь, от характера записанных данных (аудио-, видео- или информационные данные). Цифровые универсальные диски, в свою очередь, обрабатывают всю информацию одинаково, применяя полный цикл коррекции ошибок ко всем секторам.

DVD обрабатывает ошибки главным образом в кадрах ECC. Для выявления и исправления ошибок в кадры данных были введены биты верхнего (столбец) и нижнего (строка) контроля четности. Несмотря на кажущуюся простоту такого решения оно достаточно эффективно. Информация, находящаяся в кадрах данных, вначале разбивается на 192 строки по 172 байт в каждой. После этого с помощью полиномиального уравнения вычисляются 10 байт контроля четности PI, которые добавляются к каждой строке, увеличивая тем самым их длину до 183 байт. С помощью второго полиномиального уравнения вычисляются 16 байт контроля четности PO, которые, в свою очередь, добавляются к каждому столбцу. Таким образом, при добавлении байтов контроля четности PI и PO объем кадров ECC, содержавших вначале 192 строки по 172 байт, увеличивается до 208 строк по 182 байт.

Для того чтобы объяснить функцию байтов верхнего (PO) и нижнего (PI) контроля четности, воспользуемся следующим примером. Рассмотрим два байта, в которых записаны символы "N" и "O" (N = 01001110, O = 01001111). Чтобы ввести код коррекции ошибок, указанные байты организованы в строки, как показано ниже.

	Биты данных							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Байт 1	0	1	0	0	1	1	1	0
Байт 2	0	1	0	0	1	1	1	1

Теперь с помощью функции проверки на нечетность к каждой строке добавляется 1 бит PI. Это значит, что нужно подсчитать количество единичных битов, а затем прибавить бит, имеющий соответствующее значение. Количество единиц в первой строке равно 4, следовательно, для получения нечетной суммы значение бита контроля четности должно быть равно 1. Сумма битов второй строки является нечетным числом, поэтому значение бита контроля четности должно быть равно 0. Посмотрим, что получилось в результате.

	Биты данных								
	1	2	3	4	5	6	7	8	PI
Байт 1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
Байт 2	0	1	0	0	1	1	1	1	0

Значения битов контроля четности для каждого столбца вычисляются точно так же, после чего добавляются к столбцу. Другими словами, значение бита контроля четности должно быть таким, чтобы сумма единиц каждого столбца была нечетным числом.

	Биты данных								|	PI
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Байт 1	0	1	0	0	1	1	1	0	|	1
Байт 2	0	1	0	0	1	1	1	1	|	0
PO	1	1	1	1	1	1	1	0	|	1

Теперь код завершен, и дополнительные биты сохранены вместе с данными. Таким образом, к 2 байт данных добавлены еще 11 бит, предназначенных для коррекции ошибок. Во время считывания данных происходит повторное вычисление битов коррекции ошибок и проверка соответствия условиям нечетности. Теперь в качестве примера изменим значение одного из битов данных (тем самым допустим, что произошла ошибка считывания) и повторим вычисление битов коррекции ошибок.

	Биты данных								|	PI
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Байт 1	0	1	0	0	1	0	1	0	|	0
Байт 2	0	1	0	0	1	1	1	1	|	0
PO	1	1	1	1	1	0	1	0	|	1

Как видите, изменились значения битов PI и PO, вычисленные после считывания данных. В частности, это относится к значениям бита PI в строке 1 и бита PO в столбце 6. Это позволяет точно определить строку и столбец, в которых была совершена ошибка. В данном случае это байт 1 (строка 1), бит 6 (столбец 6). Теперь известно, что этот бит был по ошибке прочитан как 0, поэтому его необходимо изменить на 1. Перед тем как передать данные в систему, схема коррекции ошибок исправляет ошибочное значение. Таким образом, код коррекции ошибок благодаря некоторым дополнительным данным, введенным в каждую строку и столбец, может “на лету” выявлять и исправлять ошибки.

Помимо организации кадров ECC, в DVD также выполняется шифрование данных с помощью технологии сдвига разрядов и чередования частей кадров ECC во время их записи на диск. Эти схемы предназначены для непоследовательного сохранения данных на дисках, что позволяет избежать их повреждения при загрязнении или появлении царапин.

Емкость DVD (слои и стороны)

В настоящее время существует четыре основных типа DVD, которые классифицируются по количеству сторон (одно- или двусторонние) и слоев (одно- и двухслойные).

- **DVD-5** — односторонний однослойный диск емкостью 4,7 Гбайт. Состоит из двух соединенных друг с другом подложек. Одна из них содержит записанный слой, который называется нулевым слоем, вторая совершенно пуста. На однослойных дисках обычно используется алюминиевое покрытие.
- **DVD-9** — односторонний двухслойный диск емкостью 8,5 Гбайт. Состоит из двух штампованных подложек, соединенных таким образом, что оба записанных слоя находятся с одной стороны диска; с другой стороны располагается пустая подложка. Внешний (нулевой) штампованный слой покрыт полупрозрачной золотой пленкой, которая отражает лазерный луч, сфокусированный на данном слое, и пропускает луч, который сфокусирован на нижнем слое. Для считывания обоих слоев используется один лазер с изменяемой фокусировкой.
- **DVD-10** — двусторонний однослойный диск емкостью 9,4 Гбайт. Состоит из двух штампованных подложек, соединенных одна с другой тыльными сторонами. Записанный слой (нулевой слой на каждой стороне) обычно имеет алюминиевое покрытие. Обратите внимание, что диски этого типа являются двусторонними, а считывающий

лазер находится в нижней части накопителя, поэтому для чтения второй стороны диск необходимо извлечь и перевернуть.

- **DVD-18** — двусторонний двухслойный диск емкостью 17,1 Гбайт. Объединяет в себе два слоя записи на каждой стороне. Стороны диска, каждая из которых формируется двумя штампованными слоями, соединяются одна с другой тыльными частями. Внешние слои (слой 0 на каждой стороне диска) покрыты полупрозрачной золотой пленкой, внутренние слои (слой 1 на каждой стороне) имеют алюминиевое покрытие. Отражательная способность однослойного диска составляет 45–85%, двухслойного — 18–30%. Различные отражающие свойства компенсируются схемой автоматической регулировки усиления (APU).

Конструкция DVD различных типов показана на рис. 11.8.

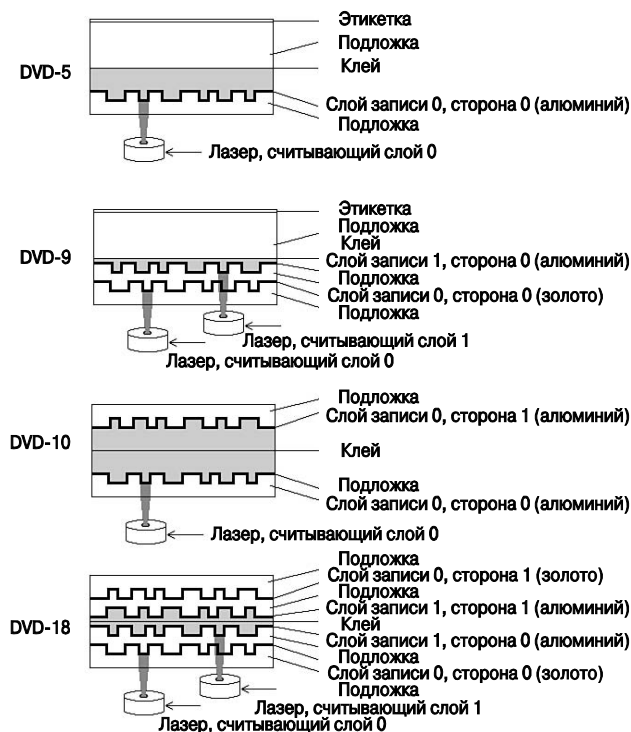


Рис. 11.8. Типы и конструкция DVD

Обратите внимание, что, хотя на рис. 11.8 изображены два лазера, считывающие данные нижней части двухслойных дисков, фактически используется только один. Для чтения данных, расположенных на разных слоях, изменяется только фокусировка лазера.

Существует два способа записи слоев двухслойных дисков: с противоположным (ОТР) и параллельным (РТР) направлением дорожек. Метод ОТР позволяет минимизировать время, затрачиваемое при чтении диска на переход с одного слоя на другой. При достижении внутренней части диска (конца слоя 0) лазерный датчик остается практически в том же положении и лишь немного перемещается для фокусировки на слое 1. Конечная область диска при его записи в режиме ОТР называется *средней зоной*.

Запись (и чтение) спиральных дорожек DVD, записанных в режиме РТР, происходит по-другому. При переходе от слоя 0 к слою 1 лазерный датчик должен переместиться с наружной

части диска (т.е. с конца первого слоя) на его внутреннюю часть (на начало второго слоя). Кроме того, необходимо изменить фокусировку лазера. Для ускорения перехода практически все DVD записываются в режиме OTP.

Отличается и направление спиральных дорожек различных слоев, записанных в режиме РТР. Это позволяет упростить процесс считывания дорожек, расположенных одна над другой. Спиральная дорожка слоя 0 направлена по часовой стрелке, а дорожка слоя 1, в свою очередь, — против часовой стрелки. Поэтому для чтения второго слоя необходимо изменить направление вращения диска, но в дисках OTP считывание спирали происходит снаружи внутрь. Таким образом, спиральная дорожка слоя 0 направлена изнутри наружу, а дорожка слоя 1 — снаружи внутрь.

Различия между DVD, записанными в режимах РТР и OTP, представлены на рис. 11.9.

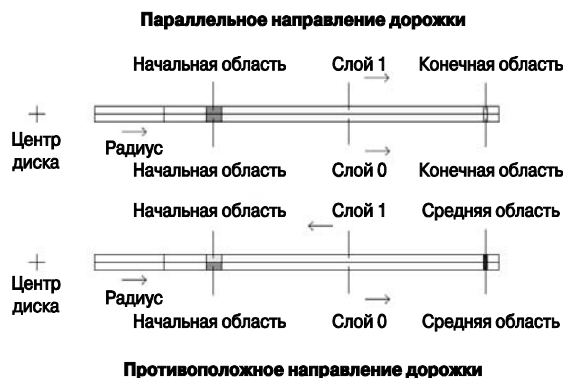


Рис. 11.9. Диски формата DVD, записанные в режимах РТР и OTP

Емкость цифровых универсальных дисков зависит от их типа и достигает 17,1 Гбайт (табл. 11.8).

Таблица 11.8. Емкость DVD

	Однослойный	Двухслойный
Обозначение диска	DVD-5	DVD-9
Байт	4695853056	8535691264
Киббайт	4585794	8335636
Кбайт	4695853	8535691
Мебибайт	4586	8336
Мбайт	4696	8536
Гиббайт	4,6	8,3
Гбайт	4,7	8,5
Видеоданные в формате MPEG-2, мин	133	242
Видеоданные в формате MPEG-2, ч:мин	2:13	4:02
	Однослойный двусторонний	Двухслойный двусторонний
	DVD-10	DVD-18
Байт	9391706112	17071382528
Киббайт	9171588	16671272
Кбайт	9391706	17071383
Мебибайт	9172	16671
Мбайт	9392	17071
Гиббайт	9,2	16,7
Гбайт	9,4	17,1
Видеоданные в формате MPEG-2, мин	266	484
Видеоданные в формате MPEG-2, ч:мин	4:26	8:04

Емкость двухслойных дисков, если вы заметили, немногим меньше емкости двух однослойных дисков, даже несмотря на то, что слои дисков занимают примерно одинаковое пространство (длины спиральных дорожек дисков разных типов одинаковы). Это было сделано для улучшения читаемости слоев дисков в двухслойной конфигурации. Расстояние между витками дорожек было немного увеличено, что повлекло за собой увеличение длины впадин и площадок. Чтобы это компенсировать, частота вращения накопителя при чтении двухслойного диска увеличивается, в результате чего скорость передачи данных остается постоянной. Но, поскольку спиральная дорожка считывается быстрее, общая емкость диска немного уменьшается.

Помимо перечисленных типов стандартной емкости, могут изготавливаться и двусторонние диски, имеющие один слой на одной стороне и два слоя на другой. Диски этого типа обозначаются как *DVD-14* и имеют емкость 13,2 Гбайт или примерно 6 ч и 15 мин. видеоданных формата MPEG-2. Существуют также 80-миллиметровые диски, емкость которых меньше емкости стандартных 120-миллиметровых дисков той же конфигурации.

Двусторонние диски отличаются повышенной сложностью технологического процесса и более высокой стоимостью, а также тем, что для воспроизведения обеих сторон диск приходится извлекать из накопителя и переворачивать. Все это привело к тому, что наибольшее распространение получили диски DVD-5 (односторонние однослойные) и DVD-9 (односторонние двухслойные). Емкость дисков этого типа достигает 8,5 Гбайт, что составляет 242 мин. воспроизведения видеоданных формата MPEG-2. Видеодиски DVD-5 со 133-минутным воспроизведением подходят для записи более чем 95% существующих в настоящее время кинофильмов.

Примечание

При просмотре фильма, записанного на двухслойном DVD, в начале воспроизведения второго слоя возникнет небольшая пауза. Ничего страшного в этом нет, потому что пауза настолько коротка, что если вы в этот момент моргнете, то можете ее и не заметить.

Кодирование данных на диске

Как и в компакт-дисках, значения битов не определяются непосредственно параметрами впадин и площадок, образующих спиральную дорожку. Для этого используются переходы от впадины к площадке и от площадки к впадине, или, иначе говоря, изменения отражательной способности. Дорожка диска разделена на одноразрядные регистры или временные интервалы (Т), а длина впадины или площадки, используемой для представления данных, должна составлять не менее 3Т и не более 11Т интервалов (регистров). Впадина (или площадка) длиной 3Т имеет значение 1001, а впадина (или площадка) длиной 11Т — 10000000001.

Запись данных выполняется посредством модуляции 8/16, которая является модифицированной версией EFM-модуляции (т.е. 8/14), используемой в компакт-дисках. Поэтому метод иногда называется EFM+. Модуляция EFM представляет собой процесс преобразования каждого байта (8 бит) в 16-разрядное значение для снижения плотности впадин на оптическом диске; 16-разрядные коды преобразования разработаны таким образом, что не могут содержать менее 2 и более 10 смежных битов, имеющих нулевое значение (0). Эта форма кодирования с ограничением длины поля записи получила название RLL 2,10 (в общем виде — RLL x,y , где x — минимальное, а y — максимальное значение поля записи нулевых битов). Такая схема позволяет избежать появления длинных строк нулевых битов (нулей), которые могут быть считаны неправильно, а также ограничить минимальную и максимальную частоты переходов, существующих на носителе записи. В отличие от EFM-модуляции, применяемой при записи компакт-дисков, в этом случае объединяющие биты не используются. Кроме того, 16-разрядные коды модуляции рассчитаны на то, чтобы не нарушать форму RLL 2,10 при отсутствии объединяющих битов. Уже упоминалось о том, что EFM-модуляция требует не менее 17 бит для представления каждого байта на компакт-диске (из-за дополнительных объединяющих байтов и байтов синхронизации). Модуляция EFM+ несколько превосходит предыдущий метод, так как для представления каждого кодированного байта требуется только 16 бит.

Несмотря на то что в модуляции, сгенерированной EFM+, допускается не более 10 смежных нулей, биты синхронизации, добавленные при записи диска, могут содержать до 13 нулей (0). Таким образом, временной период между единицами (1), записанными на диске, может достигать 14T; т.е. длина впадины или площадки в этом случае составляет 14 временных интервалов или одноразрядных регистров.

Стандарт Blu-ray Disc

В феврале 2002 года девять ведущих компаний, занимающихся производством оптических запоминающих устройств, анонсировали начальные спецификации стандарта Blu-ray Disc, представляющего собой формат оптического диска CD/DVD большой емкости. Blu-ray Disc является полностью перезаписываемым форматом. В мае 2002 года была выпущена спецификация Blu-ray Disk 1.0, а в апреле 2003 года компания Sony выпустила на рынок первое устройство записи на основе дисков Blu-ray — модель BDZ-S77. В январе 2006 года была выпущена вторая спецификация для дисков BD-RE. Этот формат позволяет записывать до 25 Гбайт данных или более 11 часов непрерывного видео на одностороннем однослойном диске диаметром 120 мм (его размеры соответствуют параметрам существующих дисков CD и DVD) с помощью сине-фиолетового лазера с длиной волны 405 нм (нанометров). Были выпущены также и накопители BD, которые способны записать на двухслойные диски более 50 Гбайт информации. Согласно спецификации Blu-ray совместимость с обычными компакт-дисками и DVD не ставится во главу угла, однако многие производители ее обеспечили. На самом деле все анонсированные накопители Blu-ray полностью совместимы с обычными компакт-дисками и DVD. В настоящее время на рынке еще мало представлено материалов, записанных на дисках Blu-ray. С другой стороны, на один такой носитель можно записать 4,5-часовой фильм высокого качества или до 13 часов телепрограмм. Как и в случае с DVD, поддерживается стандартная технология сжатия MPEG-2.

Примечание

Если на диске смешивать записи высококачественного и обычного видео, на однослойный диск можно записать 2,5 часа первого и 2 часа второго. В двухслойных дисках Blu-ray эти показатели вдвое выше. Естественно, продолжительность записи зависит и от скорости потока, и диски Blu-ray предлагают для этого несколько вариантов.

Спецификация Blu-ray Disc 1.0 включает несколько форматов.

- **BD-ROM.** Предназначен для “штампованных” дисков.
- **BD-R.** Предназначен для однократной записи компьютерных данных.
- **BD-RW.** Предназначен для многократной записи компьютерных данных.
- **BD-RE.** Предназначен для многократной записи данных HDTV.

В январе 2006 года формат BD-RE (формат перезаписываемых дисков для записи передач HDTV) был пересмотрен и обновлен. В результате была представлена спецификация BD-RE 2.0.

При чтении/записи стандартных компакт-дисков используются инфракрасный лазер с длиной волны 780 нм и линза с числовой апертурой 0,45. В DVD используется красный лазер с длиной волны 650 нм и линза, числовая апертура которой равна 0,60. В дисках формата Blu-ray используются сине-фиолетовый лазер с более короткой волной, длина которой равна 405 нм, и линза с числовой апертурой 0,85. *Числовая апертура* определяет параметры освещения, учитывая при этом свойства линзы, а также фокусное расстояние и коэффициент относительного увеличения. Величина числовой апертуры равна синусу максимального угла наклона светового потока, проходящего через линзу. Например, линза, используемая в накопителе CD-ROM, собирает пучок света под углом 26,7°, поэтому числовая апертура линзы в данном случае вычисляется как $\sin(26,7)$, что составляет 0,45. Для сравнения: линза накопителя DVD собирает пучок света под углом 36,9°, т.е. апертура линзы вычисляется по формуле $\sin(36,9) = 0,60$. В накопителях Blu-ray световые лучи могут войти в линзу под углом до 58,2°.

Таким образом, числовая апертура линзы составляет $\text{Sin}(58,2) = 0,85$. Линзы с более высокой числовой апертурой пропускают световые лучи, входящие в линзу под большим углом наклона, создавая таким образом изображение с более высоким разрешением.

Величина апертуры обратно пропорциональна фокусному расстоянию и прямо пропорциональна коэффициенту относительного увеличения. Линза, используемая в дисковом CD-ROM, обеспечивает увеличение примерно в 20 раз, линза накопителя DVD — приблизительно 40-кратное увеличение, а линза Blu-ray — примерно 60-кратное. Увеличение размеров изображения связано с тем, что расстояние между дорожками на диске Blu-ray уменьшено до 0,32 мкм, что составляет примерно половину соответствующего параметра стандартного DVD. Плотность записи данных дисков этого типа довольно высока, поэтому для их хранения используются кассеты простой конструкции, защищающие поверхность диска от пыли, отпечатков пальцев и царапин.

Стандарт HD-DVD

Данный стандарт, также известный как Advanced Optical Disc (AOD), — это еще один формат оптических дисков следующего поколения с использованием синего лазера, разработанный компаниями Toshiba и NEC. Стандарт HD-DVD очень похож на стандарт Blu-ray (но не совместим с ним) и также использует синий лазер для обеспечения высокой емкости. На записываемых дисках HD-DVD-R может поместиться до 15 Гбайт (на однослойном диске) или 30 Гбайт (на двухслойном) данных. На перезаписываемых дисках HD-DVD-RW может поместиться до 20 Гбайт (на однослойном диске) или 32 Гбайт (на двухслойном) информации. Консорциум DVD Forum утвердил формат HD-DVD в качестве преемника формата DVD.

Сравнительная характеристика спецификаций Blu-ray, DVD и HD-DVD приведена в табл. 11.9.

Таблица 11.9. Сравнение спецификаций Blu-ray Disc, HD-DVD и DVD

Тип диска	Blu-ray Disc (BD)	HD-DVD ROM	DVD
Длина волны лазера, нм	405	405	650
Числовая апертура	0,85	0,65	0,60
Емкость (1 слой), Гбайт	25	15	4,7
Емкость (2 слоя), Гбайт	50	30	8,5
Обычное видео (1 слой), ч	11,5	6,9	2
Обычное видео (2 слоя), ч	23	13,8	4
Высококачественное видео (1 слой), ч	4,5	2,7	—
Высококачественное видео (2 слоя), ч	9	5,4	—
Видеокодеки	MPEG-4 AVC (H.264), VC-1, MPEG-2	MPEG-4 AVC (H.264), VC-1, MPEG-2	MPEG-2
Дополнительные аудиокодеки без потерь: MLP (TrueHD) (2- и 8-канальный) ¹	Linear PCM Linear PCM/MLP (True HD) (2-канальный, 8-канальный) ¹	Linear PCM (2-канальный)	
Аудиокодеки с потерями	Dolby Digital Plus/DTS/Dolby Digital/MPEG Audio	Dolby Digital Plus/DTS/Dolby Digital/MPEG Audio	Dolby Digital/MPEG Audio
Максимальная пропускная способность, Мбит/с	54	36,55	11,08
Защита содержимого	128-разрядная AACS	128-разрядная AACS	40-разрядная CSS
Максимальное разрешение видео	1920×1080 (HDTV)	1920×1080 (HDTV)	720×480 (SDTV)

1. Для поддержки 8 каналов требуется HDMI 1.1. В большинстве домашних кинотеатров используются 2 канала или кодеки с потерями для объемного звука 5.1 или 7.1.

К сожалению, разработка формата HD-DVD и его поддержка консорциумом DVD Forum еще не означает, что не развиваются другие форматы DVD следующего поколения. Продукция Blu-ray и HD-DVD впервые появилась на рынке в 2006 году.

Несмотря на то что уже появились комбинированные приводы Blu-ray/HD-DVD, также поддерживающие старые стандарты CD и DVD (первенцем был привод Super Multi Blue от

компании LG), пройдет еще не один год, пока какая-нибудь из этих технологий вытеснит с рынка DVD¹.

Примечание

Более подробно о технологиях Blu-ray Disc и HD-DVD можно узнать на сайтах www.blu-raydisc.com и www.dvdforum.org соответственно.

Форматы оптических носителей

Существует множество стандартов и форматов накопителей/носителей CD-ROM и DVD. В следующих разделах описываются форматы и файловые системы накопителей CD-ROM/DVD, которые помогут убедиться в совместимости записанного диска с тем или иным накопителем.

Форматы компакт-дисков и накопителей

После создания формата Red Book CD-DA, который упоминался в начале главы, компании Philips и Sony начали работу над стандартами других форматов, позволяющими сохранять на компакт-дисках данные, видеоматериалы или фотографии. Эти стандарты определяют способ форматирования данных, в соответствии с которым выполняется их считывание. В свою очередь, дополнительные форматы файлов определяют структуру драйверов и программного обеспечения компьютера, позволяющую правильно распознать и интерпретировать считанные данные. Обратите внимание, что геометрические параметры компакт-диска и организация структуры данных, обусловленные стандартом Red Book, были приняты всеми последующими стандартами CD. Это относится к кодированию данных и основным уровням коррекции ошибок, которые поддерживаются дисками CD-DA. Остальные “книжки” определяют, в первую очередь, методы обработки 2352 байт, содержащихся в каждом секторе, типы сохраняемых данных, способы их форматирования и т.п.

Всю официальную документацию по CD-стандартам можно приобрести в компании Philips по весьма умеренным ценам. Для получения дополнительной информации обратитесь на сайт www.licensing.philips.com.

В табл. 11.10 перечислены форматы компакт-дисков.

Таблица 11.10. Форматы компакт-дисков

Формат	Наименование	Год появления	Примечания
Red Book	CD-DA (цифровые аудиокомпакт-диски)	1980 (Philips и Sony)	Оригинальный стандарт аудиокомпакт-дисков, на базе которого были созданы все последующие стандарты CD
Yellow Book	CD-ROM (компьютерные компакт-диски)	1983 (Philips и Sony)	Определяет дополнительные коды ECC и EDC для данных, расположенных в секторах различных форматов, в том числе Mode 1 и Mode 2
Green Book	CD-i (интерактивные компакт-диски)	1986 (Philips и Sony)	Интерактивный стандарт аудио/видео (сейчас уже устаревший) для специализированных некомпьютерных проигрывателей и дисков, используемых для интерактивных презентаций. Определяет форматы секторов Mode 2, Form 1 и Mode 2, Form 2, а также стандарты сжатия видео- (MPEG-1) и аудиоданных (ADPCM)
CD-ROM XA	CD-ROM XA (с расширенной архитектурой)	1989 (Philips, Sony и Microsoft)	Объединяет стандарты Yellow Book и CD-i, что позволяет ПК использовать аудио- и видеовозможности CD-i
Orange Book	CD-R (recordable) и CD-RW (rewritable)	1989 (Philips и Sony) (части I и II); 1996 (Philips и Sony) (часть III)	Определяет параметры односеансовой, многосеансовой и пакетной записи перезаписываемых дисков: часть I — CD-MO (магнитооптические диски); часть II — CD-R (записываемые диски); часть III — CD-RW (перезаписываемые диски)

¹ В начале 2008 года было официально объявлено о прекращении поддержки производителями формата HD-DVD, что знаменовало его проигрыш в конкурентной борьбе с Blu-ray. — *Примеч. ред.*

Формат	Наименование	Год появления	Примечания
Photo-CD	CD-P	1990 (Philips и Kodak)	Объединяет стандарт CD-ROM XA с многоканальными возможностями CD-R, что позволяет сохранять фотографии на дисках CD-R
White Book	Video CD	1993 (Philips, JVC, Matsushita и Sony)	Создан на основе стандартов CD-i и CD-ROM XA и предназначен для хранения видеоданных (MPEG-1) и цифровых аудиоданных (ADPCM) объемом до 74 мин
Blue Book	CD EXTRA (ранее CD-Plus)	1995 (Philips и Sony)	Многоканальный формат штампованных серийных дисков, используемый музыкантами и исполнителями для записи видеофрагментов, примечаний и другой информации, относящейся к музыкальным компакт-дискам
Purple Book	CD Double-Density	2000 (Philips Sony)	Версии CD-ROM, CD-R и CD-RW с удвоенной плотностью записи (1,3 Гбайт) (DD-ROM, DD-R и DD-RW)
Scarlet Book	Super Audio CD	1999 (Philips и Sony)	Высокочастотные музыкальные диски (4,7 Гбайт), гибридные диски SA-CD с поддержкой CD-DA для совместимости с обычными плеерами
DualDisc	DualDisc	2004 (Sony, BMG, EMI, Universal Music Group и Warner Music Group)	Двусторонний диск — одна сторона представляет модифицированный формат CD-DA, вторая — DVD Video для видео и прочего содержимого. Несколько толще дисков CD и DVD

Red Book — CD-DA

Стандарт Red Book, представленный компаниями Philips и Sony в 1980 году, является прародителем всех спецификаций компакт-дисков. Все другие “книги” или форматы были созданы на основе оригинального формата CD-DA Red Book. Стандарт Red Book определяет основные параметры диска, звуковую спецификацию, структуру диска, оптические характеристики, системы модуляции и коррекции ошибок, а также систему управления и отображения данных. Последняя редакция стандарта Red Book была опубликована в мае 1999 года.

Более подробно об этом стандарте шла речь в разделе “Немного истории”.

Yellow Book — CD-ROM

Стандарт Yellow Book впервые был опубликован компаниями Philips, Sony и Microsoft в 1983 году и с тех пор несколько раз пересматривался и редактировался. В этом стандарте были приняты за основу геометрические параметры компакт-диска, определенные исходным стандартом CD-DA или Red Book, и добавлен дополнительный код коррекции ошибок, что позволило повысить надежность хранения данных. Были также введены дополнительная синхронизация и заголовочная информация, дающие возможность более точно определять местоположения секторов. Стандарт Yellow Book определяет два способа разбиения на секторы: режим 1 (Mode 1), содержащий код коррекции ошибок, и режим 2 (Mode 2), определяющий различные уровни схем обнаружения и исправления ошибок. Существуют некоторые типы данных (например, компьютерные файлы), совершенно не допускающие ошибок. В то же время данные других типов, например видеоизображения и звуковые файлы, допускают некоторое количество ошибок, возможных при их считывании. При работе в режиме, не содержащем коды коррекции ошибок, увеличивается объем сохраняемых пользовательских данных, но вместе с тем повышается вероятность появления неисправленных ошибок.

В 1989 году стандарт Yellow Book был выпущен Международной организацией по стандартам (ISO) в качестве международного, получившего название *ISO/IEC 10149, Data Interchange on Read-Only 120mm Optical Discs (CD-ROM)*. Последняя редакция стандарта Yellow Book была опубликована в мае 1999 года.

Green Book — CD-i

Стандарт Green Book был опубликован компаниями Philips и Sony в 1986 году. Green Book (CD-i) является не просто форматом диска — это полная спецификация всей интерактивной системы, в которую входят специализированные аппаратные устройства (проигрыватели), под-

ключаемые к телевизору, программное обеспечение, предназначенное для согласования видеоизображения и звука в реальном времени, а также носители и форматы. Проигрыватель CD-i фактически является отдельным компьютером, созданным на базе процессора Motorola 68000 и работающим в операционной системе Microware OS/9 Real Time Operating System.

Стандарт CD-i позволяет звуковым и видеоданным совместно использовать дисковое пространство, а также поддерживает технологию чередования информации для синхронизации изображений и звуков. Для согласования звуков и изображений, занимающих рабочее пространство диска, первоначально предназначенного только для хранения звуковых файлов, предусмотрено сжатие данных. Сжатие видеоданных осуществлялось посредством стандарта компрессии MPEG-1 (Moving Picture Experts Group-1), а сжатие звука — с помощью *адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции* (ADPCM). Последняя представляет собой алгоритм кодирования звука, который позволяет примерно вдвое по сравнению с PCM (Pulse-Code Modulation) сократить объем занимаемого пространства, не теряя при этом качества звучания. Снижение качества звука, достигаемое уменьшением частоты дискретизации или числа битов в выборке, еще более сокращает занимаемое пространство. С помощью стандарта ADPCM на один компакт-диск можно записать до 8 часов стереофонического или до 16 часов монофонического звука. “Дифференциальная” часть ADPCM выражается в записи изменения сигнала (посредством только 4-разрядных чисел), что приводит к уменьшению общего объема служебных данных. Звуковые данные ADPCM могут чередоваться с изображениями в приложениях формата CD-i и CD-ROM XA.

Стандарт Yellow Book определяет две структуры секторов CD-ROM, которые называются *режим 1* (Mode 1) и *режим 2* (Mode 2). В Green Book (CD-i) было усовершенствовано определение сектора Mode 2 благодаря добавлению двух форм, получивших название *режим 2, форма 1* (Mode 2, Form 1) и *режим 2, форма 2* (Mode 2, Form 2). Определение сектора Mode 2, Form 1 содержит код коррекции ошибок (ECC); при этом, подобно секторам Mode 1 стандарта Yellow Book, для хранения данных используется 2048 байт. Кроме того, 8 байт, ранее не используемых (пустых или нулевых), служат подзаголовком, содержащим дополнительную информацию, относящуюся к сектору. Определение Mode 2, Form 2 не предусматривает наличия ECC, что позволяет использовать для хранения данных 2324 байт. Секторы Form 2, не содержащие ECC, могут применяться только для хранения звуковой или видеоинформации, так как эти данные допускают некоторые ошибки при считывании.

Следует заметить, что ПК не могут работать с дисками CD-i без специальных драйверов. Более того, поскольку практически все файлы таких компакт-дисков записаны в формате OS/9, ПК даже не сможет их “увидеть”! Тем не менее уже существуют драйверы, позволяющие распознать файлы этого типа, а некий предприимчивый пользователь даже написал эмулятор CD-i, получивший название *CD-iCE*, благодаря которому можно выполнять приложения CD-i на обычном домашнем ПК. Для получения более подробной информации об эмуляторе CD-iCE обратитесь по адресу www.emuhq.com/cdi.

Сегодня формат CD-i считается устаревшим. Его последняя редакция была опубликована в мае 1994 года, а в 1998 году компания Philips продала весь каталог пользователей CD-i компании Infogrames Multimedia. Последний проигрыватель дисков CD-i был выпущен Philips в 1999 году, и весьма сомнительно, что новые модели когда-либо еще появятся. Возможности CD-i нашли воплощение в других форматах, использующих спецификации, создаваемые когда-то для CD-i. Например, структуры секторов Mode 2, Form 1 и Form 2 используются в стандарте CD-XA, а формат видеоданных MPEG-1 пригодился для стандарта White Book (CD-Video).

CD-ROM XA

Стандарт CD-ROM XA впервые был опубликован компаниями Philips, Sony и Microsoft в 1989 году и рассматривался в качестве дополнения к стандарту Yellow Book. Он переносит некоторые возможности, ранее определенные стандартом Green Book (CD-i), в стандарт Yellow Book (CD-ROM). В целом стандарт Yellow Book был дополнен тремя основными функ-

циями. Первой из них является расширенное определение секторов Mode 2, получившее название *формы*; вторая представляет собой чередование (или смешивание) звуковых и видеоданных; третья — это стандарт сжатия звуковых данных ADPCM. Последняя редакция стандарта CD-ROM XA была опубликована в мае 1991 года.

Чередование фрагментов

Накопители CD-ROM XA используют метод, называемый *чередованием (interleaving)*. На дисках, записанных в соответствии со стандартом XA, перемежаются фрагменты, содержащие разную по своей природе информацию. При этом в начале каждого фрагмента записывается специальный код, по которому накопитель может определить, с каким видом данных ему предстоит иметь дело на данном участке дорожки — со звуком, текстовой информацией или графическим изображением. Изображения могут быть неподвижными, анимационными или полноценными видеофрагментами. Порядок следования фрагментов может быть совершенно произвольным. Например, на участке дорожки сначала может быть записан видеокادر, после — сегмент со звуковым сопровождением, затем — следующий кадр и т.д. Эти фрагменты в накопителе считываются последовательно, запоминаются в буферной памяти, а затем пересылаются в компьютер, где и происходит их окончательная взаимная синхронизация.

В результате, хотя данные считываются не одновременно (фрагментами), их “выдача” потребителю происходит синхронно, как было предусмотрено создателями конкретного компакт-диска.

Режимы и формы секторов

Режим 1 (Mode 1) является форматом сектора стандарта Yellow Book, содержащего коды ECC и EDC, которые обеспечивают безошибочную работу системы. Структура сектора в режиме 1 приведена в табл. 11.11 и 11.12.

Таблица 11.11. Структура сектора в режиме 1, определенная стандартом Yellow Book (CD-ROM)

Байты контроля четности Q и P	784
Подкодовые байты	98
Байты синхронизации	12
Байты заголовка	4
Байты данных	2048
Байты EDC	4
Пустые (нулевые) байты	8
Байты ECC	276
Количество байтов в секторе RAW (некодированных)	3234

Таблица 11.12. Формат сектора в режиме 1 стандарта Yellow Book (CD-ROM)

Синхронизация	Заголовок	Пользовательские данные	EDC	Пустые (нулевые)	ECC
12	4	2048	4	8	276

В оригинальном стандарте Yellow Book режим 2 (Mode 2) был определен как сектор, не содержащий кодов ECC или EDC. К сожалению, режим 1 (включающий ECC и EDC) не может чередоваться с режимом 2 на одном музыкальном или информационном компакт-диске. Для согласования данных разных типов на одной дорожке в стандарт Green Book (CD-i) были введены дополнительные подгруппы форматов сектора, которые впоследствии вошли в расширения CD-ROM XA. Это позволило чередовать или “смешивать” на одном диске информацию, не допускающую каких-либо ошибок (например, выполняемые программы или служебные данные), с информацией, допускающей некоторые ошибки (например, звуковые или видеоданные). Существует два варианта записи секторов в режиме 2 (Mode 2) — в форме 1 (Form 1) и форме 2 (Form 2). Структура сектора в режиме 2 и формах 1 и 2 приведена в табл. 11.13–11.16.

Таблица 11.13. Структура сектора в режиме 2, форме 1, определенная стандартом Green Book/CD-ROM XA

Байты контроля четности Q и P	784
Подкодовые байты	98
Байты синхронизации	12
Байты заголовка	4
Байты подзаголовка	8
Байты данных	2048
Байты кода обнаружения ошибок (EDC)	4
Байты кода коррекции ошибок (ECC)	276
Количество байтов в секторе RAW (некодированные)	3234

Таблица 11.14. Формат сектора в режиме 2, форме 1 стандарта Green Book/CD-ROM XA (расширение Yellow Book)

Синхронизация	Заголовок	Подзаголовок	Пользовательские данные	EDC	ECC
12	4	8	2048	4	276

Таблица 11.15. Структура сектора в режиме 2, форме 2, определенная стандартом Green Book/CD-ROM XA

Байты контроля четности Q и P	784
Подкодовые байты	98
Байты синхронизации	12
Байты заголовка	4
Байты подзаголовка	8
Байты данных	2324
Байты кода обнаружения ошибок (EDC)	4
Количество байтов в секторе RAW (некодированных)	3234

Таблица 11.16. Формат сектора в режиме 2, форме 2 стандарта Green Book/CD-ROM XA (расширение Yellow Book)

Синхронизация	Заголовок	Подзаголовок	Пользовательские данные	EDC
12	4	8	2324	4

В режиме 2 в обеих формах добавлены поля подзаголовков, которые идентифицируют тип информации (например, аудио или видео). В форме 2 отсутствует код коррекции ошибок, поэтому увеличивается размер данных по сравнению с формой 1. Сектор этого типа используется для хранения звуковых или видеоданных, при обработке которых возможны ошибки.

Удаление кода коррекции ошибок в режиме 2, форме 2 (например, компакт-диск с видео в формате MPEG) приводит к тому, что увеличивается размер полезных данных и в результате повышается скорость их передачи — до 174,3 Кбайт/с вместо стандартных 153,6 Кбайт/с. Обратите внимание, что секторы в режиме 2, форме 2 никогда не используются для хранения данных или программных файлов, так как информация этого типа не допускает каких-либо ошибок. Более приемлемым вариантом является использование секторов в режиме 2, форме 1.

Звуковые фрагменты для воспроизведения в полностью XA-совместимом устройстве (в форме 2) должны быть записаны по методу адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ADPCM). Это означает, что в накопителе или контроллере SCSI должен быть установлен специализированный процессор для обработки звуковых сигналов.

В связи с этим большинство современных накопителей CD-ROM оказываются лишь частично XA-совместимыми. В них можно считывать смежные фрагменты данных разных типов и диски с многократной записью, но, как правило, в накопителях или контроллерах не устанавливаются звуковые процессоры системы ADPCM.

Orange Book

Стандарт перезаписываемых компакт-дисков Orange Book впервые был опубликован компаниями Philips и Sony в 1989 году. Orange Book состоит из трех частей: часть I описывает перезаписываемый формат CD-MO (магнитооптический), который был предан забвению еще

до появления первых компакт-дисков этого типа на рынке; часть II (1989) описывает CD-R, а часть III (1996) — CD-RW. Следует отметить, что компакт-диски CD-R изначально назывались CD-WO (Write-Once — с однократной записью), а CD-RW, в свою очередь, назывались CD-E (Erasable — стираемые).

Структура CD-R, описанная в части II стандарта Orange Book, представляет собой формат с однократной записью и многократным считыванием (Write Once Read Mostly — WORM). После завершения записи CD-R данные не могут быть изменены или дописаны. Записываемые CD-R совместимы со стандартами Red Book и Yellow Book, т.е. читаются стандартными накопителями CD-DA или CD-ROM. Определение CD-R, описанное в части II стандарта Orange Book, разделено, в свою очередь, на два тома. Том 1 определяет скорости записи 1x, 2x и 4x (соотносящиеся со стандартными скоростями дисководов); последняя редакция этого тома (версия 3.1) опубликована в декабре 1998 года. Том 2 определяет скорости записи при быстроедействии дисководов, достигающем 16x; последней была версия 0.9, опубликованная в декабре 2000 года.

Часть III стандарта Orange Book описывает CD-RW. Как следует из названия, CD-RW позволяют не только записывать или считывать данные, но также удалять и перезаписывать информацию в дополнение к обычным функциям чтения и записи. Определение CD-RW, описанное в части III стандарта Orange Book, также состоит из двух томов. Том 1 определяет скорости записи 1x, 2x и 4x; версия 2.0, которая является последней, датируется августом 1998 года. Том 2 определяет скорости записи от 4x до 10x и называется иногда высокоскоростным CD-RW; его последняя версия 1.0 опубликована в сентябре 2002 года.

Одним из наиболее важных свойств спецификации Orange Book является возможность многосессионной записи компакт-дисков.

Многосессионная запись

До того как была создана спецификация Orange Book, компакт-диски записывались только одной сессией. *Сессия* представляет собой нулевую дорожку, за которой следуют одна или несколько звуковых или информационных дорожек, завершенных конечной областью (зоной). Нулевая дорожка занимает на диске 4500 секторов (1 мин или около 9,2 Мбайт данных). Данные, расположенные на нулевой дорожке, указывают, является ли этот диск многосессионным, а также определяют следующий записываемый адрес диска (если, конечно, на диске есть свободное место). Первая конечная область (или единственная, если диск является односессионным либо записан в режиме Disk At Once) занимает 6750 секторов (1,5 мин или примерно 13,8 Мбайт данных). В мультисессионных дисках любые последовательные конечные области занимают 2250 секторов (30 с или 4,6 Мбайт данных).

Многосессионный компакт-диск содержит несколько сессий, каждая из которых имеет собственную нулевую дорожку и конечную зону. Наличие нулевой и конечной дорожек является обязательным для каждой сессии, что приводит к уменьшению свободного дискового пространства. Например, 48 сессий, созданных даже без записи пользовательских данных, занимают практически все пространство 74-минутного диска! Следовательно, число сессий, которые могут быть записаны на диске, должно быть гораздо меньше указанной величины.

Накопители CD-DA и первые CD-ROM могут считывать не более одной сессии, поэтому односессионный метод записи является наиболее распространенным для штампованных компакт-дисков. Стандарт Orange Book поддерживает многосессионную запись и определяет три основных метода (режима) записи:

- Disk-at-Once (DAO);
- Track-at-Once (TAO);
- пакетная запись.

Disk-at-Once

Это метод односессионной записи компакт-дисков, при котором нулевая дорожка, дорожки данных и конечная область диска записываются в течение одной операции без отключения записывающего лазера, после чего содержимое диска уже не подлежит изменению. Диск считается “закрытым” в том случае, если последняя (или единственная) нулевая дорожка записана полностью и не содержит в себе следующего используемого адреса. В этом случае записывающее устройство не сможет записать какие-либо дополнительные данные на компакт-диск. Обратите внимание, что для чтения диска стандартным накопителем CD-ROM “закрывать” диск совершенно необязательно.

Track-at-Once

Для записи многосессионных дисков обычно используется метод Track-at-Once (ТАО), или режим пакетной записи. При выполнении записи методом Track-at-Once каждая дорожка сессии записывается отдельно (лазер включается и выключается), после чего сессия закрывается. Закрывание сессии представляет собой процесс такой записи конечной области, чтобы к этой сессии уже нельзя было добавить дополнительные дорожки. Закрывание диска, в свою очередь, означает невозможность записи дополнительных сессий.

Дорожки, записанные в режиме ТАО, обычно отделяются одна от другой двухсекундными интервалами. Каждая записанная дорожка содержит 150 служебных секторов, используемых для входа, выхода, создания интервалов и связывания. Накопители CD-R/RW позволяют читать дорожки даже при открытой сессии, но для чтения дорожек в накопителях CD-DA или CD-ROM сессию необходимо закрыть. Для записи дополнительных сессий закрывать сам диск не следует, достаточно закрыть сессию, после чего можно начать следующую сессию и записать еще несколько дорожек. Самое главное: не забывайте, что перед записью дорожек предыдущая сессия должна быть закрыта, т.е. следует создать конечную область. Это же условие является необходимым при чтении дорожек сессии обычными накопителями CD-DA или CD-ROM.

Пакетная запись

Этот метод используется для выполнения нескольких записей на одной дорожке, что позволяет уменьшить нерационально используемое дисковое пространство. В каждом пакете используется четыре сектора для входа, два — для выхода и один — для связывания. Пакеты могут иметь фиксированную или переменную длину, но большинство накопителей, как и программы пакетной записи, используют фиксированную длину, упрощая тем самым способы обработки пакетов.

При записи пакетов обычно используется файловая система UDF (Universal Disk Format), позволяющая работать с компакт-дисками практически так же, как и с гибкими дисками большой емкости. Файлы можно “перетаскивать”, копировать на диск с помощью соответствующих команд и т.д. Всем этим управляют программное обеспечение пакетной записи и файловая система UDF. Во время пакетной записи диска CD-R складывается впечатление, что удаленный или перезаписанный файл исчезает. На самом деле при этом пространство, занимаемое данным файлом, не освобождается. Файловая система просто “забывает” о нем. При записи диска CD-RW освободившееся пространство используется снова, и диск заполняется “под завязку” только в том случае, если общий объем активных файлов превышает объем диска.

К сожалению, различные версии Windows, вплоть до Windows XP, не обеспечивают поддержку пакетной записи или непосредственно файловой системы UDF. Поэтому для чтения дисков, созданных методом пакетной записи, придется установить соответствующие драйверы, а для записи дисков — воспользоваться специальными приложениями. К счастью, накопители CD-RW обычно поставляются вместе с необходимым программным обеспечением. Одной из наиболее распространенных программ пакетной записи является DirectCD, созданная компанией Roxio. С сайта компании Roxio можно также совершенно бесплатно загрузить универсальное приложение для чтения дисков UDF, которое позволяет считывать диски в

формате UDF 1.5 (записанные пакетным методом) практически на любом носителе CD-ROM или CD-RW.

Система Windows Vista обеспечивает более полную поддержку формата UDF. Она способна выполнять форматирование в так называемой “живой файловой системе” (Live File System; так компания Microsoft окрестила формат UDF 2.01), в более старых системах UDF 1.02 и 1.5, а также в последней системе UDF 2.5. Диски с файловой системой UDF 2.01 могут быть прочитаны системами Windows XP/2003/Vista; в последнем случае поддерживается перемещение файлов методом перетаскивания мышью. Файловая система UDF 1.02 создавалась для использования с носителями DVD-RAM; она поддерживается в Windows 98 и многими компьютерами Apple. UDF версии 1.5 совместима с системами Windows 2000/XP/2003/Vista, а также с Linux с версией ядра от 2.6 и выше. UDF 2.5 поддерживается системой Vista. Для поддержки этой файловой системы в Linux следует использовать версию ядра 2.6.20 и выше. Необходимую для этого “заплатку” можно загрузить по адресу <http://sourceforge.com>.

Примечание

Система Windows Vista использует файловую систему UDF 2.01 по умолчанию при форматировании компакт-дисков CD и DVD. Для переключения между режимами Live File System и Mastered (без поддержки перетаскивания файлов), а также для изменения версии системы UDF нужно щелкнуть на кнопке Показать параметры форматирования.

Примечание

Операционная система Windows XP обеспечивает ограниченную поддержку CD-RW в виде так называемого *прикладного программного интерфейса образа диска (IMAPI)*, который позволяет временно (поэтапно) сохранять данные на жестком диске перед их непосредственной записью на компакт-диск в течение одной сессии. При дописывании диска имейте в виду, что каждая дополнительная сессия приводит к появлению “лишних” 50 Мбайт служебных данных. Для чтения дисков в формате UDF 1.5 или более поздних, записанных пакетным методом, необходимо, как и в предыдущих версиях Windows, установить программу считывания UDF. Вместо использования IMAPI рекомендуется установить программу записи компакт-дисков сторонних разработчиков, которая обеспечивает поддержку пакетной записи UDF. К программам подобного рода относятся Easy Media Creator (компания Roxio) и Nero Premium (от Nero AG).

При извлечении диска, записанного пакетным методом, из устройства программа обычно спрашивает, желаете ли вы, чтобы диск был видимым на обычных устройствах CD-ROM. Если это так, то сессию следует закрыть. Даже если сессия закрыта, впоследствии вы сможете дописать на диск информацию, однако все связано с дополнительными затратами дискового пространства. Если диск предназначен для чтения только на устройствах CD-RW, закрывать сессию не обязательно.

Внимание

Если вы не знаете точно, какой тип устройства будет использоваться для чтения диска, лучше закройте сессию. Это расширит круг людей, которым будет доступно чтение носителя, хотя в некоторых случаях у них может быть установлена и программная поддержка формата UDF.

Один из современных стандартов, получивший название *Mount Rainier*, существенно расширил возможности пакетной записи, став тем самым одним из наиболее важных достижений для накопителей CD и DVD. Этот стандарт позволяет ввести метод пакетной записи в операционную систему в качестве служебной программы, что обеспечивает поддержку обработки ошибок данных, необходимую для полноценного использования накопителей в качестве запоминающих устройств со сменными носителями. Более подробная информация о Mount Rainier представлена далее.

Примечание

Компания Microsoft выпустила пакет обновлений SP1 для Windows XP, обеспечив собственную поддержку стандарта Mount Rainier. Это позволило осуществить полную поддержку пакетной записи с использованием операции перетаскивания как для накопителей CD-MRW, так и для DVD+MRW.

PhotoCD

Стандарт PhotoCD, относящийся к накопителям CD-R, используемым для хранения фотографий, был опубликован еще в конце 1990 года, но появился на рынке только в 1992 году. Вначале Kodak продавала специальные “проигрыватели” PhotoCD, предназначенные для просмотра фотографий с помощью обычного телевизора, но вскоре спрос на эти устройства снизился и возрос на компьютеры с программным обеспечением для декодирования и отображения фотографий.

Основным достоинством PhotoCD является, вероятно, то, что он был первым форматом CD, использующим вторую часть (CD-R) спецификации Orange Book с многосессионной записью. Кроме того, данные записываются в секторах CD-ROM XA в режиме 2, форме 2, что позволяет сохранять больший объем данных на диске.

Собственный формат шифрования от Kodak — *PhotoYCC* — позволял хранить любое изображение с шестью различными разрешениями, перечисленными в табл. 11.17. Версия разрешения x64 поддерживалась только основной версией Pro Photo Edition этой службы.

Таблица 11.17. Разрешения PhotoCD

Основание	Разрешение	Описание
/16	128×192	Миниатюра
/4	256×384	Миниатюра
×1	512×768	Разрешение телевизора
×4	1024×1536	Разрешение телевидения высокой четкости
×16	2048×3072	Печатный размер
×64	4096×6144	Только профессиональный мастер-фотодиск

С помощью приведенной таблицы можно подобрать необходимое для используемого приложения разрешение, и это было прекрасной возможностью на заре развития технологий работы с графикой. Однако с ростом быстродействия компьютеров, появлением совершенных программ, таких как Adobe Photoshop и Adobe Photoshop Elements, а также скоростных и дешевых устройств записи компакт-дисков CD и DVD формат PhotoCD отходил на второй план. Компания Kodak прекратила развитие этого формата в начале XXI века, а в 2004 году лаборатории, занимавшиеся оцифровкой фотоплёнок на диски PhotoCD, перестали предлагать этот вид услуг. Однако компания Kodak продолжает поддерживать веб-страницу, заполненную драйверами и программами для создания дисков Pro Photo CD. Ее адрес:

<http://www.kodak.com/global/en/service/professional/products/ekn017045.jhtml>

Диск Picture CD

В настоящее время Kodak предлагает новый тип дисков и сервиса для их изготовления: диск *Picture CD*. При этом используются диски CD-R, на которых можно сохранить до 40 изображений с разрешением 1024×1536 пикселей. Данного разрешения достаточно для печати фотографий размерами 4×6 дюймов (10×15 см) или даже 5×7 дюймов (13×18 см). Изображения также можно размещать в сети Kodak PhotoNet, что позволяет просматривать и загружать их через Интернет. Кроме того, Kodak предлагает службу Picture Disk, которая позволяет сохранить на обычной дискете объемом 1,44 Мбайт до 28 изображений разрешением 400×600 пикселей, чего более чем достаточно для создания экранных заставок и слайд-шоу.

Программное обеспечение, доступное на диске Picture CD, позволяет пользователю выполнять при работе с изображениями целый ряд автоматических и полуавтоматических действий, однако, в отличие от PhotoCD, в данном случае для сохранения изображений используется стандартный формат JPEG (JPG), а значит, любые графические редакторы смогут работать с ними без преобразования. Хотя качество изображений в случае Picture CD оказывается не настолько высоким, как в случае PhotoCD, гораздо меньшая стоимость услуг привела к тому, что данный формат очень популярен среди фотографов-любителей. Услуги, подобные Picture CD,

также предлагаются компаниями Fujifilm и Agfa. В некоторых магазинах установлены киоски, в которых можно заказать запись изображений на диски Kodak Picture CD.

Примечание

При сканировании 35-миллиметровой фотопленки специализированным сканером можно получить оптическое разрешение вплоть до 4800 точек на дюйм, однако и размер получаемых файлов будет больше. К примеру, сканирование с разрешением 3200 точек на дюйм стандартного кадра 35-миллиметровой фотопленки позволяет получить изображение размером 2750×4450 пикселей. Сканируя негативы собственноручно, можно самому выбрать нужное качество и к тому же использовать другой формат, такой как TIFF. Если же вы не желаете заниматься этим самостоятельно, обратитесь в любую фотолaborаторию, предоставляющую услуги оцифровки.

White Book — Video CD

Стандарт White Book был представлен в 1993 году компаниями Philips, JVC, Matsushita и Sony. Он создан на базе стандартов Green Book (CD-i) и CD-ROM XA и позволяет сохранять видеоданные в формате MPEG-1, а также цифровые звуковые данные в формате ADPCM общим объемом до 74 мин на одном компакт-диске. Последняя редакция этого стандарта (2.0) опубликована в апреле 1995 года. Стандарт Video CD (VCD) 2.0 поддерживает сжатие MPEG-1 с потоком 1,15 Мбит/с при разрешении экрана 352×240 точек для формата NTSC или 352×288 точек для формата PAL. Также он поддерживает стереозвук в системе Dolby Pro Logic.

Почему-то видеодиски считаются дешевым вариантом дисков формата DVD, хотя по качеству изображения и звука они им практически не уступают. Более того, они, бесспорно, превосходят видеокассеты формата VHS и других типов. Видеодиски воспроизводятся практически на любом компьютере с дисководом CD-ROM с помощью программы **Проигрыватель Windows Media** или других подобных приложений. Для этого могут использоваться проигрыватели DVD и даже некоторые игровые приставки, например Sony Playstation (с правильно заданными параметрами). Создать собственный видеодиск можно с помощью программы, такой как Roxio Easy Media Creator. В то же время сегодня встретить видеодиски на прилавках магазинов можно крайне редко, благодаря возросшей популярности DVD и более современных и защищенных технологий Blu-ray и HD DVD.

Super Video CD

Спецификация Super Video CD 1.0, опубликованная в мае 1999 года, представляет собой расширенную версию спецификации White Book Video CD. В ней используются стандарт сжатия MPEG-2, разрешение экрана NTSC 480×480 и разрешение экрана PAL 480×576; спецификация также поддерживает систему объемного звучания стандарта MPEG-2 5.1 и многоязычный интерфейс.

Почти все домашние программы записи DVD позволяют создавать компакт-диски Video CD и Super Video CD.

Blue Book — CD EXTRA

Изготовители носителей CD-DA пытались найти универсальный метод объединения звуковых и информационных данных на одном компакт-диске, чтобы пользователь мог воспроизводить на стандартном аудиопроигрывателе только звуковые дорожки, не обращая при этом к дорожкам информационным. Следует заметить, что владельцы компьютеров и специализированных проигрывателей при чтении дисков смешанного типа получают доступ как к звуковым, так и к дополнительным данным, расположенным на одном диске.

Основная проблема нестандартных компакт-дисков смешанного типа заключается в том, что воспроизведение дорожек данных аудиопроигрывателем при определенном уровне громкости может привести к повреждению акустической системы. Каждый изготовитель пытался справиться с этой проблемой по-своему, что привело к появлению множества несовместимых технологий записи дисков этого типа, причем некоторые из них все еще допускают возможность случайного «проигрывания» дорожки данных. В 1995 году компании Philips и Sony раз-

работали спецификацию *CD EXTRA*, определенную стандартом Blue Book. Компакт-диски, отвечающие требованиям этой спецификации, называются *CD EXTRA* (ранее они назывались *CD Plus* и *CD Enhanced Music*). В этих дисках для разделения звуковых и информационных дорожек используется многосессионная технология, определенная в стандарте CD-ROM XA. Диски *CD EXTRA* представляют собой одну из разновидностей штампованных многосессионных дисков. Звуковая часть диска включает в себя до 98 аудиодорожек стандарта Red Book. Дорожка данных, в свою очередь, обычно состоит из секторов режима 2 (стандарт CD-ROM XA) и содержит видеофрагменты, тексты песен, фотографии и т.п. Такие компакт-диски имеют логотип *CD EXTRA*, представляющий собой стандартную эмблему CD-DA со знаком “плюс” с правой стороны. Иногда при отсутствии соответствующего логотипа или маркировки можно и не догадываться о существовании на диске каких-либо дополнительных данных, пока не поместишь его в накопитель CD-ROM.

Диски *CD EXTRA*, как правило, содержат две сессии. Стандартные проигрыватели звуковых компакт-дисков являются односессионными и поэтому воспроизводят только звук, игнорируя сессию, содержащую дополнительные данные. Накопители CD-ROM, используемые в персональных компьютерах, могут “видеть” обе сессии и обращаться как к звуковым дорожкам, так и к дорожкам данных.

Примечание

Звуковые компакт-диски, выпущенные многими исполнителями в формате *CD EXTRA*, содержат тексты песен, видеофрагменты, краткую биографию артиста, фотографии и другие данные. В 1996 году был выпущен альбом *Tidal* Фионы Эппл, который стал одним из первых дисков *CD EXTRA* компании Sony Music. Дополнительную информацию о выпущенных дисках *CD EXTRA* можно получить на сайте www.musicfan.com.

Purple Book

Спецификация Purple Book определяет стандарты носителей и накопителей с удвоенной плотностью записи CD-ROM (DD-ROM), CD-R (DD-R) и CD-RW (DD-RW). Эта спецификация была представлена компаниями Sony и Philips в июле 2000 года, а стандарт текущей версии 1.0 был опубликован в июле 2001 года.

Перезаписывающие накопители, поддерживающие Purple Book, могут читать и записывать стандартные носители CD-ROM, CD-R и CD-RW, обеспечивая при этом более высокую плотность записи, достигающую 1,3 Гбайт (в стандартных накопителях — 650 Мбайт) за счет модификации ряда возможностей существующих стандартов CD-ROM, CD-R и CD-RW.

- Шаг дорожки уменьшен с 1,6 до 1,1 мкм (микрометр), а минимальная длина впадины, составляющая 0,833 мкм, уменьшена до 0,623 мкм, что позволило обеспечить удвоенную плотность записи.
- Вместо обычной схемы коррекции ошибок CIRC используется CIRC7.
- Внедрен расширенный формат адреса ATIP.

Накопители DD поддерживают управление цифровыми правами (DRM), которые позволяют блокировать запись музыкальных компакт-дисков DD. В табл. 11.18 и 11.19 представлены характеристики секторов, используемых в дисках DD.

Таблица 11.18. Структура сектора в режиме 2, форме 2, определенная стандартом Purple Book/DD CD-ROM

Байты контроля четности Q и P	276
Подкодовые байты	98
Байты синхронизации	12
Байты заголовка	4
Байты подзаголовка	8
Байты данных	2048
Байты кода обнаружения ошибок (EDC)	4
Количество байтов в секторе RAW (некодированных)	2352

Таблица 11.19. Формат сектора в режиме 2, форме 2 стандарта Purple Book (DD CD-ROM)

Синхронизация	Заголовок	Подзаголовок	Пользовательские данные	EDC
12	4	8	2 048	4

Несмотря на то что емкость дисководов DD CD вдвое выше емкости традиционных накопителей, объем их продаж оставял желать лучшего. В 2001 году компания Sony выпустила несколько моделей этих накопителей, но затем сняла их с производства, хотя носители DD CD все еще продаются.

Scarlet Book (SA-CD)

В спецификации Scarlet Book определен стандарт носителей и устройств Super Audio CD (SA-CD). Он стал результатом совместной разработки компаний Sony и Philips Electronics в 1999 году. В отличие от исходного стандарта Red Book, в котором определялась частота дискретизации звука 44,1 кГц, стандарт Scarlet Book определил кодирование в прямом потоке, увеличив частоту почти в 64 раза (2,822 МГц).

Поскольку для хранения звука с повышенной частотой дискретизации требуется большее пространство, воспроизводить стандартные или двухслойные носители SA-CD в стандартных стереосистемах и в приводах CD-ROM или DVD-ROM невозможно. Несмотря на то что емкость стандартных носителей SA-CD не отличается от емкости однослойных дисков DVD (4,7 Гбайт), эти форматы не взаимозаменяемы. Содержимое дисков SA-CD защищено физически с помощью технологии Pit Signal Processing, которую не воспринимают стандартные приводы DVD.

Для облегчения перехода от CD-Audio к SA-CD почти все альбомы SA-CD имеют гибридную двухслойную конструкцию. Верхний слой содержит стандартную дорожку музыкального компакт-диска, а нижний — высокоплотное содержимое SA-CD. Эти гибридные диски можно воспроизводить в стандартных стереосистемах и в компьютерных приводах CD и DVD. В сущности, гибридный диск является своеобразным “бутербродом” из обычного музыкального диска и диска SA-CD (рис. 11.10).

Примечание

Несмотря на то что гибридные диски можно воспроизводить на стандартных устройствах CD и DVD, при этом считывается только верхний слой. Чтобы получить удовольствие от высококлассного звука SA-CD, нужно обзавестись стационарным плеером.

Диск SA-CD (или слой SA-CD гибридного диска) содержит стереоверсию музыкального произведения в своей внутренней части, шестиканальное сведение объемного звука в средней части и сопровождающие материалы, такие как видео и тексты песен, во внешней части.

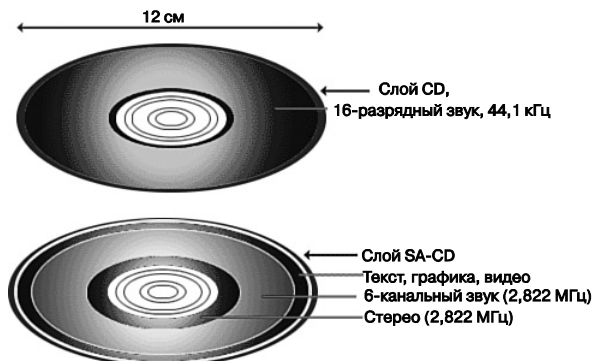


Рис. 11.10. Структура гибридного диска SA-CD

DualDisc

Стандарт DualDisc, представленный консорциумом ведущих компаний летом 2004 года (см. <http://sonybmj.com/dualdisc>), представляет собой комбинацию двух форматов: музыкального компакт-диска и DVD на одном двустороннем диске. Собственно, как и следует из названия, это устройство типа “два в одном”. На одной стороне диска записан объемный звук, а на другой (представляющей собой однослойный диск стандарта DVD-5) — концертные видео, клипы, ссылки на веб-страницы и прочий вспомогательный материал.

Несмотря на то что DualDisc предназначен для работы в стандартных приводах и плеерах, он не полностью совместим со стандартом Red Book, поскольку слой CD уменьшен с 1,1 до 0,9 мм. Для компенсации повышенной гладкости, вызванной уменьшением толщины слоя CD, был использован специальный метод, увеличивший глубину выемок. В результате время воспроизведения сократилось до 60 минут. (Некоторые более поздние модели дисков DualDisc для увеличения времени воспроизведения использовали другие методы углубления выемок.)

Итак, общая толщина DualDisc составляет 1,5 мм в отличие от 1,2-миллиметровых стандартных носителей CD и DVD. По этой причине их невозможно проигрывать в автомобильных системах, использующих втягивающий механизм подачи дисков. Из-за повышенной толщины и неполной совместимости со стандартом Red Book компании Philips и Sony (создатели формата CD) не используют логотип CD на носителях DualDisc. При этом на этикетках дисков содержится предупреждение о несовместимости данных дисков с некоторыми устройствами воспроизведения. В целом DualDisc можно рассматривать как комбинированный диск с полноценными возможностями DVD и частичными возможностями CD.

Как правило, альбомы DualDisc выпускаются в коробках стиля CD, но помечаются логотипом DualDisc.

Внимание

Некоторые компании маркируют логотипом DualDisc также диски SA-CD. Обязательно внимательно ознакомьтесь с инструкцией и убедитесь, что на вашей аппаратуре воспроизведение приобретаемого диска возможно.

Несмотря на то что носители DualDisc, в отличие от SA-CD, поддерживают два стандартных формата, они так и не завоевали популярность. В формате SA-CD доступны тысячи альбомов, и только пара сотен — в формате DualDisc. Дело в том, что SA-CD обеспечивает лучшее качество звука, что делает этот формат привлекательным для меломанов. Формат DualDisc в то же время предлагает высококачественное видео и прочие материалы на одной стороне и музыкальную дорожку обычного качества — на другой.

Файловые системы CD-ROM

Для воспроизведения первых дисков CD-ROM, выпущенных различными производителями, требовалось специальное программное обеспечение. Это связано с тем, что спецификация Yellow Book подробно описывает структуру секторов данных, но совершенно не затрагивает файловые системы или способы хранения информации в файлах, а также форматы данных, которые могут использоваться в компьютерах с разными операционными системами. Вполне очевидно, что основным препятствием к появлению совместимых на программном уровне приложений CD-ROM стало отсутствие универсальных файловых форматов.

В 1985–1986 годах несколько компаний совместными усилиями разработали спецификацию файлового формата High Sierra, которая обеспечила совместимость компьютерных дисков CD-ROM практически со всеми накопителями. Таким образом, спецификация High Sierra определила первую стандартную файловую систему, которая сделала CD-ROM универсальными компьютерными носителями. В настоящее время существует несколько файловых систем, используемых на компакт-дисках.

- High Sierra
- ISO 9660 (на основе High Sierra)

- Joliet
- UDF (Universal Disk Format)
- Mac HFS (Hierarchical File Format)
- Rock Ridge
- Mount Rainier

Операционными системами поддерживаются далеко не все форматы файловых систем CD. Основные файловые стандарты и совместимые с ними операционные системы приведены в табл. 11.20.

Таблица 11.20. Форматы файловых систем CD

Файловая система	DOS/Windows 3.1	Windows 9x/Me	Windows NT/2000	Windows Vista	Mac OS
High Sierra	Да	Да	Да	Да	Да
ISO 9660	Да	Да	Да	Да	Да
Joliet	Да ¹	Да	Да	Да	Да ¹
UDF	Нет	Да ²	Да ²	Да	Да ²
Mac HFS	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Rock Ridge	Да ¹	Да ¹	Да ¹	Да ¹	Да ¹
Mount Rainier	Нет	Да ³	Да ³	Да	Да ³

1. Отображается короткое имя, например SHORTN-1.TXT.

2. Только в том случае, если установлена программа чтения UDF.

3. Требуется аппаратное обеспечение Mount Rainier (называемое также EasyWrite) и программный драйвер (Win98 или выше) либо программы считывания сторонних разработчиков.

Примечание

Файловые системы Mac HFS и Rock Ridge не поддерживаются операционными системами DOS и Windows, поэтому нет смысла их здесь подробно описывать.

High Sierra

Производители аппаратного и программного обеспечения ПК были заинтересованы в решении проблемы, связанной со стандартизацией файлового формата CD-ROM. Это позволило бы создавать компьютерные компакт-диски, читаемые всеми системами, без разработки специальных файловых систем и драйверов. В 1985 году в отеле High Sierra на озере Тахо (Невада), собрались представители компаний TMS, DEC, Microsoft, Hitachi, LaserData, Sony, Apple, Philips, 3M, Video Tools, Reference Technology и Xebec для того, чтобы создать общий логический формат и файловую структуру дисков CD-ROM. В 1986 году этот формат был опубликован как *Рабочий документ по вопросам обработки информации: тома и файловая структура оптических дисков CD-ROM, используемых для обмена данными*. Этот стандарт впоследствии получил название *High Sierra*.

Благодаря этому соглашению, которое позволяет всем накопителям, использующим соответствующий драйвер (например, MSCDEX.EXE, поставляемый вместе с MS-DOS), читать любые диски формата High Sierra, началось массовое тиражирование программ на компакт-дисках. Кроме того, появление этого стандарта позволило создать компакт-диски, ориентированные на различные операционные системы — DOS, UNIX и т.д. Без этого соглашения для выхода CD-ROM на мировой рынок потребовались бы многие годы, что сдерживало бы разработку приложений, использующих компакт-диски.

Формат High Sierra был представлен на рассмотрение Международной организации по стандартизации (ISO), и двумя годами позже (в 1988 году) его несколько измененный и дополненный вариант был опубликован в виде стандарта ISO 9660. Этот стандарт, конечно, отличается от High Sierra, однако обновление используемых драйверов позволило работать с компакт-дисками не только оригинального формата High Sierra, но и стандарта ISO 9660, созданного на его основе.

В 1988 году компания Microsoft создала драйвер MSCDEX . EXE (Microsoft CD-ROM Extensions) и выдала соответствующее разрешение производителям аппаратного и программного обеспечения CD-ROM, включившим указанный драйвер в свои продукты. В 1993 году была выпущена операционная система MS-DOS 6.0, включающая в себя MSCDEX . EXE как стандартный элемент системы. Драйвер MSCDEX позволил читать компакт-диски формата ISO 9660 и High Sierra в DOS. Этот драйвер взаимодействует с драйверами аппаратных устройств ATAPI (AT Attachment Packet Interface) или ASPI (Advanced SCSI Programming Interface), которые поставляются вместе с накопителем. Поддержка файловых систем ISO 9660 и Joliet внедрена в Windows 95 и более поздние версии системы, благодаря чему компакт-диски этих форматов читаются накопителем без установки дополнительных драйверов.

ISO 9660

Стандарт ISO 9660 обеспечивает полную совместимость различных компьютеров и операционных систем. Этот стандарт, созданный на основе формата High Sierra, опубликован в 1988 году.

Хотя ISO 9660 несколько отличается от исходного стандарта High Sierra, драйверы, читающие компакт-диски ISO 9660, без проблем читают и диски формата High Sierra. Стандарт ISO 9660 имеет три уровня обмена, которые определяют параметры, обеспечивающие совместимость с различными системами.

Уровень 1 стандарта ISO 9660 представляет собой объединяющий формат файловых систем CD, совместимый практически со всеми компьютерными платформами, включая UNIX и Macintosh. Основным недостатком этой файловой системы является наличие следующих ограничений, относящихся к структуре каталогов и именам файлов:

- имена файлов могут содержать только прописные буквы A–Z, цифры 0–9 и символ подчеркивания (_);
- максимальное количество символов имени и расширения файлов — 8.3 (на основе ограничений DOS);
- максимальная длина имени каталога составляет восемь символов (расширения не допускаются);
- допускается не более восьми уровней подкаталогов;
- файлы должны быть непрерывными.

Правила обмена уровня 2 имеют те же ограничения, что и правила уровня 1, и отличаются тем, что допустимая длина имени и расширения файла может достигать 30 символов (общее количество знаков без учета разделителя “.”). В свою очередь, правила обмена уровня 3 почти не отличаются от правил уровня 2, за исключением того, что файлы не обязательно должны быть непрерывными.

Учтите, что Windows 95 и более поздние версии системы поддерживают имена файлов и каталогов длиной до 255 символов, включающие в себя пробелы, строчные буквы и множество других символов, не разрешенных в ISO 9660. Для обеспечения обратной совместимости с MS-DOS в операционных системах, начиная с Windows 95, каждому файлу с длинным именем присваивается короткое имя длиной 8.3 символа в качестве *псевдонима*. Короткие имена псевдонимов автоматически создаются операционной системой и могут просматриваться в свойствах файлов или с помощью команды DIR в режиме командной строки. При создании псевдонима Windows укорачивает имя файла до шести (или менее) знаков, за которыми следуют тильда (~) и номер, начинающийся с 1, а расширение файла усекается до трех знаков. В том случае, если псевдоним, образовавшийся при усечении имени файла, совпадает с уже существующим, в первой его части используется другой номер. Например, из имени файла `this is a.test` будет образован псевдоним `THISIS~1.TES`.

Создание псевдонима файлового имени не зависит от накопителя компакт-дисков, но следует знать о том, что при создании диска формата ISO 9660, использующего первый уровень

ограничений, непосредственно во время записи файлов на диск используются псевдонимы коротких имен. Это означает, что в процессе записи длинные файловые имена будут потеряны. Более того, видоизменятся даже псевдонимы, так как ограничения первого уровня стандарта ISO 9660 не допускают использования тильды в имени файла. В файловых именах, записанных на компакт-диск, этот знак будет преобразован в символ подчеркивания.

Данные ISO 9660 начинаются с 16-го сектора диска, который также называется *16-м логическим сектором первой дорожки*. В многосессионном диске данные ISO 9660 размещены на первой информационной дорожке каждой сессии, содержащей дорожки CD-ROM. В этой же системной области располагается информация об области данных (область, которая содержит сами данные). Кроме того, в системной области содержится информация о каталогах данных с указателями или адресами различных областей (рис. 11.11).

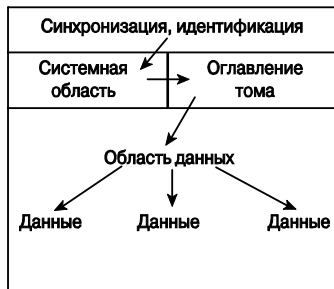


Рис. 11.11. Организация данных на компакт-диске формата ISO 9660

Разница между структурой каталогов на компакт-диске и структурой, используемой в DOS, состоит в том, что в системной области содержатся адреса файлов с подкаталогами, а это позволяет накопителю перейти к определенному месту на спиральной дорожке данных. Все данные компакт-диска располагаются на одной длинной спиральной дорожке, поэтому, когда речь идет о дорожках, фактически имеются в виду секторы или сегменты данных, находящиеся на этой спирали.

В самых общих чертах структура данных в формате ISO 9660 подобна структуре данных на гибких дисках. Напомним, что на дискетах есть системная область, в которой не только указываются параметры самого диска (его плотность и операционная система), но и записываются сведения о том, как на диске организованы данные, т.е. структура каталогов и расположение файлов.

Joliet

Это расширение стандарта ISO 9660, разработанное Microsoft для использования с Windows 95 и выше, позволяет записывать компакт-диски, используя файловые имена длиной до 64 знаков, включая пробелы и другие символы международного стандарта кодирования Unicode. Для программ, не поддерживающих длинные файловые имена, в стандарте Joliet также сохранены псевдонимы формата 8.3.

Основные свойства стандарта Joliet следующие:

- имена файлов или каталогов могут быть длиной до 64 символов Unicode (128 байт);
- имена каталогов могут иметь расширения;
- количество уровней подкаталогов не ограничено;
- поддержка многосессионной записи.

Обеспечение обратной совместимости позволяет системам, не поддерживающим расширения Joliet (например, ранним версиям MS-DOS), читать компакт-диски, записанные в этом формате. При этом, правда, происходит интерпретация содержания дисков в соответствии с требованиями стандарта ISO 9660, использующего короткие имена.

Совет

Поскольку формат Joliet поддерживает более короткие имена файлов, чем Windows 9x и другие современные версии Windows, при записи в этом формате компакт-дисков, содержащих длинные файловые имена, можно столкнуться с определенными сложностями. Чтобы избежать каких-либо проблем, рекомендуется присваивать каталогам в создаваемой файловой структуре более короткие имена, используя для этого программы записи компакт-дисков. Некоторые программы записи компакт-дисков сами усекают длинные имена, предупреждая об этом пользователя.

Примечание

Для любознательных: *Chicago* (Чикаго) — кодовое имя Windows 95, используемое Microsoft. *Joliet* (Джолиет) — городок возле Чикаго, где разворачивались основные события фильма «Братья Блюз» (The Blues Brothers).

Универсальный дисковый формат UDF

Относительно новая файловая система UDF (Universal Disk Format) создана Ассоциацией по технике и технологии оптических запоминающих устройств (OSTA) в качестве промышленного стандарта таких оптических носителей, как CD-ROM и DVD. Формат UDF имеет целый ряд преимуществ по сравнению с файловой системой ISO 9660, используемой стандартными CD-ROM. Этот формат разрабатывался непосредственно для работы с пакетной записью, т.е. с технологией записи небольших объемов данных на диски CD-R/RW, и в целом напоминает стандарт записи данных на магнитные носители. Файловая система UDF поддерживает имена файлов длиной до 255 символов. Программное обеспечение пакетной записи, например DirectCD от компании Roxio и InCD от Nero AG, выполняет запись данных в UDF. Однако стандартные накопители CD-ROM, драйверы и операционные системы типа DOS не могут читать компакт-диски, записанные в этом формате. Диски UDF читаются только накопителями CD-R/RW или обычными дисководы CD-ROM, которые соответствуют требованиям спецификации MultiRead.

Сначала следует проверить, читает ли имеющийся накопитель диски формата UDF, после чего обратить внимание на используемую операционную систему. В основном операционные системы не поддерживают по умолчанию диски этого формата, поэтому взаимодействие с UDF осуществляется посредством установки соответствующего драйвера. Это относится, в первую очередь, к Windows 95 и последующим версиям. MS-DOS вообще не воспринимает диски UDF. Драйверы UDF, как правило, поставляются вместе с программным обеспечением, используемым большинством накопителей CD-RW.

Если вы не имеете программы чтения дисков UDF, можете загрузить таковую со следующих сайтов.

- UDF Volume Reader от Roxio с сайта www.roxio.com
- InCD Reader от Nero AG с сайта www.nero.com

После установки драйвера UDF для чтения диска, отформатированного в этом формате, не нужно предпринимать никаких дополнительных действий. Драйвер будет работать в фоновом режиме, ожидая вставки диска UDF.

Если невозможно прочитать диск, отформатированный в UDF или другой системе, вернитесь к исходной системе и закройте диск. Этот параметр обычно отображается при выполнении операции извлечения диска в программе записи. При закрытии диска все имена файлов будут преобразованы в формат Joliet и обрезаны до 64 символов.

Для загрузки самой последней версии (2.60) системного компонента Universal Disk Format обратитесь на сайт OSTA по адресу:

www.osta.org/specs/index.htm

Совет

Диски UDF могут стать нечитабельными по целому ряду причин. Может быть установлена несовместимая программа чтения UDF, диск может быть не закрыт при извлечении из привода, могла быть не записана таблица содержимого из-за системных сбоев и т.п. Для восстановления файлов с диска UDF попробуйте использовать программу CD Roller, доступную на сайте www.cdroller.com. Она поддерживает наиболее распространенные версии UDF и также способна работать с дисками, созданными цифровыми камерами. Еще одной программой восстановления дисков можно назвать IsoBuster (www.smart-projects.net). Кроме всего прочего, эта программа способна работать с дисками Blu-ray и HD DVD.

Macintosh HFS

Эта файловая система используется операционной системой Macintosh. Она может применяться и в накопителях CD-ROM, однако диски этого формата не совместимы с ПК. В целом можно записать комбинированные диски, использующие одновременно файловые системы Joliet и HFS или ISO 9660 и HFS. В этом случае диски будут читаться как PC, так и компьютерами Mac. Операционная система способна “видеть” только совместимый с ней диск (для PC это диски формата ISO 9660 или Joliet).

Rock Ridge

Стандарт RRIP (Rock Ridge Interchange Protocol) был разработан промышленным консорциумом, получившим название группы Rock Ridge, и опубликован в 1994 году рабочей группой Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE). Стандарт определяет расширение ISO 9660 для накопителей CD-ROM, что позволяет записывать дополнительную информацию для поддержки файловых систем UNIX/POSIX. Стандарт Rock Ridge в целом не поддерживается DOS или Windows, однако файлы, записанные в этом формате, читаются любым компьютером PC, а расширения RRIP просто игнорируются.

Примечание

Для любознательных: название *Rock Ridge* было взято из фантастического города Вестерн (Western), в котором разворачивались события кинофильма “Сверкающие седла” (“Blazing Saddles”).

Mount Rainier

Новый стандарт Mount Rainier был учрежден компаниями Philips, Sony, Microsoft и Compaq. Благодаря Mount Rainier, также известному как EasyWrite (рис. 11.12), операционная система Windows получила возможность эффективно обрабатывать данные, содержащиеся на носителях CD-RW и DVD+RW. Это значительно упростило использование технологии записи (поскольку отменяет необходимость в каких-либо специальных драйверах или программном обеспечении для пакетной записи данных), а также позволило полноценно интегрировать функции накопителей CD-RW и DVD+RW в операционную систему.



Рис. 11.12. Накопители CD-RW и DVD+R/RW, выпускаемые с 2003 года и поддерживающие стандарт Mount Rainier, имеют логотип EasyWrite

Ниже представлены основные свойства стандарта Mount Rainier.

- **Встроенная система обнаружения и обработки дефектов.** В стандартных накопителях выявление и обработка дефектов зависит от используемых программных драйверов.

- **Прямая адресация на уровне 2-килобайтового сектора, позволяющая минимизировать неиспользуемое пространство диска.** В стандартных носителях CD-RW для этого используется блок объемом 64 Кбайт.
- **Фоновое форматирование, благодаря которому новый носитель может использоваться для записи данных через несколько секунд после его помещения в дисковод.** Стандартное форматирование диска CD-RW занимает до 45 мин, в зависимости от модели дисковода.
- **Стандартизированный набор команд.** Стандартное программное обеспечение не поддерживает новые накопители при отсутствии откорректированных командных файлов.
- **Стандартизированная физическая структура.** Различия, существующие в стандартном программном обеспечении UDF, могут усложнить считывание данных с носителей, записанных с помощью других программ.

Для использования Mount Rainier потребуются накопители, которые поддерживают этот стандарт. Они иногда могут называться CD-MRW или DVD+MRW и иметь соответствующий логотип Mount Rainier или EasyWrite. В некоторых существующих накопителях CD-RW можно внедрить поддержку MRW путем перезаписи базовой “прошивки”, но большую часть накопителей ранних версий придется просто заменить.

Требуется также наличие непосредственной программной поддержки в операционной системе. Первой такой системой в семействе Windows стала Vista. Также поддержкой Mount Rainier славятся версии Linux, начиная с 2.6.2. При использовании операционных систем Windows XP и более ранних версий необходимую поддержку можно обеспечить с помощью дополнительной прикладной программы от сторонних разработчиков (например, InCD от Nero или DirectCD от Roxio).

Примечание

Компания Software Architects (www.softarch.com) разработала программу WriteCD-RW Pro!, которая предоставляет возможность обмена данными между носителями Mount Rainier и традиционными носителями UDF, а также между носителями UDF, записанными с помощью различных программ и в разных стандартах.

Несмотря на то что Mount Rainier была многообещающей технологией, она появилась слишком поздно. Большинство пользователей, которые раньше полагались на ненадежный стандарт UDF и диски CD-RW и DVD для перемещения информации между компьютерами, теперь переключились на флэш-карты USB. Носители DVD-RAM, обладающие встроенными свойствами глобальной совместимости и перезаписываемости, теперь пытаются произвести откат в этом направлении, потому что приводами DVD сегодня оснащён практически каждый компьютер. Вполне возможно, что они получат всеобщее признание. По всем этим причинам самые последние модели записывающих приводов DVD уже не поддерживают технологию Mount Rainier.

Стандарты и форматы DVD

Стандарты DVD, как и стандарты компакт-дисков, опубликованы в справочниках, изданных форумом DVD или другими компаниями, такими как Альянс DVD+RW. Стандарты DVD-Video и DVD-ROM уже давно определены и поддерживаются всеми приводами DVD независимо от их возраста. В частности, Форум DVD разработал следующие стандарты.

- **DVD-RAM.** Позволяет сохранять и удалять файлы без какого-либо дополнительного программного обеспечения.
- **DVD-R.** Стандарт однократно записываемых дисков DVD.
- **DVD-RW.** Стандарт перезаписываемых дисков DVD.

После выхода этих стандартов новосозданный Альянс DVD+RW разработал следующие спецификации.

- **DVD+RW.** Перезаписываемые DVD с поддержкой связывания без потерь.
- **DVD+R.** Однократно записываемые диски DVD.

Первые приводы перезаписываемых DVD поддерживали только один из стандартов: либо DVD+RW, либо DVD-RW. В настоящее время любой привод DVD поддерживает стандарты DVD+/-R/RW, а так называемые приводы “Super Multi”, выпущенные компанией LG, поддерживают еще и носители DVD-RAM. В результате сегодня вы можете выбрать любой носитель, который сочтете наилучшим для решения конкретной задачи.

В табл. 11.21 перечислены все известные стандарты и емкости DVD.

Таблица 11.21. Форматы и емкости стандартных DVD

Формат	Диаметр диска, мм	Число сторон	Число слоев	Емкость, Гбайт	Продолжительность видеofilьма MPEG-2, ч
Параметры DVD-ROM					
DVD-5	120	Одна	Один	4,7	2+
DVD-9	120	Одна	Два	8,5	4
DVD-10	120	Две	Один	9,4	4,5
DVD-14	120	Две	Два	13,24	6,5
DVD-18	120	Две	Два	17	8+
DVD-1	80	Одна	Один	1,4	0,5
DVD-2	80	Одна	Два	2,7	1,3
DVD-3	80	Две	Один	2,9	1,4
DVD-4	80	Две	Два	5,3	2,5
Параметры записываемых DVD					
DVD-R 1.0	120	Одна	Один	3,95	1,9
DVD-R 2.0	120	Одна	Один	4,7	2,2
DVD-R DL	120	Одна	Два	8,5	4,0
DVD-RAM 1.0	120	Одна	Один	2,58	---
DVD-RAM 1.0	120	Две	Один	5,16	---
DVD-RAM 2.0	120	Одна	Один	4,7	---
DVD-RAM 2.0	120	Две	Один	9,4	---
DVD-RAM 2.0	80	Одна	Один	1,46	---
DVD-RAM 2.0	80	Две	Один	2,65	---
DVD-RW 2.0	120	Одна	Один	4,7	---
DVD+RW 2.0	120	Одна	Один	4,7	2,2
DVD+RW 2.0	120	Две	Один	9,4	4,4
DVD+R 1.0	120	Одна	Один	4,7	2,2
DVD+R DL	120	Одна	Два	8,5	4,0
Параметры DVD высокой емкости					
HD DVD-ROM	120	Одна	Один	15	4,0 HD
HD DVD-ROM	120	Одна	Два	30	8,0 HD
HD DVD-R	120	Одна	Один	15	4,0 HD
HD DVD-RW	120	Одна	Один	20/32	5,5/8,4 HD
Blu-Ray	120	Одна	Один	25	4,5 HD
Blu-Ray	120	Одна	Два	50	9,0 HD
Параметры CD-ROM (для сравнения)					
CD-ROM/R/RW	120	Одна	Один	0,737	---
CD-ROM/R/RW	80	Одна	Один	0,194	---

HD. Телевидение с высоким разрешением (720 или 1080 точек).

Накопители DVD полностью обратно совместимы, а значит, могут использоваться для считывания и проигрывания современных компакт-дисков. При считывании компакт-дисков производительность DVD соответствует скорости 40x (или даже больше) накопителя CD-ROM. Таким образом, желающие заменить свой старый CD-ROM могут воспользоваться накопителем DVD. Перезаписывающие устройства DVD полностью поддерживают формат CD и на сего-

дняшний день практически полностью вытеснили приводы CD-RW с рынка, так как стали занимать одну ценовую категорию. Основной причиной использования носителей CD, а не DVD, является их практически полная универсальность и совместимость со всеми старыми и новыми системами (особенно это относится к дискам CD-R).

Продолжается развитие технологий Blu-Ray и HD-DVD, и на рынке теперь доступны перезаписывающие приводы Blu-Ray с обратной совместимостью с CD и DVD. Эти устройства пока значительно дороже своих DVD-собратьев. К тому же пока на рынке не появятся недорогие носители этих стандартов и он не наполнится фильмами, записанными на этих дисках, доля устройств этих технологий на рынке будет оставаться крайне низкой.

DIVX (этот стандарт больше не поддерживается)

DIVX (Digital Video Express) — один из собственных форматов DVD, разработанный компаниями Digital Video Express (адвокатская фирма из Голливуда) и Circuit City. Этот формат прекратил свое существование 16 июня 1999 года, т.е. меньше чем через год после того, как был представлен.

В настоящее время данное название используется для открытого стандарта кодирования DVD-видео. Однако оно не имеет ни малейшего отношения к исходному формату DIVX.

Совместимость накопителей DVD

Когда накопители DVD впервые появились на рынке, они рекламировались как полностью совместимые с носителями CD-ROM. Правда, это относилось только к промышленно выпускаемым компакт-дискам, и далеко не всегда было справедливо по отношению к носителям CD-R или CD-RW. К счастью, существуют стандарты, позволяющие определить совместимость приобретаемого накопителя DVD. К ним относятся *MultiRead*, применяемый для компьютерных дисководов, и *MultiPlay*, используемый для специализированных автономных устройств, таких как проигрыватели DVD-Video и CD-DA. Спецификации MultiRead будет посвящен отдельный раздел.

Воспроизведение DVD-фильмов на ПК

Почти все накопители DVD-ROM и дисководы DVD с возможностью перезаписи (за исключением некоторых моделей DVD-RAM) включают в комплект поставки программу воспроизведения DVD, например MyDVD или SoftDVD. Эти программы позволяют работать с DVD-фильмами точно так же, как и при воспроизведении цифровых дисков на DVD-плеере. Практически все современные наборы микросхем системной логики компаний ATI и NVIDIA поддерживают декодирование сигнала MPEG-2 на аппаратном уровне. Если частота процессора компьютера превышает 1 ГГц, можно не покупать отдельную плату декодера MPEG-2.

Защита от копирования дисков формата DVD

В видеодисках используется несколько уровней защиты, которые в основном определяют ассоциацией DVD Copy Control Association (DVD CCA) и компанией Macrovision. Защита от нелегального копирования обычно применяется только в дисках DVD-Video, но совершенно не относится к программному обеспечению DVD-ROM. Например, существующая защита не позволит скопировать фильм “Матрица”, но никак не повлияет на DVD-энциклопедию или какое-либо другое программное обеспечение, распространяемое на дисках DVD-ROM.

Следует заметить, что практически все существующие системы защиты уже были “взломаны”, т.е. некоторые дополнительные затраты или соответствующее программное обеспечение позволяют снять защиту и скопировать тот или иной DVD на цифровой (жесткий диск, DVD+RW, CD-R/RW и т.п.) или аналоговый (например, видеокассеты VHS) носитель.

Системы защиты, на создание которых было затрачено немало сил и средств, не могут реально противостоять железной хватке профессиональных бутлегеров, но в то же время не позволяют обычному пользователю сделать копию дорогого диска на законных основаниях.

Существуют следующие основные системы защиты, которые используются в DVD-Video:

- контроль регионального воспроизведения (Regional Playback Control – RPC);
- система шифрования видеоданных (Content Scrambling System – CSS);
- аналоговая система защиты (Analog Protection System – APS);
- система ProtectDisc.

Внимание

Закон об авторском праве Digital Millenium Copyright Act (DCMA), подписанный в 1998 году, запрещает “взлом” системы защиты, а также распространение информации (такой, как инструментальные средства, адреса сайтов и т.п.) о способах взлома.

Контроль регионального воспроизведения

Система регионального воспроизведения была разработана для того, чтобы диски, проданные в определенных географических регионах, воспроизводились только на проигрывателях, которые были проданы там же. Смысл состоит в том, чтобы осуществлять реализацию кинофильмов в различных регионах мира в разное время, избегая при этом вероятности их заказов из тех областей, где фильм еще не продавался.

В стандарте RPC определены семь регионов. Диски (и проигрыватели) обычно помечены маленьким логотипом или эмблемой, на которой изображен номер региона на фоне земного шара. Существуют также многозонные диски, т.е. диски, не имеющие региональных ограничений. В том случае, если диски могут воспроизводиться в двух и более регионах, на фоне земного шара будет изображено несколько номеров.

- **Регион 1.** США (все территории) и Канада.
- **Регион 2.** Япония, Европа, Южная Африка и Ближний Восток.
- **Регион 3.** Юго-Восточная и Восточная Азия.
- **Регион 4.** Австралия, Новая Зеландия, острова Тихого океана, Центральная Америка, Мексика, Южная Америка, Карибские острова.
- **Регион 5.** Восточная Европа, Индийский субконтинент, Африка, Северная Корея, Монголия.
- **Регион 6.** Китай и Тибет.
- **Регион 7 (All).** Специальные международные или передвижные объекты, например авиалайнеры, круизные суда и т.п.

Региональный код встраивается в аппаратное обеспечение видеопроигрывателей DVD. Обычно предварительно установленный код соответствует только определенному региону и не может быть самостоятельно изменен. Отдельные компании, занимающиеся реализацией проигрывателей, модифицируют их таким образом, чтобы можно было воспроизводить любые диски независимо от региона. Такие проигрыватели называются *region-free* или *code-free*. Некоторые современные диски включают в себя дополнительную функцию расширения регионального кода (Region Code Enhancement – RCE), которая определяет конфигурацию проигрывателя и запрещает в некоторых случаях воспроизведение диска. Однако новейшие проигрыватели region-free обращаются непосредственно к диску, обходя эту проверку.

Накопители DVD-ROM персональных компьютеров изначально не содержали функций RPC, перекладывая эту работу на программное обеспечение, используемое для воспроизведения видеодисков DVD. Программное обеспечение проигрывателя считывало региональный код с первого воспроизведенного диска и в дальнейшем воспринимало только диски данного региона. Для того чтобы сбросить этот региональный код, достаточно было просто переустановить программное обеспечение. Более того, многочисленные программы, размещенные на разных сайтах, позволяют сделать это даже без переустановки. Возможность легко обойти ре-

гиональные ограничения послужила толчком к тому, что начиная с 1 января 2000 года всем накопителям DVD-ROM пришлось использовать блок RPC-II, работающий непосредственно на аппаратном уровне.

При использовании RPC-II (или RPC-2) региональная блокировка находится в самом накопителе, а не в программах воспроизведения дисков или декодирования MPEG-2. В целом региональный код может устанавливаться в накопителях RPC-II до пяти раз, т.е. после начальной установки его можно изменять еще четыре раза. Для этого применяется программное обеспечение видеопроигрывателя или специальная утилита изменения регионального кода. После четырех изменений (следовательно, после пятой установки) происходит блокировка накопителя и сохраняется код последнего определенного региона.

Региональные коды, используемые дисками Blu-ray

Диски Blu-Ray делят весь мир на три региона.

- **Регион А.** Северная, Центральная и Южная Америка, Корея, Япония и Юго-Восточная Азия.
- **Регион В.** Европа, Ближний Восток, Африка, Австралия и Новая Зеландия.
- **Регион С.** Россия, Индия, Китай и весь остальной мир.

Диски Blu-Ray, не содержащие региональный код, могут воспроизводиться в плеерах с любым кодом.

Система шифрования видеоданных

Основная защита дисков DVD-Video обеспечивается системой шифрования видеоданных (Content Scrambling System — CSS), которая была выпущена после того, как Американская киноассоциация приняла решение о выпуске кинофильмов в формате DVD. Именно это, как уже отмечалось, явилось основной причиной задержки выпуска DVD.

Система CSS, разработанная компанией Matsushita (Panasonic), используется для цифрового шифрования аудио- и видеоданных на DVD-Video. Для дешифрования необходима пара 40-разрядных (5-байтовых) ключей (числовых кодов). Один из ключей является уникальным кодом диска, а другой необходим для набора заголовков (VTS-файл). Ключи диска и заголовка находятся в зашифрованном виде на нулевой дорожке диска. Код CSS и запись ключа формируются во время изготовления стеклянного мастер-диска и являются частью технологического процесса.

Для того чтобы увидеть процесс шифрования в действии, выполните следующее: вставьте DVD в накопитель DVD-ROM своего компьютера, скопируйте файлы на жесткий диск, а затем попытайтесь их прочесть. Файлам видеодиска обычно присваиваются имена формата VTS_хх_уу.VOV (видеообъект), где хх — номер заголовка, а уу — номер раздела. Обычно файлы одного кинофильма имеют один и тот же номер заголовка, причем весь фильм разбивается на несколько фрагментов объемом 1 Гбайт и менее, которые имеют различные номера разделов. Эти фрагменты, представляющие собой файлы с расширением .VOV, содержат потоки зашифрованных аудио- и видеоданных, которые чередуются друг с другом. Файлы с расширением .IFO содержат информацию, используемую DVD-проигрывателем для декодирования аудио- и видеоданных из файлов .VOV. Скопируйте файлы .VOV и .IFO на жесткий диск и попробуйте непосредственно воспроизвести один из файлов .VOV или хотя бы щелкнуть на нем мышью. В результате на экран будет выведено зашифрованное видеоизображение или сообщение о попытке воспроизведения файлов, защищенных от копирования.

Если вы — счастливый обладатель лицензионного CSS-проигрывателя (на аппаратном или программном уровне) и можете воспроизводить файлы непосредственно с DVD, то наличия системы кодирования файлов вы даже не заметите. Все DVD-проигрыватели, вне зависимости от того, являются ли они специализированными автономными устройствами или частью системного программного обеспечения, имеют собственный уникальный CSS-ключ. Каждый DVD, в свою очередь, имеет 400 5-байтовых ключей, записанных в зашифрованном

виде на его нулевой дорожке (программы обычно не имеют доступа к этой области диска). С помощью этого уникального кода программа декодирования восстанавливает и расшифровывает ключ диска, который, в свою очередь, используется для восстановления и декодирования ключей заголовка. CSS, в сущности, представляет собой трехуровневую систему шифрования, которая, на первый взгляд, казалась весьма надежной, но практика доказала обратное.

В октябре 1999 года 16-летний норвежский программист смог извлечь первый ключ одного из коммерческих проигрывателей, что позволило ему довольно легко расшифровать ключи диска и заголовка. Затем была написана широко известная в настоящее время программа *DeCSS*, позволяющая взламывать CSS-защиту любого DVD и сохранять на жестком диске расшифрованные файлы .VOB, которые могут быть воспроизведены любой программой, декодирующей MPEG-2. Не стоит и говорить о том, что эта утилита (и подобные ей) вызвала не только озабоченность многих кинокомпаний, но и немало юридических баталий по поводу ее бесконтрольного распространения по Всемирной сети. Если вы хотите ознакомиться с ходом судебных разбирательств, попробуйте задать слово “DeCSS” в качестве критерия поисковой системы в Интернете.

Однако прогресс не остановишь, и в марте 2001 года двое студентов Массачусетского технологического института (MIT) опубликовали невероятно короткую (всего лишь семь строк) и простую программу, которая позволяет расшифровывать CSS быстрее, чем при воспроизведении кинофильма. Этот код был продемонстрирован на двухдневном семинаре, посвященном проблемам защиты авторских прав, послужив иллюстрацией ненадежности системы защиты CSS.

Полный провал CSS привел к тому, что форум DVD начал активно интересоваться другими формами защиты, в частности цифровыми водяными знаками, представляющими собой случайные цифровые сигналы, внедренные в поток данных. Предполагается, что такие знаки никак не повлияют на качество воспроизведения. К сожалению, применение подобной технологии в стандарте DIVX (частный стандарт DVD, не используемый в настоящее время) приводило иногда к ухудшению качества изображения, в частности к появлению размытости и цветowych пятен. Кроме того, для воспроизведения дисков с водяными знаками могли потребоваться новые аппаратные устройства.

Аналоговая система защиты (APS)

Эта система защиты (называемая также CopyGuard) разработана компанией Macrovision и предназначена для предотвращения копирования дисков DVD-Video на видеокассеты. Для реализации этой системы на диске необходимо записать дополнительные коды, а также определенным образом модифицировать DVD-проигрыватель. Предопределенные управляющие коды APS вводятся во время записи или изготовления мастер-диска DVD.

При воспроизведении диска микросхема цифроаналогового преобразователя (ЦАП), встроенная в проигрыватель Macrovision, добавляет сигналы APS к выходному сигналу, посылаемому на экран. Дополнительные сигналы разработаны таким образом, что они совершенно незаметны во время просмотра кинофильма на экране телевизора или монитора, но при его копировании на видеокассету приводят к появлению искажений. К сожалению, некоторые телевизоры и мониторы реагируют на искажение сигнала воспроизведением менее качественного изображения.

В APS используется две модификации сигнала, которые называются *автоматической регулировкой усиления* и *цифровой десинхронизацией*. В автоматической регулировке усиления используются импульсы, включенные в период кадровой развертки видеосигнала. Эти импульсы никак не проявляются на экране телевизора, но во время просмотра “пиратской” видеокассеты приводят к появлению “снега”, потере цвета и изображения, ухудшению качества и т.п. Начиная с 1985 года эта технология использовалась при записи видеокассет для их защиты от незаконного копирования. При десинхронизации происходит изменение сигнала цветовой синхронизации, что не отражается на экране телевизора, но приводит к появлению продольных полос при просмотре видеокассеты.

Следует заметить, что многие первые проигрыватели не содержат лицензионных схем Macrovision и попросту игнорируют код, включающий модификации сигнала APS. Кроме того, существуют различные стабилизаторы изображения, ретрансляторы или декодирующие модули, которые при подключении к проигрывателю или видеомagneтофону позволяют снять защиту от копирования и создать качественную копию.

ProtectDisc

Последняя система защиты от копирования называется RprotectDisc. Ее реализация в дисках DVD-Video изменяет стандартную структуру диска, что предотвращает возможность копирования. К сожалению, диски, созданные с использованием системы ProtectDisc, нельзя просмотреть с помощью компьютерных программ, таких как Проигрыватель Windows Media и WinDVD.

Несмотря на все заверения о надежности этого метода защиты, он был вскоре взломан. Законопослушным пользователям можно только посочувствовать: если не воспользоваться схемой “взлома” защиты ProtectDisc, просмотреть фильм на компьютере будет невозможно.

Спецификации и типы накопителей CD/DVD

Несмотря на повсеместное засилье перезаписывающих приводов DVD, обычный привод DVD-ROM можно установить в компьютер хотя бы из соображений ускорения операций копирования дисков. При выборе накопителя CD-ROM или DVD-ROM для компьютера необходимо учитывать следующие параметры:

- производительность накопителя;
- тип интерфейса, используемый для подключения к компьютеру;
- физическая система загрузки и извлечения компакт-диска.

Все эти параметры влияют на быстродействие устройства, а также на удобство его подключения к системе и использования. Те же критерии можно применить и к перезаписывающим устройствам; правда, в этом случае стоит рассмотреть некоторые дополнительные вопросы, связанные с совместимостью носителей и скоростью передачи данных.

Параметры накопителей

Основные характеристики накопителей CD-ROM/DVD, приводимые в документации к ним, — это скорость передачи и время доступа к данным, наличие внутренних буферов и их емкость, а также тип используемого интерфейса.

Скорость передачи данных

Этот параметр определяет объем данных, который может считывать накопитель с компакт-диска на компьютер за одну секунду. Этот параметр характеризует способность устройства считывать с диска большие и непрерывные участки данных.

Существует два способа измерения скорости передачи. Один из них, обычно применяемый к накопителям CD/DVD, представляет собой относительную скорость “х”, которая определена как множитель стандартной основной скорости. Например, в соответствии с исходным стандартом скорость передачи накопителя CD-ROM равна 153,6 Кбайт/с. Накопители, скорость которых в 2 раза больше, указываются как накопители 2х, в 40 раз — как 40х и т.п. Исходная скорость передачи данных накопителей DVD равна 1,385 Кбайт/с. В соответствии с этим накопители, скорость которых в 20 раз выше, определяются как 20х. Следует заметить, что почти все современные накопители имеют *постоянную угловую скорость* (CAV), поэтому их скорость, определенная множителем “х”, является максимальной скоростью, которая достигается при считывании данных с внешней части (с конца) диска. Скорость считывания данных, расположенных на внутренней части диска (в начале), примерно вдвое меньше. Следовательно, средняя скорость передачи данных находится где-то между максимальной и минимальной скоростями.

Поскольку современные приводы оптических дисков способны работать с множеством типов носителей, следует учесть параметры чтения и записи для всех них. Устройства, выполняющие запись на диски CD-R и CD-RW, обычно имеют данные характеристики в пределах от 4x до 48x (CAV).

Быстродействие накопителей на компакт-дисках

При поиске определенного сектора данных или музыкальной дорожки на диске накопитель находит адрес данных в таблице содержимого, которая записана на нулевой дорожке компакт-диска, после чего лазерный луч перемещается к нужному витку спирали и ожидает необходимой последовательности битов.

Компакт-диски первоначально разрабатывались для записи звуковых файлов, поэтому скорость считывания данных накопителем должна быть постоянной. Для обеспечения постоянной скорости считывания данные на дисках CD-ROM записываются с использованием метода, получившего название *запись с постоянной линейной скоростью* (Constant Linear Velocity — CLV). Это означает, что дорожка (а значит, и данные) по отношению к считывающему устройству всегда перемещается с одной и той же скоростью, равной 1,3 м/с (метров в секунду). Дорожка представляет собой спираль, витки которой по мере приближения к центру диска располагаются более компактно. Поэтому для обеспечения постоянной линейной скорости необходимо сделать так, чтобы скорость вращения диска изменялась по определенному закону. Другими словами, при считывании данных с внутренней дорожки диск должен вращаться быстрее, а при считывании информации с внешней — медленнее. Скорость вращения диска в накопителе 1x (линейная скорость накопителя 1x равна 1,3 м/с) изменяется от 540 об/мин при считывании данных, расположенных в начале дорожки (на внутренней части диска), до 212 об/мин при чтении дорожки на внешней части диска.

Одним из способов повышения эффективности CD-ROM стало увеличение скорости дисководов, т.е. повышение частоты вращения. Дисководы, скорость вращения которых стала вдвое или вчетверо выше первоначальной, получили название *накопители 2x и 4x*. Последним устройством, созданным по этой технологии, стал дисковод 12x, скорость вращения диска в котором изменялась в пределах от 2568 до 5959 об/мин, что позволяло поддерживать постоянную скорость передачи данных. При дальнейшем увеличении скорости вращения производители столкнулись с определенными проблемами, связанными с созданием двигателя, позволяющего быстро изменять скорость при считывании данных с различных частей диска. Именно поэтому большинство дисководов со скоростью выше 12x имеют постоянную скорость вращения (при этом линейная скорость не является постоянной). Так как угловая скорость (скорость вращения) остается постоянной, этот метод получил название *запись с постоянной угловой скоростью* (Constant Angular Velocity — CAV).

Дисководы CAV, как правило, работают тише, чем приводы CLV. Это связано с тем, что двигателю не приходится постоянно увеличивать и уменьшать частоту вращения. Дисководы (в основном перезаписывающие), сочетающие технологии CLV и CAV, получили название *Partial-CAV* или *P-CAV* (частично постоянная угловая скорость). Например, большинство перезаписываемых дисководов при записи диска работают в режиме CLV, а при считывании данных — в режиме CAV. В табл. 11.22 приведена сравнительная характеристика технологий CLV и CAV.

Таблица 11.22. Сравнительная характеристика технологий CLV и CAV

Параметр	CLV	CAV
Скорость вращения диска	Различная, в зависимости от положения данных на диске (быстрее — на внутренних дорожках, медленнее — на внешних)	Постоянная
Скорость передачи данных	Постоянная	Различная, в зависимости от положения данных на диске (быстрее — на внутренних дорожках, медленнее — на внешних)
Уровень шума	Высокий	Низкий

Таблица 11.23. Скорости накопителей CD-ROM и скорости передачи данных

Объявленная скорость CD-ROM (макс. CAV)	Время считывания 74-минутного CD (CLV)	Время считывания 80-минутного CD (CLV)	Скорость передачи данных, байт/с (макс. CAV)	Фактическая скорость CD-ROM (мин. CAV)	Мин. скорость передачи данных, байт/с (CAV)
1x	74,0	80,0	153600	0,4x	61440
2x	37,0	40,0	307200	0,9x	138240
4x	18,5	20,0	614400	1,7x	261120
6x	12,3	13,3	921600	2,6x	399360
8x	9,3	10,0	1228800	3,4x	522240
10x	7,4	8,0	1536000	4,3x	660480
12x	6,2	6,7	1843200	5,2x	798720
16x	4,6	5,0	2457600	6,9x	1059840
20x	3,7	4,0	3072000	8,6x	1320960
24x	3,1	3,3	3686400	10,3x	1582080
32x	2,3	2,5	4915200	13,8x	2119680
40x	1,9	2,0	6144000	17,2x	2641920
48x	1,5	1,7	7372800	20,7x	3179520
50x	1,5	1,6	7680000	21,6x	3317760
52x	1,4	1,5	7987200	22,4x	3440640
56x	1,3	1,4	8601600	24,1x	3701760

Столбец 1. Объявленная скорость накопителя, которая представляет собой постоянную скорость дисководов CLV (большинство устройств, имеющих скорость 12x и ниже) или максимальную скорость накопителей CAV.

Столбцы 2 и 3. Время, затрачиваемое накопителем CLV на считывание всех данных определенного диска. Для накопителей CAV эти значения будут больше, так как средняя скорость считывания данных ниже объявленной. В столбце 4 приведена скорость передачи данных, которая при использовании накопителей CAV достигает максимального значения только при чтении конечных данных диска.

Столбцы 4–6. Фактическая минимальная скорость накопителей CAV, минимальная скорость передачи, достигаемая при считывании данных, расположенных в начале диска, а также оптимизированная средняя скорость (приведенные значения справедливы только при чтении полностью записанного диска; при других условиях средняя скорость значительно ниже). Значения минимальной скорости передачи данных выражены в байтах в секунду (байт/с); остальные параметры приведены в формате "x".

Скорости дисководов CD-ROM могут быть самыми разными — от 1x до 52x и выше. В не перезаписываемых накопителях, скорость которых не более 12x, как правило, используется технология CLV; большинство накопителей со скоростью 16x и выше являются устройствами CAV. При использовании накопителей CAV скорость перемещения данных по отношению к считывающему устройству изменяется в зависимости от физического расположения данных на компакт-диске (например, внутренняя или внешняя часть дорожки). Это также означает, что накопители CAV считывают данные, находящиеся на внешней части диска, быстрее данных, расположенных ближе к центру. Этим воспользовались производители, введя пользователей в заблуждение при первом появлении накопителей нового типа. Например, накопитель 12x CLV считывает данные со скоростью 1,84 Мбайт/с, причем эта скорость не зависит от расположения данных. Накопитель 16x CAV, в свою очередь, считывает данные, расположенные на внешней части диска, со скоростью 16x (2,46 Мбайт/с). Следует заметить, что скорость считывания данных с внутренней части диска гораздо ниже и достигает лишь 6,9x (1,06 Мбайт/с). Таким образом, средняя скорость чтения данных накопителя 16x составляет 11,5x, или примерно 1,76 Мбайт/с. При этом среднее значение скорости даже несколько увеличено, так как диски начинают читаться с внутренней части (т.е. более медленной), после чего переходят к внешней. Полученное значение относится к считыванию полного объема диска, а фактическая средняя скорость чтения данных значительно ниже.

Все это означает, что дисководы 12x CLV могут быть гораздо быстрее, чем накопители 16x или даже 20x! Не забывайте, что объявленная скорость накопителей CAV является не более чем максимальной скоростью передачи данных, которая достигается при считывании данных, расположенных на внешней части диска.

В табл. 11.23 приведены основные параметры накопителей CD-ROM, в том числе скорости передачи и другие интересные данные. То же самое относится и к приводам DVD (как к перезаписывающим, так и к не перезаписывающим) при их использовании с дисками CD.

Средняя скорость CD-ROM (CAV)	Средняя скорость передачи данных, байт/с (CAV)	Макс. линейная скорость, м/с	Макс. линейная скорость, миль/ч	Скорость, об/мин (макс. CAV, мин. CLV)	Скорость вращения, об/мин (макс. CLV)
0,7x	107520	1,3	2,9	214	497
1,5x	222720	2,6	5,8	428	993
2,9x	437760	5,2	11,6	856	1986
4,3x	660480	7,8	17,4	1284	2979
5,7x	875520	10,4	23,3	1712	3973
7,2x	1098240	13,0	29,1	2140	4966
8,6x	1320960	15,6	34,9	2568	5959
11,5x	1758720	20,8	46,5	3425	7945
14,3x	2196480	26,0	58,2	4281	9931
17,2x	2634240	31,2	69,8	5137	11918
22,9x	3517440	41,6	93,1	6849	15890
28,6x	4392960	52,0	116,3	8561	19863
34,4x	5276160	62,4	139,6	10274	23835
35,8x	5498880	65,0	145,4	10702	24828
37,2x	5731920	67,6	151,2	11130	25821
40,1x	6151680	72,8	162,8	11986	27808

Столбцы 7 и 8. Максимальные линейные скорости, достигаемые накопителем, выраженные в метрах в секунду (м/с) и милях в час (миль/ч). Эти скорости поддерживаются накопителями CLV на всем пространстве диска; накопители CAV достигают указанных скоростей только на внешней части диска.

Столбцы 9–12. Скорости вращения накопителя. В столбце 11 приведены скорости вращения диска при считывании первоначальных данных. Эти значения применимы к накопителям обоих типов (CLV и CAV). Для накопителей CAV приведенные значения постоянны вне зависимости от места расположения считываемых данных. В последнем столбце представлена максимальная частота вращения накопителей CLV. Поскольку большинство дисководов, имеющих скорость 12x и выше, являются устройствами CAV, значения, приведенные для накопителей 16x и далее, являются в основном теоретическими.

Вибрации, возникающие при чтении дисков, могут привести к снижению скоростей действующих накопителей до уровня, обеспечивающего их минимально допустимую надежность. Часто причиной разбалансировки CD-ROM становится маленькая бумажная этикетка с серийным номером, наклеенная на поверхность компакт-диска. Поэтому во многие высокоскоростные накопители CD и DVD встраиваются механизмы автобалансировки или амортизации, позволяющие решать подобные проблемы. Единственный недостаток таких механизмов состоит в том, что при возникновении вибрации они замедляют вращение диска, снижая тем самым скорость передачи данных.

Большинство современных дисков CD и DVD используют зональную CLV или частичную CAV. Это позволяет повысить среднюю производительность при сохранении управляемой скоростью вращения.

Примечание

В конце 1990-х годов компания Zen Research разработала технологию, получившую название *TrueX*, которая позволяла за счет использования нескольких лазерных лучей достигать постоянно высокой скорости передачи данных при низких скоростях вращения диска. К сожалению, накопители TrueX, изготовлением которых занимались Kenwood и другие компании, не имели обещанных рабочих характеристик и отличались низкой надежностью. В середине 2002 года компания Zen Research прекратила свое существование, поэтому накопители TrueX больше не выпускаются.

Быстродействие накопителей DVD

Подобно компакт-дискам, DVD вращаются против часовой стрелки (если смотреть со стороны считывающего лазера) и обычно записываются с постоянной скоростью передачи данных (CLV). Это означает, что дорожка (а значит, и данные) по отношению к считывающему устройству всегда перемещается с одной и той же скоростью, равной 3,49 м/с (или 3,84 м/с на двусторонних дисках).

Таблица 11.24. Скорости накопителей DVD-ROM и скорости передачи данных

Объявленная скорость DVD-ROM (макс. CAV)	Время считывания однослойного диска DVD (CLV), мин	Время считывания двухслойного диска DVD (CLV), мин	Скорость передачи данных, байт/с (макс. CAV)	Фактическая скорость DVD-ROM (мин. CAV)	Мин. скорость передачи данных, байт/с (CAV)
1x	56,5	51,4	1384615	0,4x	553846
2x	28,3	25,7	2769231	0,9x	1107692
4x	14,1	12,8	5538462	1,7x	2353846
6x	9,4	8,6	8307692	2,5x	3461538
8x	7,1	6,4	11076923	3,3x	4569231
10x	5,7	5,1	13846154	4,1x	5676923
12x	4,7	4,3	16615385	5,0x	6923077
16x	3,5	3,2	22153846	6,6x	9138462
20x	2,8	2,6	27692308	8,3x	11492308
24x	2,4	2,1	33230769	9,9x	13707692
32x	1,8	1,6	44307692	13,2x	18276923
40x	1,4	1,3	55384615	16,6x	22984615
48x	1,2	1,1	66461538	19,9x	27553846
50x	1,1	1,0	69230769	20,7x	28661538

Столбец 1. Объявленная скорость накопителя, которая представляет собой постоянную скорость дисководов CLV или максимальную скорость накопителей CAV (большинство накопителей DVD-ROM являются устройствами CAV).

Столбцы 2 и 3. Время, затрачиваемое накопителем CLV на считывание всех данных указанного диска. Для накопителей CAV эти значения будут больше, так как средняя скорость считывания данных ниже, чем объявленная. В столбце 4 приведена скорость передачи данных, которая при использовании накопителей CAV достигает максимального значения только во время чтения конечных данных диска.

Столбцы 4–8. Фактическая минимальная скорость накопителей CAV, минимальная скорость передачи, достигаемая при считывании данных, расположенных в начале диска, а также оптимизированная средняя скорость (приведенные значения справедливы только при чтении полностью записанного диска; при других условиях средняя скорость значительно ниже). Значения минимальной скорости передачи данных выражены в байтах в секунду (байт/с), остальные параметры приведены в формате “x”.

Дорожка представляет собой спираль, витки которой располагаются более компактно по мере приближения к центру диска. Поэтому для обеспечения постоянной линейной скорости дорожки скорость вращения диска должна изменяться по определенному закону. Другими словами, при считывании данных с внутренней дорожки диск должен вращаться быстрее, а при считывании информации с внешней — медленнее. Скорость вращения диска в накопителе 1x (линейная скорость накопителя 1x равна 3,49 м/с) изменяется со 1515 об/мин при считывании данных, расположенных в начале дорожки (на внутренней части диска), до 570 об/мин при чтении конца дорожки (на внешней части диска).

Односкоростные (1x) накопители DVD-ROM обеспечивают скорость передачи данных, равную 1,385 Мбайт/с, что эквивалентно скорости 9x CD-ROM (скорость передачи данных дисковода 1x CD-ROM составляет 153,6 Кбайт/с, или 0,1536 Мбайт/с). Хотя это не означает, что накопитель 1x DVD-ROM может читать компакт-диски в девять раз быстрее: скорость вращения накопителей DVD лишь в три раза больше скорости вращения подобных накопителей CD-ROM. Таким образом, накопитель 1x DVD имеет примерно ту же скорость вращения, что и накопитель 2,7x CD-ROM. В технических характеристиках DVD-ROM обычно указываются два параметра, один из которых определяет скорость чтения DVD, а другой — скорость чтения компакт-дисков. Например, если накопитель DVD-ROM имеет параметр 16x/40x, то он определяет скорость чтения DVD и компакт-дисков соответственно.

Одним из способов повышения эффективности стало увеличение скорости дисководов, что выразилось в повышении частоты вращения. Дисковод, скорость вращения которого стала вдвое выше первоначальной, получил название *накопитель 2x*; дисковод, скорость вращения которого была увеличена в четыре раза, был назван *накопитель 4x* и т.д.

Средняя скорость DVD-ROM (CAV)	Средняя скорость передачи данных, байт/с (CAV)	Макс. линейная скорость, м/с	Макс. линейная скорость, миль/ч	Скорость вращения однослойного диска DVD, об/мин (макс. CAV, мин. CLV)	Скорость вращения однослойного диска DVD, об/мин (макс. CLV)	Скорость передачи при считывании накопителем CD-ROM
0,7x	969231	3,5	7,8	570	1515	2.7x
1,4x	1938462	7,0	15,6	1139	3030	5.4x
2,9x	3946154	14,0	31,2	2279	6059	11x
4,3x	5884615	20,9	46,8	3418	9089	16x
5,7x	7823077	2,9	62,5	4558	12119	21x
7,1x	9761538	34,9	78,1	5697	15149	27x
8,5x	11769231	41,9	93,7	6836	18178	32x
11,5x	15646154	55,8	124,9	9115	24238	43x
14,2x	19592308	69,8	156,1	11394	30297	54x
17,0x	23469231	83,8	187,4	13673	36357	64x
22,6x	31292308	111,7	249,8	18230	48476	86x
28,3x	39184615	139,6	312,3	22788	60595	107x
34,0x	47007692	167,5	374,7	27345	72714	129x
35,4x	48946154	174,6	390,3	28485	75743	134x

Столбцы 9 и 10. Максимальные линейные скорости, достигаемые накопителем, выраженные в метрах в секунду (м/с) и милях в час (миль/ч). Эти скорости поддерживаются накопителями CLV на всем пространстве диска; накопители CAV достигают указанных скоростей только на внешней части диска.

Столбцы 11 и 12. Скорости вращения накопителя. В столбце 11 приведены значения скорости вращения диска при считывании данных, расположенных в его начале. Эти значения применимы к накопителям обоих типов (CLV и CAV). Для накопителей CAV приведенные значения постоянны независимо от места расположения считываемых данных. В столбце 12 показана максимальная частота вращения накопителей CLV-типа. Поскольку большинство высокоскоростных дисководов являются устройствами CAV, значения, приведенные в этом столбце, в основном теоретические.

Столбец 13. В этом столбце отражено быстроедействие накопителей DVD по отношению к дисководам CD-ROM. Приведенные значения относятся, в первую очередь, не к скорости передачи данных, а к скорости вращения. Другими словами, накопитель 12x DVD читает компакт-диски с такой же скоростью, что и дисковод 32x CD-ROM. Скорости чтения компакт-дисков для большинства накопителей DVD взяты из спецификаций. Производительность некоторых накопителей благодаря использованию конструкции PCAV (Partial CAV) может превышать значения, указанные в таблице.

При дальнейшем увеличении скорости вращения производители столкнулись с определенными проблемами, связанными с созданием двигателя, позволяющего очень быстро изменять скорость работы при считывании данных с различных частей диска. Это стало причиной того, что большинство быстрых накопителей DVD имеют постоянную скорость вращения (при этом линейная скорость не является постоянной). Так как угловая скорость (скорость вращения) остается постоянной, этот метод, как уже упоминалось, получил название *запись с постоянной угловой скоростью (CAV)*.

Накопители, имеющие более высокую скорость, больше подходят для считывания данных, чем для воспроизведения видеофрагментов. Высокая скорость накопителя позволяет при считывании диска сократить время перехода с одного слоя на другой, при этом совершенно не влияя на качество видеоизображения.

Практически все существующие DVD-ROM, имеющие скорость 20x и более, являются накопителями CAV, поэтому объявленная скорость передачи достигается только при считывании данных, расположенных на внешней части диска. В табл. 11.24 приведены скорости передачи данных накопителей DVD-ROM, достигаемые при считывании дисков DVD, а также их соотношение со скоростью дисководов CD-ROM.

Время доступа

Время доступа к данным для накопителей CD-ROM/DVD определяется так же, как и для жестких дисков. Оно равняется задержке между получением команды и моментом считывания первого бита данных. Время доступа измеряется в миллисекундах, и его стандартное паспортное значение для накопителей 24x приблизительно равно 95 мс. При этом имеется в виду среднее время доступа, поскольку реальное время зависит от расположения данных на диске. Очевидно, что при работе на внутренних дорожках диска время доступа будет меньше, чем

при считывании информации с внешних дорожек. Поэтому в паспортах на накопители приводится среднее время доступа, определяемое как среднее значение при выполнении нескольких случайных считываний данных с диска.

Разумеется, чем меньше время доступа, тем лучше, особенно когда данные нужно найти и считывать быстро. Время доступа к данным на CD-ROM/DVD постоянно сокращается. Заметим, что этот параметр для накопителей CD-ROM намного хуже, чем для жестких дисков (130–160 мс для CD-ROM и DVD-ROM и 8 мс для жестких дисков). Столь существенная разница объясняется принципиальными различиями в конструкциях: в жестких дисках используется несколько головок, и диапазон их механического перемещения меньше. Накопители CD/DVD используют один лазерный луч, который перемещается вдоль всего диска. К тому же данные на компакт-диске записаны вдоль спирали и после перемещения считывающей головки для чтения данной дорожки необходимо ждать, когда лазерный луч попадет на участок с нужными данными. При чтении внешних дорожек время доступа больше, чем при чтении внутренних дорожек, если не используется устройство CAV, скорость вращения которого постоянная (в данном случае время доступа также постоянно).

Буфер/кэш-память

Во многих накопителях CD/DVD имеются встроенные буфера, или кэш-память. Эти *буфера* представляют собой устанавливаемые на плате накопителя микросхемы памяти для записи считанных данных, что позволяет передавать в компьютер за одно обращение большие массивы данных. Обычно емкость буфера DVD составляет 256 Кбайт, а CD — 128 Кбайт, хотя выпускаются модели как с большими, так и с меньшими объемами (чем больше — тем лучше!). Емкость буфера накопителей перезаписываемых CD/DVD достигает 2–8 Мбайт и более, что позволяет избежать проблем с “недобором” данных и обеспечить более плавное выполнение записи. Как правило, в более быстродействующих устройствах емкость буферов больше. Комбинированные приводы DVD-ROM/CD-RW обычно имеют буфер размером 1,5–2 Мбайт. Накопители, в которых есть буфер (кэш-память), обладают рядом преимуществ. Благодаря буферу данные в компьютер могут передаваться с постоянной скоростью. Например, данные для считывания обычно разбросаны по диску, и, поскольку оптические накопители имеют относительно большое время доступа, это может привести к задержкам поступления в компьютер считываемых данных. Это практически незаметно при работе с текстом, но, если у накопителя большое время доступа и нет буфера данных, то при выводе изображений или звукового сопровождения возникающие паузы очень раздражают. Кроме того, если для управления накопителем используются достаточно сложные программы-драйверы, то в буфер может быть заранее записано оглавление диска, и обращение к фрагменту запрашиваемых данных происходит намного быстрее, чем при поиске с нуля.

Загрузка процессора

Любая аппаратная или программная часть компьютера использует центральный процессор, и этот фактор часто недооценивается при оценке общей производительности системы. *Загрузкой процессора* называется время, которое процессор затрачивает на выполнение определенной задачи. Низкая загрузка процессора при выполнении задачи свидетельствует о том, что остальные устройства и программы быстрее получают к нему доступ. Применительно к накопителям CD/DVD-ROM на загрузку процессора влияют три фактора: скорость накопителя, размер буфера и тип интерфейса.

Размер буфера весьма существенно влияет на загрузку процессора накопителем. Если сравнивать производительность двух одинаковых накопителей, то быстрее будет тот, у которого установлен больший объем буфера. Кроме того, этот накопитель будет меньше загружать процессор.

И наконец, тип интерфейса. Если сравнивать два CD-ROM 12x, то накопитель с интерфейсом ATA загружает процессор на 65–80%, в то время как накопитель с интерфейсом SCSI — всего лишь на 11%. При использовании режимов DMA и Ultra-DMA в интерфейсе ATA загрузка процессора приближается к уровню устройств SCSI.

Прямой доступ к памяти

В настоящее время практически во всех компьютерах устанавливается контроллер, использующий режимы прямого доступа к памяти DMA или Ultra-DMA, позволяющие повысить быстродействие и снизить нагрузку на процессор. При использовании подобных контроллеров загрузка процессора накопителем CD/DVD (независимо от типа интерфейса) снижается до 11%. Так что, если система позволяет, обязательно установите для накопителей CD-ROM и жестких дисков прямой доступ к памяти.

Практически все современные накопители CD-ROM (12x и выше) и системные платы на базе процессоров Pentium поддерживают передачу данных непосредственно в память. Чтобы определить, присутствует ли в системе Windows 9x/Me/XP/Vista поддержка прямого доступа к памяти, откройте диспетчер устройств и щелкните на значке "+" около элемента **Контроллеры жестких дисков** (в новых версиях он может называться **Контроллеры IDE ATA/ATAPI**). В некоторых старых системах эти слова могут быть дополнены словом "шина". Если присутствует элемент **Bus Master IDE** (управление шиной), вероятнее всего, поддержку DMA можно включить.

Затем поищите информацию об устройствах CD/DVD (и жестких дисках), при необходимости воспользовавшись программой **Сведения о системе**. Жесткие диски и приводы CD/DVD, поддерживающие режимы MultiWord DMA Mode 2 (16,6 Мбайт/с), Ultra DMA Mode 2 (33 Мбайт/с), Ultra DMA Mode 4 (66 Мбайт/с) и более быстрые способны использовать прямую передачу в память. Дополнительную информацию можно получить в документации к устройству или на сайте производителя.

После этого необходимо дважды щелкнуть на элементе соответствующего канала IDE (на котором установлено устройство) и включить во вкладке **Дополнительные параметры** режим передачи DMA, после чего щелкнуть на кнопке **ОК**. (В зависимости от версии Windows включать режим DMA нужно в свойствах не канала IDE, а самого устройства.)

Примечание

Если включение этого параметра привело к "зависанию" компьютера, перезагрузите его в режиме защиты от сбоев (Safe Mode) и сбросьте флажок DMA (Ultra-DMA). Для достижения более высокой скорости передачи данных прямой доступ к памяти жесткого диска реализуется без помощи центрального процессора, поэтому проблемы с DMA могут привести к потере данных. Таким образом, в первую очередь, необходимо, не откладывая, создать резервную копию данных.

Кроме того, если накопитель имеет параллельный интерфейс ATA, который поддерживает любые режимы Ultra-DMA (называемые также Ultra-ATA), необходимо заменить все кабели ATA 80-жильными. Не забывайте также, что в соответствии со стандартом ATA длина используемого кабеля не должна превышать 18 дюймов. Применение 80-жильных кабелей предотвращает искажение сигнала и появление шумов, характерных при использовании стандартного 40-жильного кабеля в режиме Ultra-DMA. Если 80-жильный кабель не обнаруживается системой, то накопители и системные платы могут работать только в режимах Ultra-DMA, быстродействие которых не превышает 33 Мбайт/с. Следует заметить, что данное правило не распространяется на современные накопители Serial ATA (SATA).

Интерфейсы, в которых не перечислен элемент управления шиной, либо вообще не способны ускорить передачу данных, либо нуждаются в корректных драйверах. В некоторых случаях, в зависимости от версии Windows и даты выпуска набора микросхем системной логики, достаточно установить современный драйвер набора микросхем, и Windows включит поддержку режима DMA. Все наборы микросхем, произведенные с 1995 года, обеспечивают поддержку управления шиной. Кроме того, большинство наборов микросхем, выпущенных с 1997 года, поддерживают режим UltraDMA со скоростью до 133 Мбайт/с. Необходимо убедиться в том, что режим DMA активизирован; это позволит, в частности, существенно повысить производительность накопителей DVD.

Интерфейс

Под *интерфейсом* накопителя понимается его физическое соединение с шиной расширения. Поскольку интерфейс — это канал, с помощью которого данные передаются от накопителя к компьютеру, его значение чрезвычайно велико. Для подключения накопителя CD/DVD к компьютеру используются следующие типы интерфейсов.

- SATA (Serial ATA)
- IDE/ATAPI (Integrated Device Electronics/AT Attachment Packet Interface)
- Порт USB
- FireWire (IEEE-1394)
- SCSI/ASPI (Small Computer System Interface/Advanced SCSI Programming Interface)
- Параллельный порт

В следующих разделах подробно рассмотрены интерфейсы SATA, ATA, USB и FireWire. Подробные сведения об интерфейсе SCSI и параллельном порте представлены в 16-м издании настоящей книги (в главе 13), которое можно найти на прилагаемом к книге компакт-диске.

Интерфейс SATA

Это тот самый интерфейс, который в современных компьютерах используется для подключения жесткого диска. Сегодня в большинстве систем предполагается поддержка хотя бы одного канала ATA/ATAPI и шести и более каналов SATA. По этой причине многие производители перезаписывающих устройств DVD предлагают их SATA-версии. Ожидается, что в течение нескольких лет интерфейс и устройства SATA полностью вытеснят ATA/ATAPI с рынка.

Если сравнить аналогичные приводы пишущих DVD с интерфейсами ATA/ATAPI и SATA, последние не выигрывают в быстродействии, однако установить их значительно проще, поскольку не нужно переставлять перемычки ведущего/ведомого устройства. Каждый контроллер SATA напрямую подключается к одному устройству.

Перезаписывающие приводы DVD с интерфейсом SATA обычно работают только в современных системах, таких как Windows XP и Vista. Если вам приходится работать со старыми версиями Windows или другими операционными системами, лучше пользуйтесь оптическим приводом с интерфейсом ATA/ATAPI.

Интерфейс SATA эмулирует устройства ATA/ATAPI, так что устройство SATA DVD можно использовать в качестве загрузочного.

Интерфейс ATA/ATAPI

Это расширение интерфейса ATA, к которому обычно подключаются жесткие диски. Строго говоря, ATAPI — это стандартный программный расширенный интерфейс ATA для накопителей CD/DVD и других устройств, преобразующий команды SCSI/ASPI в стандарт ATA. С его помощью можно быстро приспособить новые высококачественные модели накопителей к работе с интерфейсом IDE, а также сохранить совместимость ATA-накопителей с DOS посредством программного интерфейса. В Windows 9x и более новых версиях программное обеспечение для CD-ROM содержится в драйвере CDFS (CD File System) VxD.

Накопители ATA/ATAPI иногда называют *расширенными IDE-накопителями* (Enhanced IDE), поскольку в техническом аспекте они являются усовершенствованной версией стандартного интерфейса IDE. В большинстве случаев накопители IDE/ATA CD или DVD подключаются ко второму каналу IDE (или интерфейсному кабелю), а первый используется для жестких дисков. Так делается потому, что в IDE плохо организовано совместное использование общего канала, поэтому жесткий диск должен находиться в состоянии ожидания, пока накопитель CD-ROM не выполнит переданную ему команду. В интерфейсе SCSI такой проблемы не существует, поскольку команды могут одновременно передаваться на разные устройства.

Если ваш компьютер не поддерживает интерфейс SATA, ATA станет самым экономным и эффективным решением при подключении приводов компакт-дисков и DVD.

Почти все современные компьютеры способны использовать устройство ATA/ATAPI CD/DVD в качестве загрузочного, что позволяет поставщикам готовых систем предоставлять пользователям компакт-диски, возвращающие компьютерную систему после сбоя в ее исходное состояние. Ниже будет показано, чем загрузочные компакт-диски отличаются от обычных и как с помощью недорогого программного обеспечения и привода CD-R/RW создать собственный загрузочный диск с нужной конфигурацией.

Интерфейс USB

Интерфейс USB уже давно доказал свою гибкость и сегодня используется для подключения самых разнообразных устройств, от клавиатуры до внешних дисков и приводов CD/DVD.

Устройства с интерфейсом USB 1.1 и более ранних версий обеспечивали скорость чтения и записи, сравнимую с лучшими показателями параллельного порта IEEE 1284. Эта скорость примерно соответствовала быстрдействию приводов 6x и составляла от 1145 до 1200 Кбайт/с. Устройства USB 2.0 и более поздних версий позволили повысить скорость передачи данных в 40 раз, доведя ее до 60 Мбайт/с, к тому же они обладали обратной совместимостью со стандартом USB 1.1.

Интерфейс USB способен обеспечить те возможности, которые были недоступны параллельному порту, к примеру “горячее” подключение и отключение устройств без необходимости выключения электропитания и перезагрузки системы. К тому же все устройства USB поддерживают технологию Plug and Play, что позволяет автоматически распознавать устройства и выполнять установку их программной поддержки.

В системах Windows 98/Me/2000/XP/Vista с портами USB наличие перезаписывающего привода DVD является наилучшим решением для резервирования и архивирования данных на недорогие и долговечные оптические носители.

FireWire (IEEE 1394)

На сегодняшнем рынке существуют также внешние дисководы CD/DVD с интерфейсом FireWire (он же – IEEE 1394 или iLink). FireWire представляет собой высокопроизводительный внешний интерфейс, предназначенный главным образом для использования в видеосистемах. Этот интерфейс, разрабатываемый в качестве стандарта Apple, стал популярным в системах Macintosh. Порты FireWire встречаются в ПК довольно редко (в отличие от USB), поэтому во внешних накопителях CD/DVD рекомендуется применять широко поддерживаемый интерфейс USB. Убедитесь в том, что в приобретаемых внешних накопителях используется быстродействующий интерфейс USB 2.0 (Hi-Speed USB), который является более быстрым и распространяемым, чем FireWire. Накопители FireWire весьма удобны при работе в двухплатформенной среде (Windows и Macintosh). Не забывайте и о том, что большинство компьютеров Mac также поддерживают интерфейс USB (причем те, которые его не поддерживают, могут быть легко дополнены шиной USB), поэтому, если Windows является основной платформой, лучше все-таки воспользоваться не FireWire, а интерфейсом USB.

Для установки накопителя FireWire необходим соответствующий порт FireWire, интегрированный в системную плату; при его отсутствии необходимо установить дополнительную интерфейсную плату FireWire. Помимо этого, существуют видеоадаптеры и звуковые платы, содержащие порты FireWire.

Механизм загрузки

Существует три принципиально разных механизма загрузки компакт-дисков: контейнеры, выдвижные лотки и механизмы автозагрузки. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. От того, какой тип загрузки выбран, зависит способ “общения” с накопителем — ведь с этим механизмом придется сталкиваться каждый раз, когда возникнет необходимость установить новый компакт-диск.

Выдвижные лотки

В большинстве обычных накопителей CD/DVD (независимо от типа интерфейса) для установки диска используются *выдвижные лотки*. Это такие же устройства, которые применя-

ются в стереосистемах класса CD-DA. Поскольку диски не нужно укладывать в отдельные контейнеры, механизм загрузки получается более дешевым. Правда, каждый раз при установке новый диск необходимо брать в руки, что повышает риск его испачкать или поцарапать.

Пользоваться накопителями с лотками не так удобно, как накопителями с контейнерами (если у вас, конечно, имеется несколько контейнеров). Чтобы заменить диск, необходимо выдвинуть лоток из накопителя, вынуть диск, положить его в прозрачную пластмассовую коробочку, вынуть новый диск из другой такой же коробочки, положить его в лоток и задвинуть лоток обратно. В то же время это усложняет доступ к дискам маленьким детям, что немаловажно.

Лоток сам по себе — весьма ненадежная конструкция. Его довольно легко сломать, например, неосторожно задев локтем или уронив что-нибудь сверху в тот момент, когда он выдвинут из накопителя. Кроме того, любая грязь, попавшая на диск или на лоток, втягивается внутрь устройства при возврате механизма в рабочее положение. Поэтому накопители с лотками не рекомендуется применять в промышленных или иных неблагоприятных внешних условиях.

К тому же в лотке диск располагается не так безопасно, как в контейнере. Если компакт-диск уложен в лоток с перекосом, то при загрузке могут быть повреждены и диск, и накопитель.

Некоторые устройства с лотками не могут быть установлены вертикально — диск просто выпадает из предназначенного для него углубления. Перед покупкой привода посмотрите, содержит ли лоток небольшие выступы, фиксирующие положение диска; если содержит, можете смело переворачивать системный блок.

Основным преимуществом выдвигаемых лотков, которое выделяет их из числа других механизмов, является их низкая стоимость, что немаловажно. Большинство приводов, выпускаемых сегодня, оснащено выдвигаемыми лотками.

Контейнеры

Когда-то этот механизм загрузки дисков использовался в большинстве высококачественных накопителей на компакт-дисках, а также в дисководах CD-R и DVD-RAM. Диск устанавливается в специальный, плотно закрывающийся *контейнер* с подвижной металлической заслонкой. У него есть крышка, которую откидывают исключительно для того, чтобы поместить диск в контейнер или вынуть его; все остальное время крышка остается закрытой. При установке контейнера в накопитель металлическая заслонка специальным механизмом сдвигается в сторону, открывая лазерному лучу доступ к поверхности компакт-диска.

Накопители, снабженные механизмом загрузки дисков, в свое время получили весьма широкое распространение, что объяснялось удобством использования контейнеров для каждого диска. Тем не менее ситуация кардинально менялась при наличии одного контейнера и нескольких накопителей. Контейнеры вставляются в накопитель примерно так же, как 3,5-дюймовая дискета в дисковод, и защищают компакт-диски от царапин, загрязнения и случайных повреждений.

Недостаток контейнеров — их высокая стоимость. К накопителю прилагается только один контейнер, и я не раз сталкивался с пользователями, которые никак не могли понять, что одного контейнера им совершенно недостаточно.

Записываемая поверхность диска весьма чувствительна, поэтому в первых версиях DVD-RAM использовались только диски в контейнерах. При появлении бесконтейнерных моделей DVD-RAM увеличилась опасность повреждения записанных данных, особенно при работе с двусторонним диском. Контейнерные механизмы более не используются в приводах CD и DVD ввиду неудобства их механизма подачи. В исходной версии накопителя Blu-Ray использовались контейнеры в виде специальной оболочки, защищающей область данных, хотя в последнее время ведутся разработки с целью исключения из конструкции контейнера.

“Целевой” механизм

В некоторых накопителях используется “целевой” механизм подачи диска, подобный тому, который применяется в автомобильных проигрывателях. Это очень удобно — вы чуть-чуть вставляете диск в “цель”, а механизм загрузки автоматически втягивает его внутрь на-

копителя. Некоторые накопители позволяют загрузить таким образом несколько дисков, среди которых в дальнейшем можно выбрать необходимый.

Основной недостаток данного механизма загрузки состоит в том, что, если диск застрянет, извлечь его будет довольно сложно. Кроме того, отсутствует возможность использовать диски нестандартных формфакторов и форм (в том числе диски диаметром 80 мм и типа DualDisc).

Механизмы автоподачи CD и DVD

Несколько лет назад производители попытались создать привод с механизмом автоподачи нескольких дисков. Эта попытка не нашла поддержки, однако сама идея возможности доступа к множеству дисков перекочевала в сферу производства внешних приводов (ввиду ограничений по размерам отсеков стандартного корпуса компьютера). В настоящее время выпускаются устройства, способные хранить сотни компакт-дисков.

Многие из этих устройств, такие как Niveus Ice Vault, Sony VGP-XL 1B и другие, предназначены для хранения фильмов DVD и музыкальных компакт-дисков с целью их воспроизведения в программе Media Center в системах Windows XP и Vista. Эти устройства подключаются к компьютеру через интерфейс FireWire (он же — IEEE 1394a и i.Link).

В производственных условиях, где в среде локальной сети должны совместно использоваться диски CD/DVD с данными, а не фильмы и музыка, большей производительности позволяют добиться специальные серверы DVD-ROM или CD-ROM. Эти устройства содержат множество приводов CD/DVD, а также оснащены сетевым интерфейсом Fast Ethernet. Если возникает необходимость доступа к большому количеству дисков, чем способно находиться в приводах, сервер выполняет копирование данных в специальный кэш на жестком диске и уже оттуда предоставляет другим станциям доступ к образам дисков CD и DVD. Такие серверы предлагают компании CD Dimensions (www.cddimensions.com), Kintronics (www.kintronics.com), JES Hardware Solutions (www.jescdrom.com) и др. CD/DVD-серверы выпускаются как в “башенном”, так и стоечном исполнении.

Другие особенности накопителей на компакт-дисках

Безусловно, достоинства устройств, в первую очередь, определяются их техническими характеристиками, но существуют и другие немаловажные факторы. Помимо качества конструкции и надежности, при выборе накопителя необходимо учитывать такие его свойства:

- пылезащищенность;
- автоматическая очистка линз;
- тип накопителя (внешний или внутренний);

Пылезащищенность

Главными врагами устройств на компакт-дисках являются пыль и грязь. Их попадание в оптическое устройство или в механизм приводит к ошибкам считывания данных, в лучшем случае — к снижению быстродействия. В одних накопителях линзы и прочие ответственные узлы располагаются в отдельных герметизированных отсеках, в других для предотвращения попадания пыли внутрь накопителя используются своеобразные “шлюзы” из двух заслонок (внешней и внутренней). Все эти меры позволяют продлить срок службы устройства.

Существуют также модели герметичных накопителей, в которых воздушный поток не проходит через камеру, где расположены линза и лазер. Такие модели наиболее оптимальны для работы в производственных и прочих запыленных помещениях. В обычных условиях (т.е. дома или в офисе) дополнительные затраты себя не оправдывают.

Для определения степени пылезащищенности устройства лучше обратиться в раздел вопросов и ответов сайта производителя. Дело в том, что такие тонкие вопросы не всегда освещаются в документации.

Автоматическая очистка линз

Если линзы лазерного устройства загрязнены, считывание данных замедляется, поскольку очень много времени уходит на повторные операции поиска и чтения (в худшем случае данные могут вообще не считываться). В подобной ситуации следует использовать специальные чистящие диски. Некоторые современные высококачественные модели накопителей имеют встроенное устройство очистки линз. Оно оказывается весьма полезным, когда компьютер работает в сложных внешних условиях или когда вы не можете содержать свое рабочее место в чистоте. Можно очистить линзы вручную, но не забывайте, что это весьма деликатная операция, требующая частичной разборки накопителя. Кроме того, приложив слишком большое усилие, вы рискуете повредить хрупкий механизм. Опасность слишком велика, поэтому лучше не заниматься разборкой накопителя и очисткой лазерной линзы самостоятельно.

Примечание

При использовании чистящего диска обязательно поищите в инструкции рекомендации производителя относительно этой операции. Некоторые изготовители вообще не рекомендуют использовать чистящие диски, поскольку ворс способен поцарапать линзы.

Внешние и внутренние накопители

При выборе модели накопителя на компакт-дисках (внешний или внутренний) необходимо учитывать, каким образом он будет использоваться и планируется ли модернизация компьютера. Каждый из этих типов накопителей имеет свои достоинства и недостатки.

- **Внешние накопители.** Эти портативные устройства прочнее и крупнее, чем встроенные. Приобретать их рекомендуется только в случае нехватки места внутри компьютера или при необходимости подключения накопителя то к одному компьютеру, то к другому (особенно это касается ноутбуков). Практически все современные системы оснащены высокоскоростным портом USB 2.0, и этот интерфейс рекомендуется в первую очередь. Если компьютер оснащен портом FireWire (он же IEEE 1394) и при этом лишен порта USB, можно выбрать этот вариант интерфейса, так как он обеспечивает скорость передачи данных, сравнимую со SCSI и USB 2.0, а также поддерживает “горячую” замену. Некоторые приводы оптических дисков оснащаются одновременно обоими типами портов (FireWire и USB).
- **Внутренние накопители.** Эти устройства рекомендуется приобретать, если на столе недостаточно свободного места. Также при этом в компьютере должен присутствовать хотя бы один свободный отсек, а мощности блока питания должно быть достаточно для поддержки дополнительного устройства. Внутренние устройства также удобны тем, что их можно соединить специальным кабелем со звуковой картой и при воспроизведении музыкальных компакт-дисков не загружать дополнительно процессор. Внутренние устройства, как правило, имеют интерфейс ATA/ATAPI, хотя уже намечается глобальный переход к интерфейсу SATA.

Записывающие накопители на компакт-дисках

Практически все современные компьютеры оснащаются записывающими приводами CD или DVD (которые способны записывать и обычные компакт-диски). Несмотря на то что носители DVD менее дорогостоящие в расчете на один мегабайт, чем CD, последние также стоит принимать в расчет из соображений совместимости с более старыми системами (например, для переноса данных). В действительности диск CD-R, записанный за одну сессию, остается наиболее надежным средством передачи информации другому пользователю.

Запись компакт-дисков проделала долгий путь с 1988 года, когда на рынке появилась первая записывающая система CD-R, которая стоила более 50 тыс. долларов. В ее основу был положен записывающий дискковод Yamaha стоимостью около 35 тыс. долларов, а также дополнительные схемы коррекции ошибок и другие функции. Это устройство работало со скоро-

стью 1x и являлось частью подсистемы, размеры которой были сопоставимы с габаритами стиральной машины. Стоимость пустых дисков (“болванок”) достигала примерно 100 долларов за штуку, что существенно отличается от сегодняшних 5-центовых дисков. Дальнейшее развитие продолжалось в сторону создания образца, используемого для тиражирования дисков посредством стандартного процесса штамповки.

В 1991 году компания Philips представила первое записывающее устройство со скоростью 2x (CDD 521), размеры которого примерно соответствовали габаритам стереоприемника, а стоимость не превышала 12 тыс. долларов. Компании Sony в 1992 году и JVC в 1993 году представили собственные модели записывающих устройств 2x, причем устройство JVC стало первым накопителем с половинной высотой 5,25-дюймового формфактора, используемого в большинстве настольных систем и по сей день. В 1995 году компания Yamaha выпустила первый накопитель со скоростью 4x (CDR100) стоимостью 5 тыс. долларов. Переломный момент в системе ценообразования наступил в конце 1995 года, когда компания Hewlett-Packard разработала записывающее устройство 2x (накопитель 4020i, созданный, по сути, компанией Philips) стоимостью около 1000 долларов. Именно это и послужило толчком к дальнейшему развитию. Цены быстро упали сначала до 500 долларов, затем — до 200 и ниже. В 1996 году компания Ricoh представила первый накопитель CD-RW.

Сегодня большинство производителей переключились с выпуска приводов CD-RW на производство записывающих устройств DVD. Функционально эти устройства ничем не отличаются от CD-RW и способны выполнять запись на носители CD-R и CD-RW. Если необходимо создать архив, который будет доступен как на новых, так и на старых системах, используйте носители CD. Если же вам нужно вместить на один носитель как можно больше музыки, используйте DVD.

Существует два основных типа записываемых компакт-дисков и накопителей: записываемые CD-R (Recordable) и перезаписываемые CD-RW (Rewritable). Однако так как диски CD-RW примерно вдвое дороже носителей CD-R, причем последние вдвое быстрее и совместимы со всеми (даже старыми) стереосистемами, диски CD-R продолжают пользоваться большим спросом.

Примечание

Различные отражающие свойства носителей стали причиной того, что ранние версии накопителей CD и DVD не позволяют считывать данные с CD-RW. Более современные накопители, соответствующие требованиям спецификации MultiRead, справляются с этим без каких-либо проблем. Но если записывается диск, который будет читаться в различных системах, то лучше воспользоваться более универсальным диском CD-R.

Большинство записывающих накопителей CD-R — это устройства типа *WORM* (*write-once, read many* — однократная запись, многократное чтение), предназначенные для длительного хранения. Однако их одноразовое использование сделало их менее приемлемым выбором для периодического резервного копирования, чем перезаписываемые носители. В то же время благодаря низкой стоимости носителей CD-R вполне приемлемой может оказаться политика создания “постоянных” резервных копий, которые будут накапливаться (по стоимости это можно сравнить с использованием накопителей на магнитной ленте).

Диски CD-RW можно перезаписывать до 1000 раз, что делает их идеальным вариантом для любых задач хранения информации. В следующих разделах будут более подробно рассмотрены эти два стандарта и области их применения.

Накопители CD-R

Диски CD-R, на которые уже записаны какие-либо данные, могут воспроизводиться или считываться практически любым стандартным приводом CD-ROM. Диски этого типа весьма удобны для хранения архивных данных и создания мастер-дисков, которые могут тиражироваться и распространяться среди служащих компаний.

Приводы CD-R работают по тем же принципам, что и стандартные CD-ROM, отражая лазерный луч от поверхности диска и отслеживая изменения отражательной способности при появлении переходов “впадина–площадка” или “площадка–впадина”. На обычных компакт-дисках спиральная дорожка выдавливается или штампуются в поликарбонатной массе. В свою очередь, диски CD-R содержат рисунок впадин, выжженный на приподнятой спиральной дорожке. Таким образом, впадины представляют собой темные (выжженные) участки, отражающие меньшее количество света. В целом отражающая способность впадин и площадок остается такой же, как и на штампованных дисках, поэтому обычные дисководы CD-ROM и проигрыватели музыкальных компакт-дисков читают как штампованные диски, так и CD-R.

Запись CD-R начинается еще до того, как диск вставляется в накопитель. Процесс изготовления носителей CD-R и стандартных компакт-дисков практически одинаков. В том и в другом случаях выполняется прессование расплавленной поликарбонатной массы с использованием формообразующей матрицы. Но вместо штамповки впадин и площадок матрица формирует на диске спиральную бороздку (которая называется *изначальной бороздкой*). Если смотреть со стороны считывающего (и записывающего) лазера, расположенного под диском, эта канавка представляет собой спиральный выступ, а не углубление.

Границы спирального выступа (изначальной бороздки) имеют определенные отклонения от продольной оси (так называемые колебания). Амплитуда колебаний по отношению к расстоянию между витками дорожки достаточно мала. Расстояние между витками равно 1,6 микрона, а величина поперечного отклонения выступа достигает всего лишь 0,03 микрона. Колебания канавки CD-R модулируют некоторую дополнительную информацию, которая считывается накопителем. Сигнал синхронизации, определяемый колебаниями дорожки, модулируется вместе с временным кодом, другими данными и называется *абсолютным временем изначальной дорожки* (Absolute Time In Pre-groove – АТИР). Временной код выражается в формате “минуты:секунды:кадр” и вводится в Q-подкоды кадров, записанных на диске. Сигнал АТИР позволяет накопителю распределить необходимые области на диске перед фактической записью кадров. Технически сигнал позиционирования представляет собой уход частоты и определяется несущей частотой 22,05 кГц и отклонением 1 кГц. Для передачи информации используются изменения частоты колебаний.

Процесс изготовления CD-R завершается нанесением с помощью метода центрифугирования равномерного слоя органического красителя. Затем создается золотой отражающий слой. После этого поверхность диска покрывается акриловым лаком, затвердевающим в ультрафиолетовых лучах, который используется для защиты ранее созданных золотого и окрашенного слоев диска. Исследования показали, что алюминий, используемый с органическим красителем, подвержен сильному окислению. Поэтому в дисках CD-R используется золотое покрытие, обладающее высокой коррозионной стойкостью и имеющее максимально возможную отражательную способность. На поверхность диска, покрытую слоем лака, методом трафаретной печати наносится слой краски, используемый для идентификации и дополнительной защиты диска. Лазерный луч, применяемый при чтении и записи диска, проходит через прозрачный поликарбонатный слой, слой органического красителя и, отразившись от золотого слоя, возвращается через слой красителя и поликарбонатной массы, после чего улавливается сенсором оптического датчика накопителя.

Отражающий слой и слой органического красителя имеют те же оптические свойства, что и *неразмеченный* компакт-диск. Другими словами, дорожка незаписанного (чистого) диска CD-R воспринимается считывающим устройством компакт-дисков как одна длинная площадка. Лазерный луч дисковода CD-R имеет одну и ту же длину волны (780 нм), но мощность лазера, используемого для выполнения записи, в частности для нагрева окрашенного слоя, в 10 раз выше. Лазер, работающий в импульсном режиме, нагревает слой органического красителя до температуры 482–572°F (250–300°C). При этой температуре слой красителя буквально выгорает и становится непрозрачным. В результате лазерный луч не доходит до золотого слоя и не отражается обратно, чем достигается тот же эффект, что и при погашении отраженного лазерного сигнала, происходящем при чтении штампованных компакт-дисков.

На рис. 11.13 показаны различные слои носителей CD-R, а также спиральная канавка, содержащая впадины, выжженные в слое органического красителя.



Рис. 11.13. Слои носителей CD-R

Во время чтения диска накопитель считывает несуществующие впадины, в качестве которых выступают участки с низкой отражательной способностью. Эти участки появляются при нагревании органического красителя, поэтому часто процесс записи диска называется *прожигом*. Выжженные участки красителя изменяют свои оптические свойства и становятся не отражающими. Изменение этих свойств возможно лишь один раз, поэтому CD-R называются носителями с однократной записью.

Емкость дисков CD-R

Накопители CD-R могут работать как со стандартными дисками емкостью 650 Мбайт (что эквивалентно 74 мин музыки), так и с более емкими 700-мегабайтовыми «болванками» CD-R (80 мин музыки). Стоимость 80-минутных дисков выше всего на 2 цента, так почему бы не приобретать только носители с большей емкостью? Конечно, лишние 50 Мбайт никогда не помешают, но 80-минутные диски иногда не читаются накопителями CD-ROM, CD-DA и автомобильными аудиопроигрывателями. Это связано с тем, что для получения дополнительных 50 Мбайт (6 мин) пришлось увеличить плотность расположения витков спиральной дорожки, что привело, в свою очередь, к некоторым проблемам. Поэтому, если вы собираетесь использовать диски для записи звуковых файлов или обмена данными, лучше воспользуйтесь стандартными 74-минутными дисками. А для других целей прекрасно подойдут и 80-минутные носители.

Некоторые накопители и соответствующее программное обеспечение могут расширять «зону обжига», что позволяет записывать данные в конечную область диска и увеличивать, таким образом, область данных. Это связано с определенным риском, так как может привести к несовместимости записанных дисков. Многие накопители (в частности, это относится к более ранним моделям) начинают сбоить при чтении данных, записанных в конце «пережженного» диска. Поэтому к «разгону» компакт-дисков следует подходить только как к эксперименту. Диски, записанные подобным образом, хорошо работают на «родном» накопителе или с собственным программным обеспечением, но их использование в «чужой» системе весьма проблематично.

В настоящее время некоторые производители предлагают 90-минутные (790 Мбайт) и 99-минутные (870 Мбайт) носители, благодаря которым процесс записи немного упрощается. Проведенные эксперименты, результаты которых были опубликованы на сайте *Tom's Hardware* (www.tomshardware.com), показали, что большинство стандартных накопителей CD-RW позволяет с достаточной надежностью записывать на 90-минутный носитель до 89:59 минут музыки; при этом носители CD-R могут воспроизводиться практически любыми автомобильными или домашними электронными проигрывателями. Тем не менее только немногие накопители могут записать на носитель этого типа 90 или более минут музыки (или эквивалентный объем компьютерных данных).

Совет

Вас интересует, сможет ли ваш привод обрабатывать 90- или 99-минутные носители? Специалисты компании-изготовителя, вероятно, ответят “Нет”, однако список совместимых накопителей вы всегда сможете найти по адресу:

<http://www.dvd-supply.com/90-min-compatibility-chart.html>

Только найдя свое устройство в этом списке, можете смело покупать 90-минутные носители.

Отметим, что компания Roxio (разработчик Easy CD Creator и других программ для записи CD/DVD) утверждает, что попытка записи на 90-минутные и более емкие накопители может привести к повреждению устройств, используемых для записи и/или чтения.

Цвет накопителя CD-R

Дебаты о зависимости быстродействия и/или надежности хранения от цвета накопителя CD-R не утихают на протяжении многих лет. В табл. 11.25 приведены наиболее распространенные цветовые комбинации, названия компаний-производителей, а также прочие полезные технические сведения.

Для некоторых производителей указано несколько цветовых комбинаций, так как эти компании выпускают диски под разными торговыми марками, используя при этом разные технологические процессы. Если вы пришли к выводу, что используемый вами записывающий накопитель обеспечивает наилучшие результаты при работе с дисками определенного цвета, отдавайте предпочтение соответствующей цветовой комбинации.

Таблица 11.25. Цвет диска CD-R и его влияние на запись

Цвет носителя (первый — цвет отражающего цвета; второй — цвет пластика)	Торговые марки	Технические сведения
Золото-золото	Mitsui, Kodak, Maxell, Ricoh	Фотоцианиновый краситель. Большая требовательность к вариациям мощности. Обеспечивает срок хранения до 100 лет. Возможна несовместимость с некоторыми накопителями. Краситель изобретен компанией Mitsui Toatsu Chemicals. Обеспечивает наилучшие результаты при совместном использовании с накопителями, поддерживающими стратегию записи Long Write Strategy (используется лазерный импульс большей длительности) при разметке носителя
Золото-зеленый	Imation (подразделение 3M), Memorex, Kodak, BASF, TDK	Цианиновый краситель. Менее требователен к вариациям мощности при чтении или записи. Первые носители на его основе обеспечивали время хранения на уровне 10 лет, а более новые обеспечивают время хранения данных 20-50 лет (серебро-зеленый). Цветовая комбинация изобретена компанией Taiyo Yuden. Использовалась при разработке исходных стандартов CD-R. Стандарт де-факто записи CD-R, так как использовался и при разработке технологии CD-R. Обеспечивает наилучшие результаты при совместном использовании с накопителями, поддерживающими при разметке носителя стратегию записи Short Write Strategy (используется лазерный импульс малой длительности)
Серебро-синий	Verbatim, DataLifePlus, HiVal, Maxell, TDK	Технологический процесс разработан компанией Verbatim. Краситель — Azo. Быстродействие сравнимо с быстродействием зеленых носителей, а срок хранения увеличивается до 100 лет. Хороший выбор для долгосрочного архивирования

Примечание

Игры для Playstation изначально поставлялись на дисках черного оттенка, который придает им привлекательный вид. Через некоторое время появились записываемые диски CD-R с таким же черным оттенком. Черный оттенок — чисто “косметическое” решение, так как он является невидимым для инфракрасного лазера. Другими словами, “черные” диски CD-R функционально идентичны чистым дискам, а в качестве регистрирующего слоя может использоваться любой краситель. Черный оттенок визуально скрывает записывающий слой, и хотя лазерный луч проходит через него, цвет красителя оказывается незаметным.

Как видите, разные цветовые комбинации обладают определенными преимуществами и недостатками, однако лучший способ выбрать тип накопителя — приобрести несколько дисков разных типов от разных производителей и попробовать записать на них данные с по-

мощью своего накопителя CD/DVD, а затем считать информацию с полученных дисков с помощью разных моделей накопителей CD-ROM и DVD.

Примечание

Если вы планируете заняться записью музыкальных дорожек для автомобильных или портативных систем воспроизведения, не забудьте протестировать совместимость и с ними.

Основные характеристики безупречных носителей перечислены ниже:

- высокая надежность записи (список рекомендуемых носителей, как правило, можно найти на сайте компании-производителя);
- отсутствие “проблемных” участков для записи;
- надежность при условии должного обращения и хранения;
- совместимость с большим количеством моделей приводов CD-ROM;
- низкая стоимость накопителя.

Если возникают проблемы с записью на диски определенных типов или вы заметили, что на одни накопители данные записываются быстрее, чем на другие, попробуйте загрузить с сайта компании-производителя обновленную версию прошивки. Часто в новых версиях прошивки обновляются стратегии записи, а также добавляются сведения о носителях от разных производителей.

Выбор наилучшего носителя

Определившись с наиболее подходящим типом носителей, придется принять еще целый ряд решений, в том числе о типе поверхности для маркировки, а также способе упаковки. Некоторые моменты подробно описаны далее.

- **Обычная поверхность.** Данные носители больше подходят, если планируется нанести на диск метку маркером, а не в виде бумажной этикетки. Очень часто поверхность подобных носителей содержит размеченные участки для названия, даты создания и других сведений о записанной информации. Подобные носители безупречно подходят для создания резервных копий данных.
- **Поверхность для печати.** Носители данного типа подойдут, если у вас есть принтер, поддерживающий печать на компакт-дисках CD и DVD (как правило, это специализированные модели струйных принтеров). Такую возможность, к примеру, предлагают принтеры серии Epson R, а также некоторые устройства дублирования CD и DVD. В данных носителях маркировка о фирме-производителе либо минимально контрастная, либо вообще отсутствует. Так что для маркировки подойдут наборы типа NEATO.
- **“Нефирменные”.** Подобные диски часто поставляются на шпинделе; они безупречно подходят для экономичного использования, в том числе с наборами маркировки.
- **Пластиковый короб.** В пластиковый короб можно поместить сам диск и его этикетку (или аннотацию), что идеально подходит для распространения информации. Более тонкие коробки по толщине вдвое меньше обычных; их тяжелее разбить, однако в них не так просто поместить пространственный буклет.
- **Шпиндель.** В подобном виде накопители продаются без коробок или других упаковок. Это упаковка самой низкой ценовой категории, которую используют самые разнообразные производители дисков для оптовой торговли. Этот тип идеально подходит для массового тиражирования, когда для распространения продукции не нужны пластиковые коробки.

Скорость записи накопителей CD-R

Максимальная скорость записи приводов CD-R составляет 52x, поэтому практически все зависит от характеристик соответствующих носителей.

Большинство носителей из представленных ныне на рынке поддерживают скорость записи 52x, что чаще всего отдельно отмечено на упаковке. Ту же информацию можно узнать и на сайте производителя. В любом случае рекомендуется загрузить с сайта производителя последнюю версию прошивки привода, чтобы обеспечить максимально возможную скорость записи.

Примечание

Текущая скорость носителей CD-R, равная 52x, может оказаться самой высокой скоростью записи, которая когда-либо достигалась приводами CD-RW и DVD. Многие производители уверены в том, что вероятность повреждения носителей и дисководов во время записи, выполняемой при высоких скоростях вращения, и технические трудности в обеспечении надежности записи данных, а также растущая популярность перезаписывающих накопителей DVD приведут к тому, что поколение 52x окажется последним поколением накопителей CD-RW.

Если скорость записи на носителе не указана, установите ее на уровень 32x или ниже при записи данных. При прожиге музыкальных компакт-дисков рекомендуется ограничиться скоростью 8x (обычно это позволяет избежать проблем с воспроизведением на большинстве устройств).

Совет

Некоторые накопители и программы, используемые для записи данных, поддерживают функцию автоматического определения оптимальной скорости для записи дисков CD-R. Такая функция анализирует параметры носителя и на основании этого определяет методы записи и оптимальную скорость, позволяющие получить наилучшие результаты. Использование данной функции с носителями, параметры которых неизвестны, позволяет осуществлять качественную запись данных независимо от диапазона скоростей, поддерживаемых диском.

Накопители CD-RW

В начале 1996 года промышленный консорциум, в который вошли компании Ricoh, Philips, Sony, Yamaha, Hewlett-Packard и Mitsubishi Chemical Corporation, опубликовал формат CD-RW. В мае 1996 года был представлен первый накопитель CD-RW — MP6200S, в создании которого основное участие принимала компания Ricoh. Это был модуль с номинальными скоростями 2/2/6 (2x — запись, 2x — перезапись, 6x — чтение). В это же время вышла в свет третья часть спецификации Orange Book, которая официально определила стандарт CD-RW.

Накопители CD-RW быстро вытеснили с рынка приводы CD-R. Впоследствии их с таким же успехом вытеснили перезаписывающие устройства DVD, которые поддерживают форматы CD-R и CD-RW.

Процесс записи дисков CD-RW происходит так же, как и CD-R, и отличается только тем, что данные на носителе CD-RW могут быть удалены и записаны снова. Диски этого типа весьма удобны для создания прототипа, который будет тиражироваться на менее дорогих дисках CD-R или даже на штампованных компакт-дисках. Носители CD-RW могут перезаписываться до 1000 и более раз. Кроме того, при наличии программного обеспечения пакетной записи диски CD-RW могут обрабатываться подобно гигантскому гибкому диску, файлы которого легко перетаскиваются, копируются или удаляются. Носители CD-RW примерно вдвое дороже дисков CD-R, но в то же время гораздо дешевле оптических картриджей или других сменных форматов. Все это делает CD-RW наиболее приемлемой технологией создания резервных копий системы, архивирования файлов и решения любых других задач, связанных с хранением данных, где использование дисков DVD недопустимо.

Примечание

Формат CD-RW изначально назывался CD-Erasable или сокращенно — CD-E.

Носители CD-RW и CD-R имеют четыре основных отличия. Если говорить кратко, то для CD-RW характерно следующее:

- могут перезаписываться;
- имеют более высокую стоимость;
- отличаются меньшей скоростью записи;
- имеют более низкую отражательную способность.

Помимо высокой стоимости и возможности перезаписи данных, носители CD-RW отличаются также более низкой (в два и более раза) скоростью записи. Это связано с тем, что при выполнении записи на обработку каждой области диска лазеру требуется больше времени. Диски CD-RW также имеют более низкую отражательную способность, что ограничивает их читаемость. Носители CD-RW, например, не читаются многими стандартными накопителями CD-ROM и CD-R. Следует заметить, что технология MultiRead, поддерживаемая в настоящее время практически всеми накопителями со скоростью 24x и выше, позволяет читать диски CD-RW без каких-либо проблем. Наличие этой возможности определяется по логотипу MultiRead, нанесенному на корпус накопителя CD-ROM. Обращайте внимание на наличие этого логотипа при покупке стационарных музыкальных центров.

Чтобы создать подобие впадин на поверхности диска, в накопителях и носителях CD-RW используется процесс изменения фазы состояния. Диски создаются на поликарбонатной подложке, содержащей предварительно отформованную спиральную канавку волнистой формы, колебания которой определяют информацию позиционирования. Верхняя часть основы покрывается специальным диэлектрическим слоем (изоляцией), после чего наносится записывающий слой, еще один слой диэлектрика и алюминиевый отражающий слой. Затем поверхность диска покрывается акриловым лаком, затвердевающим в ультрафиолетовых лучах, который используется для защиты ранее созданных слоев диска. Диэлектрические слои, расположенные выше и ниже записывающего, предназначены для экранирования поликарбонатной подложки и отражающего металлического слоя от интенсивного нагрева, используемого во время процесса записи с изменением фазы состояния.

На рис. 11.14 показаны различные слои носителя CD-RW, а также спиральная канавка, содержащая впадины, выжженные в записывающем слое.



Рис. 11.14. Слои носителя CD-RW

Как уже отмечалось, запись дисков CD-R осуществляется посредством нагрева определенных участков органического красителя (т.е. слоя записи). В свою очередь, записывающий слой CD-RW представляет собой сплав серебра, индия, сурьмы и теллурия (Ag-In-Sb-Te), обладающий возможностью фазовых превращений. В качестве отражающей части записывающего слоя используется сплав алюминия, который ничем не отличается от применяемого в обычных штампованных дисках. Во время операции считывания или записи данных лазерное устройство располагается с нижней стороны диска. Если смотреть со стороны лазера, спиральная канавка будет выглядеть, как выступ, причем записывающий слой диска будет располагаться на его верхней плоскости. Сплав Ag-In-Sb-Te, используемый в качестве записывающего слоя, имеет поликристаллическую структуру с отражательной способностью 20%. Во время записи данных на диск CD-RW лазер может работать в двух режимах, которые называются Р-записью и Р-стиранием. В режиме Р-записи лазерный луч нагревает материал за-

писывающего слоя до температуры 500–700°C (932–1229°F), что приводит к его плавлению. В жидком состоянии молекулы сплава начинают свободно перемещаться, в результате чего материал теряет свою кристаллическую структуру и переходит в *аморфное* (хаотическое) состояние. Отражательная способность материала, застывшего в аморфном состоянии, снижается до 5%. При чтении диска области с различными оптическими свойствами воспринимаются так же, как и впадины обычного штампованного диска CD-ROM.

Если бы носители CD-RW использовались только для чтения, на этом можно было бы и закончить. Но ведь они могут перезаписываться, т.е. должен быть способ, позволяющий восстанавливать поликристаллическую структуру материала. Этот способ связан с маломощным режимом Р-стирания, применяемым лазером. В режиме стирания слой активного материала нагревается примерно до температуры 200°C (392°F), которая значительно ниже точки плавления, но достаточна для размягчения материала. При нагреве активного слоя до указанной температуры с последующим медленным охлаждением происходит преобразование структуры материала на молекулярном уровне, т.е. переход из аморфного состояния в кристаллическое. При этом отражательная способность материала повышается до 20%. Области, имеющие более высокую отражательную способность, выполняют ту же функцию, что и зоны штампованного компакт-диска.

Хотя такой режим работы лазера и называется Р-стиранием, непосредственного стирания данных не происходит. Вместо этого применяется технология *прямой перезаписи данных*, при использовании которой участки CD-RW, имеющие более низкую отражательную способность, не стираются, а просто перезаписываются. Другими словами, во время записи данных лазер постоянно включен и генерирует импульсы различной мощности, создавая тем самым области аморфной и поликристаллической структуры с различными оптическими свойствами. Структура создаваемых областей совершенно не зависит от их предыдущего состояния. Этот метод во многом напоминает способы записи данных на магнитный диск, где используется та же технология прямой перезаписи. Каждый сектор уже имеет определенную структуру данных, поэтому во время записи данных достаточно записать их новую структуру. Секторы также не стираются, а просто перезаписываются. Носители дисков CD-RW могут записываться и перезаписываться до 1000 раз.

Скорость накопителей CD-RW

Согласно спецификации CD-RW, т.е. тома 1 части III исходного стандарта Orange Book, скорость записи данных может достигать 4x. Новые разработки в области носителей и дисководов потребовали более высоких скоростей. Поэтому в мае 2000 года был опубликован том 2 части III, определяющий запись дисков CD-RW в диапазоне скоростей от 4x до 10x. Новая редакция стандарта CD-RW получила название *High-Speed Rewritable*. Диски и накопители, поддерживающие скорость CD-RW от 4x и выше, должны иметь соответствующий логотип. В сентябре 2002 года был опубликован том 3 части III стандарта Orange Book, в котором описаны накопители Ultra-Speed, представляющие собой дисководы CD-R с возможностью записи данных на скорости 8x–24x.

Технологические отличия стандартов High Speed и Ultra Speed определили то, что носители High Speed могут использоваться только в устройствах High Speed и Ultra Speed, а носители Ultra Speed — только в приводах Ultra Speed. Оба этих типа приводов могут без проблем работать с обычными носителями, поддерживающими скорости 2x и 4x. Исходя из этого, выбор неверного типа носителя для переноса данных между системами может закончиться невозможностью его чтения. Если неизвестна поддерживаемая целевым устройством скорость, используйте носители 2x и 4x или вообще создайте диск CD-R.

В связи с различиями в стандартах UDF, используемых разными программами для пакетной записи, позволяющих просто “перетаскивать” файлы на диски CD-RW, необходимостью установки программы чтения UDF Reader в системах, оснащенных накопителями CD-ROM, а также несовместимостью старых CD-ROM и первого поколения накопителей DVD-ROM с дисками CD-RW я настоятельно рекомендую использовать диски CD-RW только для соз-

дания резервных копий, предназначенных для личного пользования, а также для переноса данных между своими компьютерами. При необходимости отправить данные на компакт-диске другому пользователю лучше отдать предпочтение дискам CD-R, которые обладают большей универсальностью.

Спецификации MultiRead

Оригинальные стандарты компакт-дисков Red Book и Yellow Book определили, что минимальная отражательная способность площадок компакт-диска должна достигать примерно 70%, а максимальная отражательная способность впадин — около 28%. Это означает, что плоская область диска должна отразить не менее 70% лазерных лучей, попадающих на площадки, а впадины — не более 28% лучей. Эти стандарты разрабатывались в начале 1980-х годов. Чувствительность диодов, которые использовались в то время в фотоприемниках накопителей, была относительно низкой. Поэтому к оптическим свойствам используемого материала предъявлялись довольно высокие требования, позволяющие обеспечить необходимую контрастность между площадками и впадинами диска.

Отражательная способность площадок диска CD-RW составляет примерно 20% (плюс-минус 5%), а отражательная способность впадин — всего лишь 5%, что значительно ниже первоначальных требований. К счастью, оказалось, что при использовании дополнительной схемы *автоматической регулировки усиления* (APU) коэффициент усиления схемы детектора значительно повышается; это позволяет читать диски CD-RW, имеющие более низкую отражательную способность. Таким образом, накопители CD-ROM, не предназначенные первоначально для чтения дисков CD-RW, получали такую возможность после некоторой несложной доработки. Проблемы с чтением CD-RW чаще всего возникают при использовании старых устройств воспроизведения музыкальных компакт-дисков. Диски CD-RW впервые появились в 1996 году и получили широкое распространение примерно через год. Поэтому большинство накопителей CD-ROM, выпущенных до 1997 года, имели определенные проблемы с чтением дисков CD-RW. Трудности при чтении дисков CD-R или CD-RW на накопителях DVD-Video и DVD-ROM связаны главным образом с несоответствием частоты используемого лазера. При чтении CD-R подобные проблемы возникают чаще, чем при использовании CD-RW.

Существует также проблема совместимости дисков DVD. Она заключается не только в несоответствии отражательной способности материала. В данном случае основная проблема проистекает из того факта, что кристаллы, используемые в записывающем слое CD-R/RW, очень чувствительны к длине волны луча, используемого при считывании информации. Отражательная способность компакт-дисков при использовании лазера с соответствующей длиной волны, равной 780 нм, достаточно высока, но при ее изменении это свойство заметно ухудшается. Обычно для считывания данных в накопителях CD-ROM используется инфракрасный лазер с длиной волны 780 нм; в накопителях DVD для этих целей применяется красный лазер, длина волны которого равна 650 нм. Алюминиевое покрытие, используемое в компакт-дисках, достаточно хорошо отражает лазерный луч с более короткой длиной волны, что позволяет накопителям DVD без каких-либо проблем читать коммерческие (штампованные) компакт-диски. В то же время для чтения дисков CD-R или RW накопители DVD никак не подходили.

Первой компанией, предложившей решение этой проблемы, была Sony, за ней последовали все остальные производители накопителей DVD. Речь идет о датчике двоякого лазера, объединяющего в себе лазеры с длиной волны 650 нм (DVD) и 780 нм (CD). В некоторых накопителях для этого использовались два механизма считывания с разными оптическими системами, конструктивно выполненными на одном шасси. В конечном счете на смену таким устройствам пришли двоякие лазерные модули, в которых используется только одна оптическая система, что позволило уменьшить размеры и стоимость конструкции. Поскольку многие производители предлагают несколько различных устройств, в том числе и более дешевые, без двоякого лазерного датчика, возникла необходимость в создании стандарта, который позволил бы потребителю ознакомиться с возможностями приобретаемого накопителя.

Как же узнать о совместимости накопителя CD-ROM или DVD-ROM с дисками CD-R и RW? Для определения совместимости того или иного накопителя ассоциация OSTA (Optical Storage Technology Association) разработала промышленный стандарт MultiRead, гарантирующий определенные уровни совместимости.

- **MultiRead** для накопителей CD-ROM
- **MultiRead2** для накопителей DVD-ROM

Кроме того, разработан аналогичный стандарт MultiPlay, который предназначен для владельцев устройств DVD-Video и CD-DA.

В табл. 11.26 показаны два уровня спецификации MultiRead, присвоение которых определенному диску или накопителю гарантирует соответствующий уровень совместимости.

Таблица 11.26. Стандарты MultiRead и MultiRead2 для накопителей CD/DVD

Носитель	MultiRead	MultiRead2	Носитель	MultiRead	MultiRead2
CD-DA (Digital Audio)	X	X	DVD-ROM	--	X
CD-ROM	X	X	DVD-Video	--	X
CD-R	X	X	DVD-Audio	--	X
CD-RW	X	X	DVD-RAM	--	X

X. Накопитель будет выполнять считывание с этого носителя.

Обратите внимание на то, что MultiRead также указывает на возможность дисководов читать диски, записанные в режиме пакетной записи. Это связано с тем, что данный режим чаще всего используется для записи носителей CD-R и CD-RW.

При использовании перезаписывающих устройств CD и DVD о проблемах совместимости волноваться вообще не стоит. В то же время, если вы продолжаете использовать устройства CD-ROM, DVD-ROM или комбинированные приводы DVD-ROM/CD-RW, стоит проверить совместимость с другими типами носителей. Логотипы, показанные на рис. 11.15, сегодня широко не используются, однако совместимость можно определить также по характеристикам устройства.



Рис. 11.15. Логотипы MultiRead и MultiRead2

Для получения последних версий спецификаций MultiRead (редакция 1.11, 23 октября 1997 года) и MultiRead 2 (редакция 1.0, 6 декабря 1999 года) обратитесь на сайт OSTA.

Обеспечение надежности записи компакт-дисков

На возможность создания рабочего компакт-диска CD-R влияют пять важных факторов: тип интерфейса, размер буфера устройства, местонахождение и состояние данных, подлежащих записи, скорость записи, а также то, выполняет ли во время записи компьютер какие-либо другие задачи.

Более-менее современные приводы CD-RW и перезаписывающие DVD способны без проблем прожечь диск CD-R. Если же возникают трудности, проверьте следующее.

- **Имеет ли устройство некоторую форму защиты от опустошения буфера.** Буфер данных накопителя используется для хранения информации, полученной от источника, что снижает вероятность потери данных при возникновении паузы в чтении данных.

Новые модели накопителей поддерживают технологию защиты от опустошения буфера, поэтому объем буфера уже большой роли не играет. Некоторые программы создания дисков CD и DVD могут предложить параметр отключения защиты от опустошения буфера. Рекомендуется никогда не отключать эту функцию, за исключением случаев, когда само старое устройство ее не поддерживает.

- **Поддержка режимов работы UDMA.** Эти режимы обеспечивают большую скорость передачи данных и меньшую загрузку центрального процессора, чем первые версии ATA. Однако, для того чтобы воспользоваться подобными преимуществами, нужна системная плата, с интерфейсом UDMA и поддержкой режима управления шиной.

Совет

Если возникли проблемы с надежностью записи данных на диски CD-R при использовании максимальной скорости данных, попробуйте использовать меньшую скорость (например, 24x вместо 52x). Конечно, время записи увеличится вдвое, однако при этом будет создан действительно качественный диск.

Кроме того, можно воспользоваться режимом пакетной записи. Все последние версии накопителей CD-RW и перезаписывающих DVD поддерживают режим *пакетной записи*, который позволяет переносить на диски CD-R/RW отдельные файлы, а не все файлы сразу, как при обычной записи. Если накопитель поддерживает режим пакетной записи, с ним наверняка поставляется соответствующее программное обеспечение. Обратите внимание, что записанные в этом режиме компакт-диски можно использовать только в системах Windows 9x/Me/NT/2000/XP/Vista, но не на платформе Windows 3.1 и MS-DOS, поскольку в этих операционных системах отсутствуют необходимые драйверы. Также следует отметить, что режим пакетной записи поддерживают не все программы записи данных на компакт-диски. Например, программа DirectCD, поставляемая вместе с Roxio Easy CD Creator, поддерживает носители CD-R и CD-RW, а также закрывает сеансы на носителях CD-R, в то время как программа InCD из пакета Nero Burning ROM носители CD-R не поддерживает.

Примечание

Программы создания образов дисков, такие как Norton Ghost и Acronic True Image, работают из командной строки DOS, но при копировании данных на носители CD-R используют пакетную запись. Поскольку резервные копии, созданные с помощью этих программ, необходимо восстанавливать из командной строки, вместе с ними поставляется специальный DOS-совместимый драйвер пакетной записи, который загружается в процессе запуска системы.

Опустошение буфера

Независимо от того, в каком режиме (Disk At Once или Track At Once) происходит прожиг диска, данные записываются на спиральную дорожку носителя CD-R/RW, образуя определенный рисунок на ее поверхности. Накопитель, в отличие от жесткого диска, не может определить, в каком месте начинается и заканчивается запись, поэтому процесс записи данных продолжается до конца диска или дорожки. В противном случае может произойти повреждение записи (и диска, если это CD-R). Это означает, что программное обеспечение, используемое для записи компакт-дисков, а также аппаратные компоненты должны обеспечить непрерывный поток данных, идущий к накопителю во время записи диска. Для этого записывающее программное обеспечение использует буфер, который создается на жестком диске для временного хранения данных, посылаемых в накопитель.

Производители приводов CD-RW встраивают в них довольно большой буфер (до 8 Мбайт), а программы обычно предупреждают пользователей об опасности работы с другими программами во время записи диска. Однако, несмотря на все это, опустошение буфера случается довольно часто.

Защита от опустошения буфера

Компания Sanyo первой разработала технологию BURN-Proof, которая позволила раз и навсегда покончить с недогрузкой буфера. Несмотря на то что название этой технологии ассоциируется у многих пользователей с защитой от “выжигания” (т.е. записи) диска (из-за слова “burn”), на самом деле она расшифровывается как “защита от опустошения буфера” (Buffer UnderRun Proof). Практические испытания доказали ее высокую эффективность и надежность. Другими производителями были разработаны аналогичные технологии, к числу которых относятся JustLink от Ricoh, Superlink от Mediatek и т.д. Уже несколько лет все выпускаемые устройства CD-RW, DVD-ROM/CD-RW и перезаписывающие DVD оснащаются каким-либо механизмом защиты от опустошения буфера. Технология защиты от опустошения буфера реализована с помощью специального набора микросхем, посредством которого осуществляется текущий контроль буфера накопителя. При возникновении опасности недогрузки буфера операция записи приостанавливается до тех пор, пока данные не заполнят буфер. После наполнения буфера накопитель определяет место, где была прервана запись, и возобновляет ее непосредственно с той же позиции.

В соответствии с требованиями спецификации Orange Book промежуток между данными, записанными на компакт-диске, не должен превышать 100 мс (миллисекунд). При использовании технологии защиты от недогрузки промежутков между возобновленными записями не превышает 40–45 мс, что соответствует указанным требованиям. Эти промежутки легко компенсируются кодом коррекции ошибок, встраиваемым в запись, поэтому потери данных не происходит.

Следует заметить, что данная технология должна поддерживаться не только накопителем, но и используемым программным обеспечением. К счастью, все наиболее распространенные современные программы записи компакт-дисков поддерживают эту технологию.

Накопитель, включающий в себя защиту от опустошения буфера, позволяет во время записи диска работать с любой программой, не опасаясь повредить записываемые данные.

Примечание

Еще одним методом создания высококачественной записи является “интеллектуальный” прожиг диска. Практически все современные приводы CD и DVD оснащены этой функцией. Она определяет тип используемого носителя и вырабатывает оптимальную стратегию прожига. Если тип носителя устройству неизвестен, запускается утилита, которая для определения наилучшей стратегии тестирует репрезентативные фрагменты носителя.

Проблемы с прожигом оптических дисков CD и DVD также могут быть вызваны недостаточным энергоснабжением устройства и сбоями в работе лазера. Если проблема опустошения буфера или создания нечитаемых записей возникает в устройствах, выпущенных в последние годы, следует проверить, с какими типами носителей она связана: с CD, с DVD или с обоими. Если проблема связана с записью только на один тип носителей, значит, один из лазеров вышел из строя, и устройство следует заменить. Если проблема возникает при работе с любыми носителями, вполне вероятно, что она вызвана источником питания. Мне приходилось оказываться в ситуациях, когда система при всех прочих обстоятельствах работала нормально, а при записи компакт-дисков вызывала различного рода проблемы. После замены источника питания более совершенным и мощным все эти проблемы были устранены. Позволю себе напомнить еще раз: источник питания является основой компьютера, и чаще остальных устройств именно он является причиной проблем, возникающих в системе. В главе 19 мы подробно поговорим о блоках питания; там же будут даны рекомендации относительно выбора этих устройств.

Если ваше устройство не имеет защиты от опустошения буфера, обратитесь к 14-му изданию данной книги (глава 13), которое можно найти на прилагаемом компакт-диске.

Программное обеспечение записи оптических дисков

Еще одна особенность работы с накопителями на оптических дисках связана с тем, что для записи информации на носители необходимо специальное программное обеспечение. Несмотря на то что сами устройства устанавливаются в компьютер без каких-либо проблем и чтение с носителей ничем не отличается от работы с жестким диском, устройства CD-R/RW и перезаписывающие приводы DVD для записи данных на диск используют дополнительное программное обеспечение. (Исключение составляют только устройства DVD-RAM, которым для записи на диски DVD-RAM не нужны дополнительные программы.) Эти программы компенсируют различие между способами хранения информации на жестких и оптических дисках. Как уже было сказано, существует несколько стандартов хранения информации на оптических дисках. Программы прожига компакт-дисков организуют данные в один из этих форматов так, чтобы привод CD-ROM смог в дальнейшем прочитать записанный диск.

Windows XP была первой версией этой операционной системы, которая напрямую поддерживала запись дисков CD-R и CD-RW. В Windows Vista была добавлена аналогичная поддержка работы с носителями DVD+R/RW и DVD-R/RW. Более ранние версии Windows требуют установки специальных приложений прожига оптических дисков.

Несмотря на то что Windows XP и Vista способны сами выполнять запись на оптические носители, используемая ими методика медленная и неудобная. В любом случае лучше воспользоваться специализированными программами, среди которых наиболее популярными являются Nero Premium и Roxio Easy Media Creator. Эти программы более производительные и удобные, чем те, которые обычно поставляются с пишущими приводами оптических дисков. Также они не идут ни в какое сравнение со встроенными средствами Windows.

Примечание

Большинство производителей пишущих приводов оптических дисков включают в комплект поставки некоторое программное обеспечение сеансовой и пакетной записи. Однако эти программы далеко не всегда поддерживают резервное копирование, создание меню DVD и прочие дополнительные, но востребованные функции. Если вас не устраивает входящая в комплект устройства программа, поищите приложение, которое полностью удовлетворит ваши запросы.

Ранее технология записи компакт-дисков подразумевала наличие полной реплики компакт-диска на жестком диске. По сути, в некоторых программах требовалось создание отдельного, выделенного, раздела на жестком диске. При этом пользователь копировал все файлы в определенную область жесткого диска, создавая структуру каталогов компакт-диска. После этого программа создавала точную копию каждого сектора компакт-диска, включая файлы, информацию о каталогах и томе диска. И только затем все это копировалось на CD-R. В результате для записи одного компакт-диска требовалось свободных 1,5 Гбайт (2 компакт-диска по 650 Мбайт = 1,3 Гбайт + резерв = 1,5 Гбайт) на жестком диске. В настоящее время программы записи поддерживают создание виртуальной копии (образа), устраняя тем самым необходимость в указанном объеме свободного пространства. Пользователь выбирает файлы и каталоги для записи, и программа создает на компакт-диске виртуальную структуру каталогов. Это позволяет выбирать файлы из разных каталогов различных жестких дисков или даже сетевых накопителей либо других дисководов CD-ROM, после чего спокойно записывать данные на CD-R. Подобный метод предназначен для накопителей с высокой скоростью передачи данных и качественной защитой от опустошения буфера (или большим внутренним буфером памяти). Программное обеспечение “подготовит” сведения о каталоге, запишет их на компакт-диск, откроет каждый файл, предназначенный для записи, после чего скопирует данные из источника. При этом очень важно помнить о времени доступа к разным носителям: если необходимо записать данные с медленного жесткого диска или вообще из локальной сети, программа может просто не успеть обеспечить необходимый для записи поток данных. Если накопитель не поддерживает защиту от опустошения буфера, это приведет к порче “болванки”.

Не забывайте о программном обеспечении!

Причиной постоянно возникающих проблем с записью компакт-дисков могут быть как накопитель, так и используемое программное обеспечение. Обратитесь на сайт компании-производителя, чтобы узнать, нет ли более новой версии прошивки. Если обновление прошивки накопителя не помогло, попробуйте обновить программное обеспечение (очень часто это необходимо для поддержки новых моделей накопителей).

Любой из уважающих себя производителей пишущих приводов оптических дисков составляет расширенные рекомендации относительно повышения надежности процесса записи, которые либо включает в документацию, либо помещает на свой сайт. Полезную информацию можно найти также на сайтах производителей адаптеров SCSI и изготовителей оптических носителей.

Извлечение цифрового звука

Практически все накопители CD-ROM могут *воспроизводить* CD-DA формата Red Book, но далеко не все из них могут *читать* диски этого типа. Разница, на первый взгляд, почти не заметна, но весьма существенна. Если вы увлекаетесь музыкой и намерены воспользоваться компьютером для создания собственной музыкальной коллекции, то наиболее важной функцией накопителя CD-ROM или DVD окажется возможность считывания оцифрованных звуковых данных. Благодаря этому можно достаточно легко сохранять, обрабатывать и копировать музыкальные записи.

Накопители CD-ROM, установленные в компьютере, могут использоваться и для воспроизведения музыкальных компакт-дисков. Порядок действий достаточно прост: вставьте CD-DA в накопитель и, используя соответствующее приложение для воспроизведения компакт-дисков (например, проигрыватель, входящий в состав Windows), обращайтесь с ним так, как со стандартным плеером. Во время воспроизведения диска аналоговый звуковой сигнал передается по тонкому стереофоническому кабелю (который обычно называется CD-кабелем) от накопителя CD-ROM к звуковой плате компьютера. Такой же сигнал подается на гнездо наушников, расположенное на передней панели накопителя или на звуковой плате. Аналоговый сигнал усиливается звуковой платой, после чего подается на колонки или наушники, которые могут быть подключены к накопителю или звуковой плате.

Чтобы переписать песню с компакт-диска на жесткий диск, когда-то было необходимо воспроизводить ее на обычной скорости, передавая сигнал на звуковую карту с помощью четырехжильного кабеля, соединяющего ее с приводом, и при этом использовать программу звукозаписи. К счастью, теперь все гораздо проще. Более современные модели приводов компакт-дисков поддерживают технологию, которая называется *извлечением цифрового звука* (Digital Audio Extraction – DAE). С ее помощью накопители считывают с компакт-диска секторы цифровых звуковых записей (объемом 2352 байт), и вместо преобразования их в аналоговый сигнал передают непосредственно на процессор компьютера через интерфейсный кабель (ATA, SATA, SCSI, USB или FireWire). При этом не происходит преобразования цифровых данных в аналоговый сигнал и обратно, и в результате получают практически те же данные, которые были записаны на оригинальном компакт-диске (в пределах ограничений стандартов коррекции ошибок CD-DA). В сущности, происходит прямое копирование цифровых звуковых данных на жесткий диск компьютера.

Существует еще одна важная особенность процесса извлечения цифрового звука, состоящая в том, что скорость копирования данных может достигать полной скорости считывания накопителя (метод получил неофициальное название “ripping” – от слова “rip”, “нарезать”). Как вы помните, прослушивание музыкальных компакт-дисков происходит со скоростью 1x. В действительности далеко не все накопители могут извлекать цифровой звук (DAE) с полной номинальной скоростью. Обычно скорость этой операции находится в диапазоне от одной второй, до двух третей номинальной скорости считывания. Например, для накопителя 40x скорость извлечения звуковых данных может достигать всего 28x. Но это все-таки лучше, чем скорость 1x при использовании накопителя, не поддерживающего DAE (не говоря уже о

цифроаналоговом и обратном аналого-цифровом преобразованиях, которые приводят к потере информации).

Практически все наиболее современные накопители CD/DVD позволяют выполнять извлечение цифрового звука. Скорость и точность этой операции зависят от конкретной модели. Многие думают, что цифровая копия той или иной звуковой дорожки (песни) должна полностью совпадать с оригиналом, но так бывает далеко не всегда. Формат CD-DA предназначен не для передачи данных со стопроцентной точностью, а, в первую очередь, для воспроизведения музыки. При появлении ошибок, выходящих за пределы возможностей перемежающегося кода Рида–Соломона (CIRC), используемого в формате CD-DA, встроенные программы накопителя интерполируют (т.е. оценивают) отсутствующие данные. Кроме того, погрешности генератора тактовых импульсов могут привести к проблемам, связанным с синхронизацией считывания кадров сектора (т.е. к *неустойчивой синхронизации*). Могут также возникать различные неприятности, связанные с несовместимостью внутреннего программного обеспечения накопителя (встроенных программ) и используемых драйверов.

Формат CD-DA разрабатывался не для считывания отдельных секторов, а для работы с непрерывным потоком данных (для их воспроизведения). Секторы CD-ROM содержат 2352 байт, которые включают в себя 2048 байт данных плюс 304 байт синхронизации, заголовка и дополнительного кода коррекции ошибок (ECC), которые используются для управления позиционированием и безошибочного считывания. В звуковых секторах данные синхронизации, заголовка или ECC отсутствуют; вместо этого все 2352 байт используются для хранения исключительно звуковых данных. Для адресации звукового сектора используются данные подкода Q (о подкодах мы говорили в начале главы). Точность позиционирования большинства стереосистем при использовании подкодовой информации достигает 75 секторов (1 секунда). Накопители CD-ROM, поддерживающие извлечение оцифрованного звука, имеют более высокую точность. Для записи звуковых данных используется перекрестно-перемежающийся метод, поэтому накопитель должен постоянно выполнять точное позиционирование звукового сектора, с которого начинается дорожка.

Все это приводит к появлению несоответствий или отличий между разными извлечениями одной и той же звуковой дорожки (песни). Возможны, конечно, и абсолютно точные цифровые копии, но достичь этого совершенства невероятно трудно. Например, пыль или царапины на поверхности диска могут ощутимо сказаться на качестве цифровой копии. Чтобы проверить возможности накопителя, попробуйте несколько раз выполнить извлечение одной и той же дорожки, используя новый, идеально чистый компакт-диск и сохраняя полученные цифровые копии под разными именами. После этого воспользуйтесь командной строкой и введите команду FC (это программа сравнения файлов), что позволит сравнить созданные копии. Если эти файлы точно соответствуют друг другу, значит, существующее сочетание аппаратных средств и программного обеспечения позволяет создавать совершенные или почти совершенные цифровые копии.

Если вы намерены серьезно заниматься извлечением звука, обратите внимание на то, какое аппаратное и программное обеспечение используется для создания цифровых копий. На сайтах Tom's Hardware (www.tomshardware.com) и Anandtech (www.anandtech.com) можно найти тесты производительности и качества извлечения звука для различных устройств DVD (и CD).

Подводя итоги, повторим, что технология DAE (Digital Audio Extraction) предоставляет возможность извлекать звуковые дорожки данных, сохраняя их на жестком диске в виде файлов с расширением .WAV. Созданные файлы .WAV можно воспроизводить “как есть” или преобразовывать в файлы другого, более сжатого формата, например .MP3 (MPEG-1/2, уровень III), для дальнейшего использования с проигрывателями MP3.

Примечание

Частота дискретизации извлеченных файлов WAV равна 44,1 кГц, что соответствует частоте, используемой при записи компакт-дисков. Это составляет 176400 байт/с, т.е. одна минута музыки занимает почти 10,6 Мбайт рабочего пространства жесткого диска. Формат сжатия MP3 позволяет уменьшить размер файлов в шесть и более раз без ощутимой потери качества записи.

Накопители CD-R/RW, поддерживающие извлечение цифровых звуковых записей, могут быть использованы как для создания копии музыкального компакт-диска, так и для выборочной записи песен, что позволяет собрать собственную коллекцию лучших хитов, которую можно записать на собственный компакт-диск.

Диски CD-R/RW “For Music Use Only”

В соответствии с положениями акта AHRA (Audio Home Recording Act — Акт о домашней звукозаписи) 1992 года потребительские накопители записываемых дисков и носители, предназначенные непосредственно для записи музыки, должны иметь определенную защиту от копирования дисков, главным образом SCMS. Это означает, что записывающие устройства могут создавать цифровые копии только оригинальных дисков. Можно скопировать и ранее созданную копию, но в этом случае записываемые данные будут преобразованы из цифровой формы в аналоговую и обратно в цифровую, что приведет к определенной потере качества.

В этих устройствах должны использоваться строго определенные носители. Они работают только со специальными дисками, имеющими отметку “For Music Use” или “For Consumer” (“Только для музыки” или “Для потребителя”). На верхней части такого диска находится хорошо всем известный стандартный логотип Compact Disk Digital Audio Recordable, ниже которого расположена дополнительная строка “For Consumer”. Особенностью таких дисков является специальная дорожка, предварительно записанная на диске, которая распознается потребительским звукозаписывающим устройством. В стоимость AHRA-совместимых носителей также входит определенная часть авторского гонорара, защищаемого этой дорожкой. Носители такого типа стоят примерно в шесть раз дороже, чем обычные диски CD-R/RW. Следует заметить, что стандартные AHRA-несовместимые диски CD-R/RW не распознаются накопителем. Кроме того, эти записывающие устройства не позволяют копировать диски CD-ROM или диски данных.

Сразу отмечу, что все это не относится к накопителям CD-R/RW, установленным в компьютерных системах. Для ПК не обязательно использование AHRA-совместимых устройств или специальных дисков с пометкой “For Music Use” для копирования или записи музыкальных дисков. Кроме того, можно создавать цифровые копии ранее сделанных копий — SCMS тоже не работает. Подводя итог, напомним, что не следует приобретать AHRA-совместимые диски для накопителя CD-R/RW, установленного в вашем компьютере. Если вы все-таки приобрели такие диски, то, несмотря на отметку “For Music Use Only”, они могут использоваться в накопителях CD-R/RW, как обычные диски CD-R/RW, применяемые для создания музыкальных записей и хранения данных. Дополнительная информация, определяющая AHRA-совместимость, попросту игнорируется.

Защита от копирования компакт-дисков

Возможность общедоступного копирования программных и музыкальных компакт-дисков привела к необходимости разработки надежных методов защиты. Методы защиты от копирования, используемые при записи программных и музыкальных компакт-дисков, различны, но конечный результат практически один и тот же — копии либо имеют более низкое качество воспроизводимого звука, либо работают некорректно. Например, защита от копирования музыкальных компакт-дисков зачастую приводит к появлению различных помех при воспроизведении звуковых файлов, а в критических случаях скопированные диски могут попросту не читаться в приводе ПК.

Существует несколько простых и более сложных схем защиты от копирования, используемых при записи дисков CD-DA. Одной из наиболее распространенных схем защиты цифровых музыкальных дисков является *SafeAudio*, разработанная компанией Macrovision. Специалисты Macrovision не распространяются о том, как работает эта схема. Известно только, что эта технология была куплена у компании TTR Technologies, причем приобретенные патенты содержат также подробное описание этой схемы. В соответствии с этими патентами при записи компакт-диска преднамеренно записываются также ошибочные данные определенного рода (пакеты помех), включаемые как в звуковые данные, так и в коды, обычно ис-

пользуемые для коррекции подобных ошибок. При чтении диска использование стандартных схем коррекции ошибок не приносит желаемого результата, поскольку во время воспроизведения звука образуются небольшие паузы.

При использовании стандартного проигрывателя звуковых компакт-дисков в подобной ситуации происходит автоматическое заполнение возникающих пауз с помощью аппаратных средств или соответствующего кода проигрывателя, который обрабатывает звуковые данные с обеих сторон паузы и интерполирует (предполагает) пропущенные значения. В ПК накопители на компакт-дисках могут выполнять те же операции, но интерполяция данных происходит только при воспроизведении компакт-дисков в режиме аудиопроигрывателя. Несмотря на это при “разрыве” данных интерполяция не выполняется, что происходит также при считывании звуковых данных, скопированных непосредственно на жесткий диск, компакт-диск или носители других типов. В этом случае незаполненные паузы будут воспроизводиться в виде довольно громких щелчков, хлопков или других неприятных звуков. Специалисты компаний TTR и Macrovision утверждают, что интерполяция данных, которая выполняется при воспроизведении дисков SafeAudio, совершенно не различается человеческим ухом. С этим утверждением согласны далеко не все. По отношению к любителям качественной музыки намеренное искажение звука или введение дополнительных помех является признаком недобросовестности.

Существует более жесткая система защиты, использование которой не только не позволяет копировать музыкальные диски на ПК, но и приводит к определенным проблемам при воспроизведении копий на аудиопроигрывателях. Основным недостатком этой системы является то, что пользователи лишены возможности создавать резервные копии музыкальных дисков, что разрешено законом.

При записи дисков с программным обеспечением используется несколько довольно похожих схем защиты от копирования. К числу наиболее распространенных относится схема SafeDisc, также разработанная компанией Macrovision. Технология SafeDisc, как и SafeAudio, была приобретена у другой компании, которой в данном случае является C-Dilla.

При использовании схемы SafeDisc вначале происходит шифрование записываемого программного обеспечения, после чего в программный код вводится дополнительная подпрограмма, используемая для поиска уникальной идентификационной сигнатуры (так называемого *водяного знака*). Водяные знаки вводятся в компакт-диск во время изготовления мастер-диска. При чтении компакт-диска программа идентификации считывает записанный водяной знак. При обнаружении соответствующего водяного знака происходит декодирование и последующее выполнение программы. В том случае, если водяной знак отсутствует, программа не загружается. Водяной знак не соответствует нормальным структурным данным, записанным на компакт-диске, поэтому CD-программаторы не могут его скопировать.

Основным требованием процесса идентификации является наличие оригинального компакт-диска в накопителе при каждом запуске программы. Обычно оригинальный диск требуется только при установке программы, но иногда проверка диска осуществляется при каждой загрузке программы, несмотря на то что программа уже установлена на жестком диске. Подобное требование крайне неудобно, так как приходится использовать оригинальный установочный диск при каждом запуске программы.

Неугомонные пользователи разработали специальное программное обеспечение, которое позволяет “обмануть” подобную защиту. Основная задача программы состоит в том, чтобы убедить идентификационный код в существовании водяного знака. В некоторых случаях происходит считывание нужного кода из программы. В других программах используется тот или иной способ, позволяющий скопировать водяной знак, имеющийся на оригинальном компакт-диске. Как оказалось, существующие формы защиты от копирования довольно непрактичны и приносят больше неприятностей законному пользователю, чем злоумышленнику.

Управление цифровыми правами

Технология управления цифровыми правами (Digital Rights Management — DRM) пошла дальше обычной защиты от копирования, составив список допустимых действий с записанным компакт-диском или другим коммерческим носителем. К примеру, в применении к копированию музыки функция DRM, внедренная в звуковые дорожки, может ограничить возможность перезаписи определенным количеством раз, а также запретить воспроизведение композиции после заданной даты. То же самое относится и к количеству разрешенных перезаписей песни с одного компьютера на другой.

Встретить защиту DRM на музыкальных компакт-дисках можно достаточно редко (хотя она часто присутствует в файлах, загружаемых из Интернета). Одной из причин тому послужил громкий скандал, разразившийся в 2005 году.

Скандал с “руткитом” Sony

Компания Sony BMG, являющаяся одним из крупнейших производителей музыкальных компакт-дисков, в конце 2005 года начала встраивать защиту DRM в некоторые выпускаемые диски. При этом в диски внедрялась программа XCP (разработанная Fortium Technologies, Inc.) или MediaMax CD-3 (от SunnComm).

Эти программы ограничивали возможности пользователя по работе с записями, содержащимися на дисках, и при этом устанавливались на компьютер незаметно для пользователя. Такой тип инсталляции компания Sony назвала “rootkit”. Эта программа скрывала свое присутствие от операционной системы и тем самым создавала брешь в системе защиты компьютера, позволяя “червям” и прочим вредоносным программам незаметно проникать в систему.

После судебных исков относительно использования DRM и “руткитов” без предупреждения покупателей в 2006 году Sony представила утилиту удаления “руткитов” и отозвала все проданные диски, выплатив при этом компенсацию покупателям. Несмотря на злополучную юридическую ошибку Sony, касающуюся непредоставления полной информации о приобретаемой продукции, не исключено, что технология DRM будет использоваться и в будущем в компакт-дисках и других типах носителей.

Стандарты перезаписываемых DVD

История записывающих устройств DVD сопряжена с постоянными проблемами. Она началась в апреле 1997 года, когда компании, входящие в группу DVD Forum, представили спецификации для перезаписываемых дисков DVD, DVD-RAM и DVD-R. Немного позже в их число вошел также DVD-RW. Эти стандарты не оправдали ожиданий, поэтому ведущие компании, занимающиеся производством оптических дисков и накопителей, сформировали собственную группу, получившую название DVD+RW Alliance, и создали альтернативный стандарт DVD+R и DVD+RW. На протяжении нескольких лет устройства одного семейства стандартов не могли работать с носителями другого семейства.

К счастью, теперь все выпускаемые устройства поддерживают оба типа носителей: DVD-R/RW и DVD+R/RW; большинство из них также поддерживает DVD-RAM. Переход к поддержке множества стандартов в одном устройстве избавляет конечного пользователя от необходимости выбора лучшего из них — ему достаточно подобрать носитель, в большей степени подходящий для решения конкретной задачи.

В табл. 11.27 сравниваются конкурирующие стандарты, а в табл. 11.28 раскрываются вопросы совместимости между разными типами устройств и носителей.

Формат DVD+R/RW, отличающийся низкой стоимостью накопителей и носителей, обеспечивает самую высокую совместимость с существующими форматами, а также имеет определенные особенности, которые делают его наиболее подходящим инструментом как для записи видеоданных, так и для хранения информации на ПК. Однако, используя современные приводы, вы сами можете выбрать самый подходящий для конкретной задачи носитель.

Таблица 11.27. Стандарты перезаписываемых DVD

Формат	Когда представлен	Емкость, Гбайт	Совместимость
DVD-RAM	Июль 1997 г.	До 4,7	Совместим только с накопителями DVD, поддерживающими стандарт MultiRead2
DVD-R/RW	Июль 1997 г. / ноябрь 1999 г.	До 4,7	Читается большинством существующих накопителей и записывающих устройств DVD
DVD+R/RW	Март/май 2001 г.	До 4,7	Читается большинством существующих накопителей и записывающих устройств DVD, имеющих расширения для записи видеоданных
DVD+R DL	Октябрь 2003 г.	8,5 Гбайт	Старые устройства DVD могут потребовать перепрошивки для чтения носителей DL
DVD-R DL	Февраль 2005 г.	8,5 Гбайт	Для совместимости со старыми устройствами DVD используется метод Layer Jump Recording. Старым устройствам может потребоваться перепрошивка

Таблица 11.28. Совместимость накопителей и носителей DVD

Накопитель	Носители (диски)									
	CD-ROM	CD-R	CD-RW	DVD-Video	DVD-ROM	DVD-R	DVD-RAM	DVD-RW	DVD+RW	DVD+R
Проигрыватель DVD-Video	R	?	?	R	—	R	?	R	R	R
DVD-ROM	R	R	R	R	R	R	?	R	R ¹	R
DVD-R	R	R/W	R/W	R	R	R/W	—	R	R	R
DVD-RAM	R	R	R	R	R	R ⁶	R/W	R	R ¹	R
DVD-RW	R	R/W	R/W	R	R	R/W	—	R/W	R	R
DVD+R/RW	R	R/W	R/W	R	R	R	R ⁵	R	R/W	R/W ²
DVD-Multi Drive ⁴	R	R/W	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R ¹	R
DVD±R/RW	R	R/W	R/W	R	R	R/W	R ⁵	R/W	R/W	R/W
DVD Super Multi ⁷	R	R/W	R/W	R	R	R/W ⁸	R/W	R/W	R/W	R/W ⁹

R. Read (чтение)

W. Write (запись).

Прочерк. Не читается или не записывается.

?. Читается накопителями MultiRead/MultiPlay.

1. Может потребоваться поддержка носителей другого типа (тип 2).

2. Некоторые накопители DVD+RW первого поколения не позволяют записывать диски DVD+R; обратитесь к изготовителю по поводу обновления или замены накопителя.

3. Совместимость по чтению для носителей DVD-RAM зависит от накопителя; для получения подробной информации обратитесь к прилагаемой к дисководу документации.

4. Спецификация DVD Forum для накопителей, которые совместимы со всеми стандартами DVD Forum (DVD+R/RW не является стандартом DVD Forum).

5. Некоторые из этих дисководов также записывают данные на носители DVD-RAM.

6. Некоторые из этих дисководов также записывают данные на носители DVD-R.

7. Идентификатор устройств, работающих со всеми типами носителей (DVD+R/RW, DVD-R/RW, DVD+R DL и DVD-RAM).

8. Некоторые из этих устройств работают и с двухслойными (DL) носителями.

9. Также поддерживает двухслойные (DL) носители.

DVD-RAM

Стандарт DVD-RAM был предложен компаниями Panasonic, Hitachi и Toshiba; он входит в список стандартов, поддерживаемых DVD Forum. Накопители DVD-RAM используют технологию изменения фазы, схожую с технологией CD-RW. К сожалению, диски DVD-RAM не считываются большинством стандартных накопителей DVD-ROM, поскольку диски для этих накопителей по-разному отражают свет и хранят данные в различных форматах. (Следует отметить, что DVD-R обратно совместим с DVD-ROM.)

Накопители DVD-ROM, которые могут считывать диски DVD-RAM, появились на рынке в начале 1999 года и соответствуют спецификации MultiRead2. Накопители DVD-ROM и проигрыватели DVD-Video, соответствующие спецификации MultiRead2, могут считывать диски DVD-RAM. Более подробно о спецификации MultiRead говорилось ранее. Несмотря на то что

логотип MultiRead2 не используется в современных устройствах, существующие на рынке приводы позволяют читать диски DVD-RAM. Все вопросы совместимости можно выяснить в документации к конкретному устройству.

Первые носители DVD-RAM, представленные весной 1998 года, имели емкость 2,6 Гбайт (односторонний) или 5,2 Гбайт (двусторонний). В конце 1999 года появились диски DVD-RAM версии 2 емкостью 4,7 Гбайт, а в 2000 году были представлены двусторонние диски емкостью 9,4 Гбайт. Накопители DVD-RAM позволяют считывать данные с носителей DVD-Video, DVD-ROM и компакт-дисков. В свою очередь, накопители DVD-ROM и старые устройства DVD+R/RW и DVD-R/RW, а также плееры DVD-Video не могут выполнить чтение с носителей DVD-RAM. Все устройства DVD Multi и DVD Super Multi могут читать с этих носителей и записывать на них.

Технология DVD-RAM использует так называемую методику записи на волнообразные выступы и желобки. В соответствии с этой методикой сигнал записывается и на выступ (площадь между желобками), и в сами желобки, которые формируются при создании диска. Частота колебания дорожек служит информацией для синхронизации. Кроме того, диск содержит специальные заголовки секторов, которые наносятся на него при создании. На рис. 11.16 показаны волнообразные дорожки (выступы и желобки) с записанными на них данными. Это отличает данные носители от CD-R и CD-RW, на которых данные записывались только в желобки.

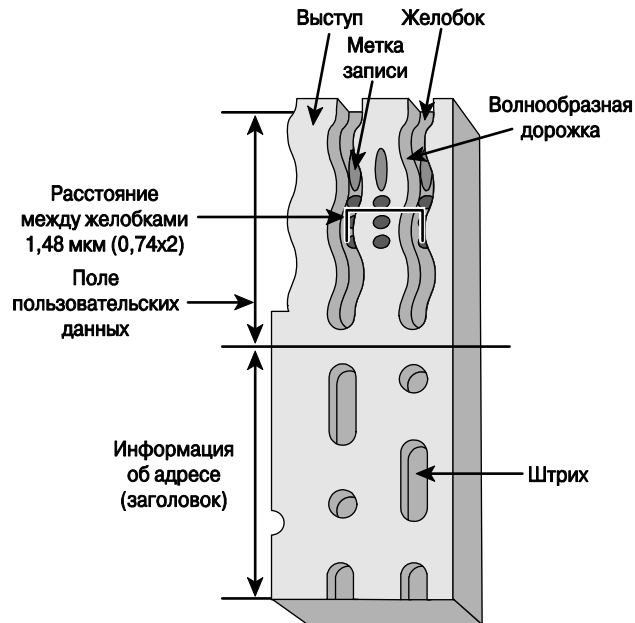


Рис. 11.16. Волнообразные выступы и желобки для записи в носителе DVD-RAM

Для записи на диск применяется метод изменения фазы, в соответствии с которым данные записываются на участок, выборочно нагретый с помощью лазера высокой мощности. Записывающий лазер накопителя DVD-RAM переводит участок поверхности диска из кристаллического в аморфное состояние за счет нагревания поверхности. Кристаллическая и аморфная поверхности имеют разные коэффициенты отражения. Сигнал считывается благодаря разнице в отражении лазерного луча от кристаллической и аморфной поверхностей. Модуляция и коды коррекции ошибок такие же, как и для DVD-Video и DVD-ROM, что

обеспечивает совместимость с остальными форматами DVD. Во время перезаписи лазер с более низкой энергией нагревает поверхность, в результате чего она вновь кристаллизуется.

Как односторонние, так и двусторонние диски должны упаковываться в картриджи. Двусторонние диски должны все время оставаться внутри картриджа, а односторонние при необходимости можно вынимать из него.

Технические характеристики накопителей DVD-RAM приведены в табл. 11.29.

Таблица 11.29. Технические характеристики DVD-RAM

Емкость носителя, Гбайт	4,7 (для одностороннего диска); 9,4 (для двустороннего диска)
Диаметр диска, мм	80–120
Толщина диска, мм	1,2 (составная структура: 0,6×2)
Метод записи	Изменения фазы
Длина волны лазера, нм	650
Длина бита данных, мкм	0,28
Шаг дорожки, мкм	0,615
Формат дорожки	Волнообразные выступы и желобки

В прошлом я не рекомендовал использовать носители DVD-RAM ввиду отсутствия совместимости с другими типами устройств. Однако теперь, если ваш компьютер оснащен приводом DVD Super Multi, чтение и запись на этот тип носителей ничем не отличается от работы с другими перезаписываемыми дисками формата DVD. Отличительной особенностью этого формата является возможность записывать, считывать и стирать данные без необходимости применения технологии пакетной записи, так что можете рассматривать DVD-RAM как достойную альтернативу другим типам носителей.

DVD-R

Это носитель, на который можно записывать один раз, как и на CD-R. Он был создан компанией Pioneer и представлен в 1997 году Форумом DVD. Эти диски можно считывать на стандартных приводах DVD-ROM, а некоторые приводы DVD-RAM способны выполнять запись на носители DVD-R.

Односторонний DVD-R может хранить до 4,7 Гбайт данных, т.е. почти в семь раз больше, чем CD-R. Двусторонний DVD-R может содержать вдвое больше информации. В технологии DVD-R используется органическое покрытие, которое делает стоимость этих носителей низкой, как и CD-R.

Для обеспечения точности позиционирования в DVD-R используется метод волнообразных желобковых дорожек, которые в заводских условиях гравированы на диске. Данные записываются только в желобки. Частота отклонений желобков является синхронизирующей при считывании информации с диска. Желобки расположены более плотно, чем в DVD-RAM, однако данные записываются только в желобки — площадки не используются (рис. 11.17).

Технические характеристики накопителей DVD-R приведены в табл. 11.30.

Таблица 11.30. Технические характеристики DVD-R

Емкость носителя, Гбайт	4,7 (для одностороннего диска); 9,4 (для двустороннего диска)
Диаметр диска, мм	80–120
Толщина диска, мм	1,2 (составная структура: 0,6×2)
Метод записи	Органическое покрытие
Длина волны лазера, нм	635 (при записи); 635/650 (при считывании)
Длина бита данных, мкм	0,293
Шаг дорожки, мкм	0,80
Формат дорожки	Волнообразные желобки

В настоящее время носители DVD-R доступны со скоростью до 16x, несмотря на то что отдельные приводы предлагают более высокую скорость прожига. Некоторые компании сегодня выпускают двусторонние однослойные диски DVD-R емкостью 9,4 Гбайт. Эти носители

предназначены в основном для внешних блоков DVD, хотя их можно использовать и в стандартных перезаписывающих приводах компьютеров.

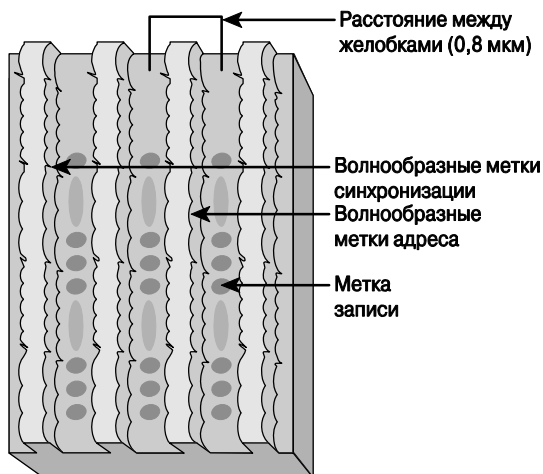


Рис. 11.17. Волнообразные желобковые дорожки на диске DVD-R

DVD-R DL

Носители DVD-R DL были представлены в феврале 2005 года; их иногда называют двухслойными DVD-R, а также DVD-R9. В сущности, это двухслойная версия все того же носителя DVD-R, использующая тот же метод записи, длину волны лазера и прочие спецификации. Однако в этих дисках имеется два записывающих слоя; при этом отражающая поверхность верхнего слоя сделана полупрозрачной, чтобы позволить запись на второй слой. Ввиду пониженной отражающей способности верхнего слоя некоторые приводы DVD-ROM не способны читать носители DVD-R DL.

Примечание

Если ваш привод DVD-ROM не способен прочитать носитель DVD-R DL, попробуйте использовать метод LJR (Layer Jump Recording), если устройство и программное обеспечение его поддерживают. Во время процесса записи по этому методу лазерный луч перескакивает между слоями, а не последовательно заполняет полностью каждый из слоев. Это позволяет диску поддерживать мультисессионную запись и одновременно облегчает устройству DVD-ROM чтение двухслойного диска.

Носители DVD-R DL сегодня доступны со скоростями до 4x, хотя некоторые устройства записи поддерживают и более высокие скорости.

DVD-RW

Организация DVD Forum представила формат DVD-RW в ноябре 1999 года. Разрабатываемый и поддерживаемый первоначально компанией Pioneer, формат DVD-RW, в сущности, является расширением DVD-R (точно так же, как формат CD-RW стал расширенной версией CD-R). В носителях DVD-RW используется технология фазовых переходов, поэтому они более совместимы с накопителями DVD-ROM, чем с DVD-RAM. Накопители, созданные по этой технологии, появились в продаже в конце 1999 года, но первые модели не получили широкого распространения, поскольку компания Pioneer была единственным производителем соответствующих устройств, причем их производительность оставляла желать лучшего. В настоящее время выпускаются модели носителей DVD-RW со скоростями до 6x, хотя носители 1x, 2x и 4x все еще остались на рынке. Накопители 2x/4x по сравнению с предыдущей версией имеют ряд преимуществ.

- **Быстрое форматирование.** Для того чтобы DVD-RW можно было использовать в накопителе 1x/2x, диск необходимо полностью отформатировать, на что требуется около часа. Накопители 2x/4x начинают обработку носителя DVD-RW через несколько секунд после его вставки в дисковод, выполняя форматирование диска в фоновом режиме (если это необходимо). Таким образом, процесс записи происходит примерно так же, как и в накопителях DVD+RW.
- **Быстрое дописывание.** В накопителях 1x/2x DVD-RW для записи дополнительных файлов необходимо удалить с носителя ранее записанные данные. В свою очередь, накопители 2x/4x и более быстрые позволяют не блокировать носитель и дописывать файлы по мере необходимости.
- **Быстрое блокирование.** Накопители 2x/4x DVD-RW блокируют для записи носители, содержащие небольшой объем данных (до 1 Гбайт), значительно быстрее, чем накопители 1x/2x.

В то же время большинство устройств DVD-RW не обеспечивает поддержку функции непрерывности записываемых данных, стандарта Mount Rainier и выборочного удаления файлов, т.е. возможностей, которые присущи накопителям DVD+RW.

Примечание

Технология Zero Link не поддерживает избирательное удаление файлов на носителях DVD-RW. В сущности, эта технология обеспечивает поддержку функции связывания без потерь DVD+RW, позволяя плеерам, поддерживающим носители DVD-RW, воспроизводить отредактированные диски.

DVD+RW и DVD+R

Носители DVD+RW, называемые также перезаписываемыми DVD с изменяющейся фазой, наименее дорогие, самые простые в использовании и наиболее совместимые с существующими форматами. Этот стандарт был разработан компаниями Philips, Sony, Hewlett-Packard, Mitsubishi Chemical, Ricoh, Yamaha, Verbatim и Thompson, входящими в группу промышленного стандарта, которая называется *DVD+RW Alliance* (www.dvdrw.com). В феврале 2003 года в этот союз вошла и компания Microsoft. Стандарт DVD+RW также поддерживает основными разработчиками программного обеспечения для записи дисков CD/DVD, многими производителями аппаратного обеспечения, включая компании HP, Philips и Ricoh, и изготовителями OEM-оборудования. С наступлением эпохи быстрой и несложной записи компакт-дисков довольно широкое распространение получил формат DVD-RW, однако самым популярным форматом перезаписываемых DVD все-таки стал DVD+RW.

В табл. 11.31 приведены основные характеристики накопителей DVD+RW.

Таблица 11.31. Технические характеристики накопителей DVD+RW

Емкость носителя, Гбайт	4,7 (для одностороннего диска); 9,4 (для будущего двустороннего диска)
Диаметр диска, мм	120
Толщина диска, мм	1,2 (0,6×2: составная структура)
Метод записи	Метод фазового перехода
Длина волны лазера, нм	650 (запись/воспроизведение)
Длина бита данных, мкм	0,4
Шаг дорожки, мкм	0,74
Формат дорожки	Волнообразные выступы и желобки

Следует отметить, что формат DVD+R, который является однократно записываемой версией DVD+RW, фактически появился *после* DVD+RW. Этим он отличается от формата DVD-RW, который создавался на основе DVD-R. Одной из причин, которые привели к разработке стандарта DVD+R, стала потребность в недорогой технологии, которая обеспечивала бы долговременное архивное хранение данных с помощью накопителей DVD+RW. Другой причиной была несовместимость носителей, записанных посредством дисководов DVD+RW,

с устройствами DVD-ROM и проигрывателями видеодисков DVD. Более подробно вопросы совместимости будут рассмотрены далее.

По физической структуре диски DVD+RW и DVD+R напоминают носители DVD-R, данные которых записываются только в желобках, но частота колебания желобка отличается от той, которая используется в DVD-R/RW и DVD-RAM. В желобках дисков DVD+R/RW также записываются данные позиционирования. Это означает, что носители DVD+R/RW обеспечивают более точное позиционирование для реализации связности данных без потерь, но накопители DVD+R/RW не позволяют записывать данные на перезаписываемые DVD других типов.

Несмотря на то что накопители DVD+RW первого поколения работали только с перезаписываемыми дисками, все современные и будущие версии устройств этого типа предназначены для использования как записываемых (DVD+R), так и перезаписываемых (DVD+RW) носителей. Диски +R, которые можно записать только один раз, стоят намного дешевле, чем перезаписываемые диски +RW.

Для стандарта DVD+RW характерны следующие особенности:

- односторонние диски (4,7 Гбайт);
- двусторонние диски (9,4 Гбайт);
- до 4 часов видеозаписи (односторонние диски);
- до 8 часов видеозаписи (двусторонние диски);
- бесконтейнерные диски;
- лазер с длиной волны 650 нм (такой же, как и в DVD-Video);
- постоянная линейная плотность записи данных;
- запись с постоянными линейной (CLV) и угловой (CAV) скоростями;
- скорость записи — 1–4х и более (в зависимости от привода);
- скорости передачи данных формата DVD-Video;
- файловая система UDF;
- интегрированная система выявления дефектов;
- быстрое форматирование;
- использование EFM-модуляции (модуляции 8/16) и кодов коррекции ошибок, применяемых в DVD-ROM;
- технологии последовательной и произвольной записи;
- связывание без потерь (при многосессионной записи используется все пространство диска);
- спиральная канавка с радиальным колебанием;
- после завершения записи все физические параметры соответствуют требованиям спецификации DVD-ROM.

Технология DVD+RW во многом похожа на CD-RW, а накопители DVD+RW позволяют читать DVD-ROM и компакт-диски всех форматов, включая CD-R и CD-RW.

При использовании DVD+RW процесс записи может быть приостановлен и возобновлен без потери областей, связывающих сеансы записи. Это дает возможность повысить эффективность произвольной записи и видеоприложений. Технология «связывание без потерь» позволяет выполнить выборочную замену любого отдельного блока данных объемом 32 Кбайт новым блоком с точностью позиционирования 1 микрон. Для достижения высокой точности размещения данных на дорожке в DVD+RW используются высокочастотные колебания предварительной канавки диска. Благодаря этому достигается очень высокая точность синхронизации и адресации данных, считываемых с этой канавки.

Функция быстрого форматирования означает, что можно вставить чистый DVD+RW в накопитель и сразу же начать запись. Форматирование диска происходит в фоновом режиме, непосредственно перед записью данных.

Примечание

Современные стационарные проигрыватели DVD адаптированы к работе с практически любыми типами носителей DVD. Однако, если вы не уверены в совместимости конкретного устройства с носителями DVD+R/RW, лучше выбрать для записи диск +R, чтобы повысить вероятность работы диска с произвольными устройствами.

Формат DVD+RW я предпочитаю сам и рекомендую вам; скорее всего, он займет лидирующее положение на рынке оптических носителей информации. В то же время современные приводы поддерживают как DVD-R/RW, так и DVD+R/RW, при этом устройства класса Super Multi Drive поддерживают и DVD-RAM. Так что выбор типа носителя — дело личного вкуса.

Режим совместимости DVD+RW

Когда в 2001 году были представлены накопители DVD+RW, оказалось, что владельцы некоторых DVD-ROM и автономных DVD-проигрывателей не могут читать диски DVD+RW, которые без труда читались другими устройствами. Первые накопители, обеспечившие поддержку записываемых носителей DVD+R (работавших с самыми разными накопителями ранних версий), появились только в середине 2002 года, поэтому несовместимость носителей представляла собой серьезную проблему.

Более существенной причиной, по которой пришлось обратить внимание на эту проблему, стало содержимое поля Book Type Field, расположенного в начальном разделе любого DVD. Для того чтобы накопители могли прочитать содержимое диска, в этом поле в некоторых случаях должно указываться, что носитель является диском DVD-ROM. Тем не менее в накопителях DVD+RW при использовании носителей DVD+RW в данном поле по умолчанию указан тип DVD+RW.

Существует три варианта решения этой проблемы:

- обновить “прошивку” дисковода DVD+RW таким образом, чтобы устройство автоматически записывало совместимые данные в поле Book Type Field;
- изменить содержимое поля Book Type Field на диске DVD+RW в программе записи;
- использовать утилиту совместимости для изменения содержимого поля Book Type Field на конкретном диске DVD+RW. Такую утилиту может предоставить производитель привода DVD+RW (при этом иногда необходимо обновление прошивки устройства) или сторонний источник.

DVD+R DL

Стандарт DVD+R DL, также известный как DVD-R9 представляет собой версию стандарта DVD+R для двухслойных носителей. Он был представлен в октябре 2003 года. Диск DVD+R DL — не более чем DVD+R с двумя записывающими слоями. Он имеет тот же метод записи с той же длиной волны лазера и те же прочие спецификации. Однако в этих дисках имеется два записывающих слоя; при этом отражающая поверхность верхнего слоя сделана полупрозрачной, чтобы позволить запись на второй слой. Ввиду пониженной отражающей способности верхнего слоя некоторые приводы DVD-ROM не способны читать носители DVD+R DL.

В настоящее время диски DVD+R DL доступны со скоростями до 8x, хотя приводы поддерживают скорость прожига 10x.

Многоформатные перезаписывающие накопители DVD

Спецификация DVD Multi разработана организацией DVD Forum для накопителей и проигрывателей, совместимых со всеми стандартами DVD Forum, включая DVD-R/RW, DVD-RAM, DVD-ROM, DVD-Video и DVD Audio (DVD+R/RW не относится к числу стан-

дартов DVD Forum и не поддерживается этой спецификацией). Исходная версия DVD Multi опубликована в феврале 2001 года; текущая версия (версия 1.01) была утверждена DVD Forum и опубликована в декабре 2001 года. Первые продукты DVD Multi появились на компьютерном рынке в начале 2003 года.

Для обеспечения поддержки различных типов носителей DVD в одном приводе все производители теперь выпускают устройства, способные работать с дисками DVD+R/RW и DVD-R/RW. Эти устройства обычно обозначаются как DVD±R/RW. Серия устройств Super Multi Drive компании LG была первой серией, добавившей в этот ряд совместимость с носителями DVD-RAM, после чего большинство производителей также добавили эту возможность. Многие (но не все) современные приводы также поддерживают носители DVD-R DL, так что лучше выбирать то устройство, которое поддерживает *все* форматы, принятые организациями DVD Forum и DVD+RW Alliance.

Установка приводов CD/DVD и программного обеспечения для них

Накопители CD и DVD устанавливаются и конфигурируются точно так же, как и накопители с аналогичным интерфейсом. Для получения более подробной информации обратитесь внимание на следующие темы:

- устройства ATA/IDE (главы 7 и 12);
- устройства IEEE-1394a и USB (глава 15).

После физической установки накопителей можно приступить к последнему этапу работы — установке драйверов и другого программного обеспечения CD-ROM/DVD-ROM. Эта процедура не вызывает особых затруднений и выполняется автоматически при использовании Windows 9x или более новой версии с поддержкой устройств Plug and Play. Однако, если доступ к накопителю понадобится после загрузки с дискеты, ситуация кардинально меняется. Подобные ситуации возникают, например, при установке операционной системы, проведении диагностических процедур и работе в режиме DOS.

Загрузка с гибкого диска с поддержкой накопителя CD/DVD

Несмотря на то что современные системы распространяются на загрузочных дисках CD и DVD (среди прочих — Windows XP и Vista), загрузка с дискеты может понадобиться при необходимости восстановления системы из образа, созданного специальной утилитой, или для установки более старой операционной системы, такой как Windows 9x или Me. Если установка Windows 9x/Me выполняется в среде виртуальной машины, создаваемой такими программами, как Virtual PC и VMware, этот виртуальный компьютер придется загрузить с дискеты и установить драйверы CD-ROM, прежде чем появится возможность установить саму операционную систему.

Для того чтобы накопитель CD-ROM или DVD мог функционировать в качестве загрузочного устройства, понадобится несколько драйверов.

- **Драйвер хост-адаптера ATAPI (не требуется для накопителей SCSI).** Этот драйвер прилагается к системной плате; кроме того, можно использовать драйверы ATAPI, представленные на загрузочных дисках Windows 98 и более поздних версий.
- **Драйверы адаптера SCSI (не требуются для накопителей ATAPI).** Эти драйверы поставляются почти со всеми платами SCSI; кроме того, можно использовать версии драйверов, представленные на загрузочных дисках Windows 98 и более поздних версий.
- **MSCDEX.** Расширения Microsoft CD Extensions, которые включены в DOS 6.0 и более поздние версии. Эти расширения также встроены в Windows 95 в качестве драйвера CDFS VxD.

Чтобы загрузить компьютер с дискеты, последняя должна содержать не только системные файлы операционной системы, но и все перечисленные драйверы; в противном случае накопитель CD-ROM будет недоступен.

Драйверы ATAPI и SCSI могут быть на загрузочном диске Windows 98 или более поздней версии. Вместо того чтобы создавать отредактированные файлы CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT, лучше загрузите операционную систему с загрузочной дискеты Windows 98/Me, благодаря чему будут загружены все необходимые драйверы, автоматически определяющие накопители CD/DVD и обеспечивающие к ним доступ. Для создания загрузочного диска Windows 98/Me можно воспользоваться любым компьютером, на котором установлена операционная система Windows 98/Me. При отсутствии доступа к Windows 98/Me создайте такой загрузочный диск, обратившись на сайт www.bootdisk.com.

После загрузки с дискеты Windows 98/Me на экране будет отображено меню, в котором запрашивается загрузка с поддержкой CD-ROM (DVD) или без нее. Если выбрать утвердительный ответ, то по завершении загрузки с дискеты пользователь сможет считать данные с любого диска в накопителе CD-ROM или DVD.

Описываемый метод позволяет установить любую версию Windows в том случае, если установочный компакт-диск не является загрузочным (что характерно для большинства версий Windows 98/Me) или если BIOS компьютера создана до 1998 года и не поддерживает загрузку с компакт-диска. При этом для инсталляции операционной системы понадобятся всего лишь установочный компакт-диск Windows и загрузочная дискета Windows 98/Me. То обстоятельство, что загрузочная дискета относится к Windows 98/Me, не играет никакой роли — с ее помощью можно установить любую версию Windows.

Например, для установки Windows 9x/Me выполните следующие действия.

1. Загрузите компьютер с загрузочной дискеты Windows 98/Me, а затем выберите в меню команду **Запуск компьютера с поддержкой CD-ROM (Start Computer with CD-ROM support)**. Подождите, пока не появится приглашение командной строки A:.
2. Вставьте в привод компакт-диск с операционной системой, которую нужно установить (Windows 95/98/Me).
3. В командной строке с приглашением A: введите **D:SETUP** и нажмите клавишу <Enter>. При этом убедитесь, что накопителю CD-ROM/DVD присвоено именно это буквенное обозначение (D:).
4. Программа SETUP, запущенная с компакт-диска, начнет инсталляцию операционной системы. Для ее завершения следуйте выводимым на экран инструкциям.

Для установки Windows NT/2000/XP выполните следующие действия.

1. Загрузите компьютер с загрузочной дискеты Windows 98/Me и выберите в меню команду **Запуск компьютера с поддержкой CD-ROM**. Подождите, пока не появится приглашение командной строки A:.
2. Вставьте в дисковод компакт-диск с операционной системой, которую нужно установить (Windows NT/2000/XP).
3. В командной строке с приглашением A: введите **D:\i386\WINNT** и нажмите клавишу <Enter>. Убедитесь, что накопителю CD-ROM/DVD присвоено именно это буквенное обозначение (D:).
4. Программа WINNT, запущенная с компакт-диска, начнет инсталляцию операционной системы. Для ее завершения следуйте выводимым на экран инструкциям.

Примечание

Можно также создать загрузочный диск и для операционной системы Windows 2000, используя файлы в каталоге \bootdisk. Подробности этой операции можно узнать в статье 197063 базы знаний компании Microsoft (<http://support.microsoft.com>).

Еще одно назначение загрузочной дискеты Windows 98/Me — форматирование жесткого диска с файловой системой FAT32 емкостью более 32 Гбайт, предназначенного для использования с Windows 2000/XP. Компания Microsoft умышленно ввела в программу Format определенные ограничения, которые не позволяют форматировать разделы емкостью более 32 Гбайт, несмотря на то что Windows 2000/XP поддерживают разделы FAT32 объемом до 2 Тбайт. В большинстве случаев для Windows 2000/XP рекомендуется использовать файловую систему NTFS, но если создается среда с двойной загрузкой, в которой вторая ОС не поддерживает NTFS, то оптимальным выбором будет именно FAT32. Ограничения программы Format в Windows 2000/XP могут помешать создать эту файловую систему, так что единственным выходом будет форматирование жесткого диска в Windows 98/Me.

Система Windows Vista может быть установлена только на устройстве с файловой системой NTFS, так что, если возникает потребность в двойной загрузке с использованием устройства FAT32, придется подготовить часть диска как раздел FAT32, оставляя на откуп установке Vista форматирование оставшегося пространства как устройства NTFS.

Несмотря на то что для установки Windows XP подходит загрузочная дискета Windows 98/Me, компания Microsoft предлагает официальные загрузочные диски XP, доступные для загрузки с ее сайта. Эти данные представлены в виде выполняемого файла, который позволяет создавать загрузочные диски. Для получения файла обратитесь на сайт Microsoft Knowledge Base (support.microsoft.com) и найдите статью под номером 310994.

Использование накопителей CD-ROM или DVD-ROM, соответствующих спецификации ATAPI, не требует проведения каких-либо дополнительных операций. Все драйверы, поддерживающие накопители этого типа, в том числе драйверы ATAPI и CDFS VxD, встроены в Windows 9x и операционные системы более поздних версий.

Для запуска накопителя SCSI CD-ROM в Windows потребуется драйвер ASPI, который в большинстве случаев поставляется вместе с накопителем. В то же время по договоренности с изготовителями аппаратного обеспечения Windows обычно содержит драйвер ASPI, а также автоматически запускает драйвер виртуального устройства CDFS VxD. В некоторых случаях следует установить обновленную версию драйвера, которую можно получить у изготовителя дисков.

Если в компьютере установлен хост-адаптер SCSI, соответствующий стандарту Plug and Play, то при загрузке компьютера операционная система автоматически определяет, идентифицирует и устанавливает драйверы нового устройства. В том случае, когда драйвер хост-адаптера активен, система должна определить устройства SCSI, подключенные к адаптеру, и автоматически загрузить все соответствующие драйверы.

Пользователям DOS пригодится загрузочная дискета Windows 98/Me, включающая в себя все необходимые драйверы SCSI и CD-ROM, которые поддерживают большинство современных плат SCSI и накопителей CD-ROM/DVD.

Для получения дополнительной информации о процессе подготовки к использованию накопителя CD-ROM/DVD в режиме DOS обратитесь к справочнику Technical Reference, представленному на прилагаемом к книге компакт-диске.

Загрузочные компакт-диски и диски DVD — El Torito

Если системная BIOS датирована 1988 или более поздним годом, то существует вероятность, что она поддерживает стандарт *El Torito*. Это означает, что BIOS поддерживает загрузку с загрузочных компакт-дисков или DVD. Термин “El Torito”, взятый из спецификации “Phoenix/IBM Bootable CD-ROM Format Specification”, в действительности является названием ресторана, расположенного рядом с офисом Phoenix Software. В ресторане “El Torito” обычно обедали инженеры, которые занимались разработкой этого стандарта. Для пользователей ПК стандарт El Torito означает, в первую очередь, возможность загрузки с компакт-дисков и с DVD, что открывает ряд новых возможностей, к которым относятся создание загрузочных “аварийных” дисков CD-ROM/DVD, загрузка с диска, содержащего новейшую

версию операционной системы, при инсталляции последней в новых системах, создание загрузочных диагностических/тестовых компакт-дисков и многое другое.

Для создания загрузочного компакт-диска потребуется специальное программное обеспечение для записи дисков CD/DVD. В некоторых случаях необходима также загрузочная дискета, содержащая драйверы, которые обеспечивают поддержку накопителя CD-ROM в режиме DOS (так называемые драйверы реального режима). Эти драйверы можно найти на загрузочной дискете Windows 98/Me, о создании которой шла речь в предыдущем разделе. Загрузочная дискета Windows 98/Me обеспечивает полноценную поддержку накопителей CD-ROM в DOS. При отсутствии операционной системы, которая позволила бы создать загрузочную дискету, обратитесь на сайт www.bootdisk.com.

Перед созданием загрузочного диска CD/DVD протестируйте дискету, содержащую драйверы CD-ROM, загрузив с ее помощью компьютер. Затем, вставив компакт-диск или DVD, на котором находятся нужные файлы, в накопитель оптических дисков, проверьте, можно ли обратиться к накопителю и получить доступ к каталогу с этими файлами (используя команду DIR). В качестве буквенного обозначения накопителя CD/DVD обычно используется буква, следующая после той, которая присвоена последнему жесткому диску. Например, если последний жесткий диск имеет буквенное обозначение C:, то накопитель CD-ROM/DVD получит букву D:.

Если удалось просмотреть перечень файлов на диске CD-ROM/DVD после загрузки с дискеты, значит, драйверы были инициализированы должным образом.

Для создания загрузочного компакт-диска или DVD необходимо выполнить все инструкции, прилагаемые к программе для записи дисков CD-ROM/DVD. Благодаря таким программам, как Easy Media Creator от компании Roxio и Nero от Nero AG, процесс записи диска превращается в сравнительно простую процедуру.

Создание диска для восстановления

Для создания сжатого образа диска в виде единого файла пригодятся такие программы, как Ghost компании Symantec или True Image от Acronis.

Образ диска, созданный в работающей системе, позволяет в случае отказа системы восстановить содержимое жесткого диска с его параметрами и характеристиками.

Идеальным носителем для хранения сжатого образа диска является CD-R (для старых операционных систем) или DVD+R (для Windows XP или Vista). Как минимум аварийный диск должен содержать файл, представляющий собой сжатый образ диска (737 Мбайт; 80-минутный диск CD-R/RW при максимальной компрессии вместит 1,5 Гбайт данных). На CD-R также неплохо записать программу восстановления системы, использующую для этого созданный ранее образ диска. Для использования аварийного диска необходимо загрузить систему с драйверами CD-ROM, запустить программу восстановления для считывания данных с аварийного диска, после чего содержимое жесткого диска будет переписано.

Если не хочется возиться с загрузочными дискетами, запишите загрузочный компакт-диск со всеми данными, которые пригодятся впоследствии.

Создание загрузочного CD/DVD на случай непредвиденных обстоятельств

Некоторые пользователи ПК даже не догадываются о том, что они самостоятельно могут записать диск CD/DVD, который будет использоваться для запуска системы и восстановления ее работоспособного состояния.

Минимальные требования для создания загрузочных дисков перечислены ниже.

- Система, поддерживающая стандарт El Torito, который допускает определение накопителя CD/DVD как загрузочного устройства. Необходимые параметры доступны в разделе **Advanced Setup** системной BIOS. Все современные версии BIOS от компаний AMI, Award Software и Phoenix Technologies обычно поддерживают стан-

дарт El Torito, что предполагает возможность использовать оптический накопитель для загрузки системы.

- Записывающий привод CD/DVD и носитель.
- Программное обеспечение для записи, которое поддерживает создание загрузочных компакт-дисков. Большинство современных программ, таких как NERO и Easy Media Creator, поддерживают создание загрузочных CD/DVD. Если используемая вами программа подобной функции не поддерживает, пришло время обновить ее.
- Дискета, содержащая загрузочные файлы операционной системы.

Поддержка загрузки накопителями ATAPI

Почти все модели накопителей ATAPI, подключаемые к интерфейсу ATA системной платы, могут использоваться в качестве загрузочных устройств, если соответствующая функция реализована в BIOS. Если накопитель CD/DVD подключен к интерфейсу SCSI, потребуется адаптер SCSI, BIOS которого поддерживает функцию загрузки.

Запустите программу настройки BIOS, чтобы узнать, поддерживается ли использование накопителя CD/DVD для загрузки.

Поскольку при работе с разными программами следует выполнять различные действия, дополнительные сведения о создании загрузочных CD или DVD лучше искать в документации к программному обеспечению.

Начало

LightScribe и другие технологии маркировки дисков

Система непосредственной маркировки компакт-дисков CD (и впоследствии DVD) *LightScribe* была разработана компанией Hewlett-Packard в 2005 году для того, чтобы избежать необходимости печатать этикетки или использовать для этого специальные струйные принтеры.

Верхняя поверхность диска LightScribe покрыта специальным составом, меняющим цвет при взаимодействии с лазерным лучом. Таким образом, появилась возможность использования лазера для выжигания на этой поверхности текста и графики. После записи диска пользователь переворачивает его “вверх ногами” и снова вставляет в привод, после чего запускает специальную программу для перенесения созданного им изображения на верхнюю поверхность диска. Во избежание повреждения поверхности диски LightScribe должны храниться в специальных светонепроницаемых коробках.

После представления технологии LightScribe компания HP лицензировала ее для использования ведущими производителями приводов DVD и носителей. Программное обеспечение LightScribe доступно для операционных систем Windows, Linux и MacOS. Обновленный список продуктов, поддерживающих технологию LightScribe, приведен на сайте www.lightscribe.com.

Приводы и диски LightScribe можно отличить по соответствующему логотипу.

Альтернативная технология с названием “Labelflash” была предложена в октябре 2005 года компаниями Yamaha и Fujifilm. Labelflash основана на технологии DiscT@2 (что расшифровывается как “татуировка диска”), изначально создававшейся компанией Yamaha для нанесения текста и графики на неиспользуемую часть рабочей стороны диска CD-R. Однако с помощью Labelflash можно наносить рисунок и на верхнюю часть диска, подобно LightScribe. Верхняя часть носителей Labelflash сконструирована так, чтобы быть более стойкой к повреждениям и сделать возможным создание более качественных изображений, чем LightScribe. Дело в том, что записывающая поверхность диска Labelflash находится на глубине 0,6 мм под поверхностью диска — на том же расстоянии, что и от противоположной его стороны.

Технология Labelflash не получила такой широкой поддержки, как LightScribe. Этот тип носителей выпускает только компания Fujifilm (DVD-R), а совместимые с этой технологией продукты появились на рынке США только после выпуска в апреле 2007 года компанией Toshiba линейки ноутбуков P205 и A205 с совместимыми с Labelflash приводами. Программы,

поддерживающие Labelflash, не всегда поддерживают технологию DiscT@2 выжигания на рабочей поверхности, так что проверяйте функциональные возможности программ перед покупкой или загрузкой.

Устройства и диски Labelflash можно узнать по соответствующему логотипу. Более полная информация об этой технологии приведена на сайте <http://labelflash.jp>.

Решение проблем, связанных с оптическими накопителями

Ошибки при чтении CD/DVD

Если при чтении диска CD/DVD возникают ошибки, попробуйте сделать следующее:

- поищите царапины на поверхности диска;
- очистите привод от грязи и пыли, при необходимости — с помощью чистящего диска;
- убедитесь, что устройство отображается как рабочее в свойствах системы;
- попробуйте прочитать заведомо рабочий диск;
- перезагрузите компьютер (это лекарство от всех болезней);
- удалите устройство в диспетчере устройств системы Windows и позвольте системе снова его обнаружить и переустановить драйверы.

Ошибки при чтении дисков CD-R, CD-RW в накопителе CD-ROM или DVD-ROM

Для решения этой проблемы выполните следующие действия.

- Проверьте совместимость устройства и компакт-дисков. Некоторые очень старые приводы CD-ROM 1x не способны читать носители CD-R. Замените такой привод более новой, быстродействующей и дешевой моделью.
- Многие ранние приводы DVD не способны читать носители CD-R и CD-RW; ознакомьтесь с документацией.
- Устройства CD-ROM должны быть MultiRead-совместимыми, чтобы читать носители CD-RW с их пониженной отражающей способностью. Замените устройство.
- Если не могут быть прочитаны лишь некоторые диски CD-R, посмотрите на сочетание цветов поверхности носителя. Дело в том, что носители с одними комбинациями работают лучше других. Купите носитель другой торговой марки.
- Носители CD-R, записанные пакетным методом (программой DirectCD или другими средствами), могут не читаться под управлением операционных систем MS-DOS и Windows 3.1 ввиду ограничений последних.
- Запишите носитель на более медленной скорости. Впадины и площадки, записанные на высоких скоростях, иногда не могут быть прочитаны старыми устройствами.
- Если записанный пакетным способом диск CD-R не может быть прочитан на приводе CD-ROM, извлеките диск, вставьте его в устройство, на котором выполнялась запись, и закройте диск с помощью создавшей его программы, установив соответствующий флажок.
- Загрузите и установите на целевом компьютере программу чтения UDF, совместимую с программным обеспечением, используемым для записи дисков CD-RW. Если вы не знаете, как записывался этот носитель, обратитесь внимание на универсальную программу чтения/восстановления носителей FixUDF!, разработанную компанией Software Architects. Эта программа также является одним из компонентов пакета WriteCD-RW!Pro. Кроме того, существует программа WriteDVD!Pro, включающая в себя аналогичную утилиту FixDVD! для чтения и восстановления дисков DVD.

Ошибки при чтении перезаписываемых дисков DVD с помощью проигрывателя или накопителя DVD-ROM

Если при чтении перезаписываемых DVD в накопителе DVD-ROM или DVD-проигрывателем возникают ошибки, попробуйте выполнить описанные ниже действия.

- Вставьте носитель DVD-RW в исходный накопитель и завершите запись. При использовании накопителей первого поколения (DVD-R 2x/DVD-RW 1x) дописывать какие-либо данные не следует, так как для этого придется удалить с диска все ранее записанные данные. Запись данных с помощью накопителей второго поколения (DVD-R 4x/DVD-RW 2x) может оставаться незавершенной. Для получения более подробной информации обратитесь к руководству по использованию программного обеспечения для записи дисков DVD-RW или к справочному файлу.
- Вставьте носитель DVD+RW в исходный накопитель и измените параметры совместимости для эмуляции DVD-ROM. Подробности были приведены в разделе “Режим совместимости DVD+RW”.
- Если диск двухслойный, запишите только один слой и повторите чтение. Некоторые приводы DVD-ROM не способны читать двухслойные диски.
- Убедитесь, что носитель содержит более 521 Мбайт данных. Некоторые накопители не могут читать диски, содержащие меньший объем данных.

Ошибки при записи DVD

Если накопитель может использоваться с носителями CD-R, CD-RW или перезаписываемыми DVD, но не позволяет записывать DVD, попробуйте выполнить следующие действия.

- Проверьте тип носителя: например, носители +R и -R могут быть взаимозаменяемыми только в том случае, если привод является двухрежимным накопителем DVD±R/RW.
- Убедитесь, что в используемом программном обеспечении выбран параметр записи DVD; в некоторых программах записи CD-ROM/DVD по умолчанию указаны параметры настройки CD-R.
- Выберите подходящий целевой накопитель; если в системе имеются перезаписывающие накопители обоих типов (DVD и CD), то для записи дисков лучше использовать DVD.
- Воспользуйтесь другим диском.
- Обратитесь к разработчику программы записи дисков для получения ее новой версии.

Ошибки при записи носителей CD-RW и DVD-RW 1x

Если не удается записать данные на диск CD-RW или DVD-RW 1x, попробуйте выполнить следующее.

- Проверьте, отформатирован ли носитель; чтобы подготовить носитель к записи, воспользуйтесь инструментом форматирования, входящим в программное обеспечение с поддержкой UDF.
- Если носитель отформатирован, убедитесь в том, что для его форматирования была использована такая же или совместимая программа UDF. Разные программы пакетной записи могут поддерживать различные стандарты UDF; рекомендуется использовать точно такую же программу пакетной записи или накопителя, поддерживающие стандарт Mount Rainier.
- Убедитесь в том, что система идентифицировала носитель как CD-RW или DVD-RW; для выполнения повторной идентификации носителя извлеките его из накопителя, а затем вставьте обратно.

- Обратитесь к разработчику программы пакетной записи данных для получения ее новой версии.
- Для форматирования диска могла быть использована не программа пакетной записи с поддержкой UDF, а упрощенная программа записи, входящая в Windows XP (использующая CDFS вместо UDF). Сохраните все необходимые файлы, которые находятся на диске, записанном в Windows XP, а затем отформатируйте диск еще раз в подходящей программе.
- Обратитесь к изготовителю дисководов для получения обновленной версии прошивки. Более подробно эта операция описана далее.

Накопитель CD-ROM/DVD с интерфейсом ATAPI работает медленно

Для устранения этой проблемы выполните следующее.

- Проверьте размер кэша во вкладке **Быстродействие** панели **Свойства системы**. Выберите значение квадратичной скорости (наибольший размер кэша).
- Проверьте, настроено ли устройство в качестве ведомого; по возможности установите его на отдельный канал IDE.
- Проверьте режимы PIO и UDMA в параметрах системной BIOS; по возможности используйте автоматическое определение параметров.
- Установите необходимые драйверы для устройств, поддерживающих режим управления шиной, и активизируйте прямой доступ к памяти (если устройство поддерживает этот режим).
- Проверьте, не подключен ли накопитель CD-ROM к интерфейсу IDE звуковой платы. Если подключен, переключите его в разъем материнской платы и отключите контроллер ATA звукового адаптера (если это возможно).
- Откройте в Windows панель свойств системы и проверьте, не установлен ли режим совместимости с MS-DOS для устройства CD-ROM. Если все устройства ATA работают в этом режиме, обратитесь за решением на сайт www.microsoft.com и выполните запрос по фразе "MS-DOS Compatibility Mode". Если в этом режиме работает только устройство CD-ROM, посмотрите, не устанавливаются ли драйверы CD-ROM в файлах CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT. При необходимости удалите из этих файлов соответствующие строки (а лучше прокомментируйте их с помощью ключевого слова REM). После этого перезагрузите систему и проверьте, продолжает ли работать устройство и находится ли оно в 32-разрядном режиме. Некоторые старые приводы требуют установки драйвера в файле CONFIG.SYS.

Невозможно использовать устройство CD или DVD либо выполнять запись на носитель в Windows XP или Vista

В Windows XP встроена функция записи на компакт-диски, но только для устройств, перечисленных в списке поддерживаемых устройств Windows Hardware Compatibility List (<http://www.microsoft.com/whdc/hcl/default.mspx>). Обновите Windows XP для того, чтобы включить поддержку новых устройств. В статье 320174 базы знаний Microsoft обсуждается вопрос обновления средств записи на компакт-диски. Можете поискать на сайте Microsoft и другие решения.

При использовании сторонних программ записи на оптические диски CD и DVD лучше отключить встроенные функции записи Windows XP или Vista. Эта функция включается и отключается с помощью Проводника Windows. Откройте вкладку **Запись** окна свойств устройства и снимите или установите флажок **Разрешить запись на этом устройстве** (в зависимости от своих намерений).

При наличии каких-либо проблем с записью на носители CD/DVD в Windows XP или Vista обратитесь за советом к статье 314060 базы знаний Microsoft.

Совет

Если вы не можете выполнить запись на оптический диск в Windows Vista, и при этом к порту USB подключена флэш-карта, попробуйте извлечь его и повторить запись.

Плохая или медленная запись на диск CD-R

Если возникли проблемы с записью на носители CD-R, обратитесь к разделу, посвященному вопросам создания качественной записи на этих носителях, который был приведен ранее. Также не забудьте ознакомиться с разделом, посвященным обновлению прошивки устройства.

Ошибки при чтении дисков CD-RW с помощью накопителя CD-ROM

Если не удастся прочесть CD-RW с помощью накопителя CD-ROM, попробуйте выполнить следующие действия.

- Просмотрите по спецификациям изготовителя, отвечает ли дисковод CD-ROM требованиям стандарта MultiRead; не все накопители поддерживают этот стандарт.
- Если накопитель является MultiRead-совместимым, проверьте диск CD-RW на другом приводе CD-ROM, поддерживающем функцию MultiRead.
- Вставьте носитель CD-RW в исходный накопитель и выполните его диагностику, используя соответствующие утилиты, входящие в программу пакетной записи.
- Вставьте носитель CD-RW в исходный накопитель, щелкните правой кнопкой мыши на пиктограмме привода в Проводнике Windows и выберите команду **Извлечь (Eject)**; благодаря этому работа с диском будет завершена должным образом.
- Чтобы перенести в компьютер данные, которые находятся на нечитаемом перезаписываемом диске, перепишите их на диск CD-R или DVD-R.

Проблемы с загрузочным диском

Если при создании загрузочного диска возникли проблемы, попробуйте выполнить следующее.

- Проверьте содержимое загрузочной дискеты и ее целостность. Для доступа к содержимому оптических дисков загрузочный диск должен содержать файлы AUTOEXEC.BAT и CONFIG.SYS со ссылками на драйверы.
- Используйте только формат ISO 9660; несмотря на то что формат Joliet поддерживает длинные имена файлов, он не поддерживает загрузочные функции.
- Проверьте в настройках BIOS порядок загрузки вашей системы; привод оптических дисков должен быть первым.
- Устройства SCSI должны поддерживать загрузку на уровне собственной и системной BIOS.

Обновление прошивки перезаписывающих накопителей CD/DVD

Как уже отмечалось, обновление системной BIOS позволяет решить проблемы, связанные с несовместимостью памяти и процессора, отсутствием портов USB и общей нестабильностью системы. Обновление прошивки оптических накопителей также дает возможность избежать неприятностей, связанных с совместимостью носителей, скоростью записи, воспроизведением цифровых аудиоданных с поцарапанных дисков, и даже позволяет предотвратить фатальные последствия неправильного подбора носителей и накопителей.

Опыт показывает, что накопитель Plextor CD-RW, имеющий максимальную скорость записи дисков, равную 40x, работает с наивысшей скоростью при записи зеленовато-золотистых носителей, которые выпускаются компаниями Philips и Imation. В то же время при использовании голубовато-серебристых носителей Verbatim эффективность накопителя снижается в среднем до 10x и менее. При этом на сайте компании Plextor (www.plextor.com) утверждается, что по-

следнее обновление прошивки позволяет улучшить результаты работы накопителя с дисками Verbatim. После инсталляции этой прошивки максимальная скорость записи голубовато-серебристых и зеленовато-золотистых дисков, а также носителей CD-R других типов достигла наивысшей отметки.

Чтобы точно определить, какие проблемы могут быть решены с помощью обновления прошивки, обратитесь на сайт компании, изготовившей накопитель.

Определение потребности в обновлении прошивки

Обновление прошивки может потребоваться в том случае, если вы столкнулись с одной из следующих проблем:

- накопитель не поддерживает диски определенного типа или обрабатывает их значительно медленнее, чем диски других типов или торговых марок;
- программное обеспечение для записи дисков не идентифицирует накопитель как перезаписывающее устройство;
- появилась необходимость в использовании носителей, имеющих более высокую скорость по сравнению с теми, для использования которых этот накопитель был предназначен.

Обновление прошивки может вывести накопитель из строя, поэтому не следует устанавливать обновленные версии без особой необходимости. Тем не менее, как следует из ранее приведенных примеров, рано или поздно это придется сделать.

Однако стоит отметить, что обновление прошивки не позволяет решить следующие проблемы:

- накопитель не распознается вновь установленной программой записи компакт-дисков или DVD;
- накопитель не распознается программой записи компакт-дисков, встроенной в Windows XP или Vista.

Поскольку в настоящее время каждый накопитель CD/DVD с возможностью перезаписи дисков имеет особые характеристики, программы записи компакт-дисков или DVD, которые предлагаются в розничной продаже, должны иметь обновления, соответствующие конкретным моделям. Обращайтесь за обновленными версиями к разработчикам программного обеспечения или пользуйтесь программами, которые прилагаются к накопителю. Для того чтобы использовать OEM-версию программы с накопителем какой-нибудь другой модели, требуется получить обновление у разработчика программного обеспечения (в некоторых случаях OEM-версия работает только с тем накопителем, с которым она поставлялась).

Определение модели накопителя и версии установленной прошивки

Для того чтобы узнать, существует ли потребность в обновлении прошивки, прежде всего необходимо определить модель накопителя и версию обновления. Это особенно важно в тех ситуациях, когда накопитель, представляющий собой OEM-устройство, был изготовлен одной компанией, а подготовлен к продаже другой. Для получения необходимой информации можно воспользоваться следующими источниками:

- диспетчер устройств системы Windows;
- информация из программы управления дисководом CD-ROM/DVD.

В диспетчере устройств выполните следующие действия.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пиктограмме **Мой компьютер (Компьютер)** и выберите в контекстном меню пункт **Свойства (Properties)**.
2. Перейдите во вкладку **Оборудование** и щелкните на кнопке **Диспетчер устройств**.
3. Щелкните на значке "+", который находится рядом с пиктограммой **DVD и CD-ROM дисководы** в списке категорий устройств.

4. Чтобы отобразить перечень свойств, дважды щелкните на пиктограмме соответствующего накопителя.
5. В старых версиях Windows щелкните во вкладке **Настройки** — в ней будет указана версия прошивки.
6. В Windows XP и Vista перейдите во вкладку **Сведения** и выберите в раскрывающемся списке пункт **Коды оборудования**. В открывшемся списке будет перечислено несколько идентификаторов, справа от которых через символы подчеркивания будет указана версия прошивки. К примеру, версия прошивки моего привода Lite-On SHW-160P6S DVD отображается как ____PS08__. Это значит, что текущая версия — PS08.

Используя программу Easy Media Creator 7 от компании Roxio, выполните перечисленные ниже действия.

1. Запустите программу Creator Classic.
2. Раскройте меню **Tools** (Сервис).
3. Выберите пункт **Disc and Device Utility**.
4. Раскройте список **CD/DVD**.
5. Раскройте элемент **Device Properties**. Наряду с прочей информацией будет отображена версия прошивки.

Используя программу Nero Burning ROM 5.5, выполните действия, приведенные ниже.

1. Раскройте меню **Recorder**.
2. Щелкните на имени нужного накопителя.
3. Вместе с другими данными будут указаны название модели накопителя и номер версии обновления прошивки.

После получения информации обратитесь на сайт компании — изготовителя перезаписывающего устройства и узнайте, какие версии обновления прошивки существуют в настоящее время и какие преимущества можно получить после инсталляции последней версии.

Обновление прошивки

В общем случае обновление прошивки происходит примерно так, как описано в данном разделе, но лучше все-таки воспользоваться инструкциями, которые прилагаются к накопителю.

1. Если обновление прошивки представлено в виде заархивированного файла, созданного, например, с помощью архиватора ZIP, потребуется соответствующая программа или утилита, встроенная в некоторые версии Windows, с помощью которой можно разархивировать файл и поместить его содержимое в определенный каталог. Некоторые производители помещают обновления в архив RAR, такие архивы можно открыть с помощью множества утилит для Windows, в частности — WinRAR.
2. Для получения подробных инструкций прочитайте файл **Readme**, который обычно прилагается к программному обеспечению. Если обновление представлено в виде файла с расширением **.EXE**, то файл **Readme**, вероятно, будет доступен после выполнения следующего пункта.
3. Чтобы начать процесс обновления, дважды щелкните на файле с расширением **.EXE**. Постарайтесь обеспечить систему во время обновления прошивки (2–3 мин) стабильным энергоснабжением.
4. Выполнив все необходимые действия, перезагрузите систему.
5. После перезагрузки система может перенастроить накопитель и присвоить ему следующее буквенное обозначение. Если ранее накопитель имел какое-нибудь нестан-

дартное обозначение (например, в моей организации на одном из компьютеров накопителю CD-RW было присвоено обозначение Q:, а накопителю DVD+RW – обозначение R:), присвойте ему другое обозначение, используя для этого **Диспетчер устройств** или консоль **Управление компьютером** системы Windows.

Проблемы, возникающие при обновлении прошивки

Если при обновлении прошивки перезаписывающего накопителя возникают какие-либо проблемы, воспользуйтесь файлом **Readme** или обратитесь за помощью на сайт изготовителя дискового. Кроме того, просмотрите советы, приведенные в этом разделе.

Если инсталляция прошивки привела к выходу накопителя из строя, это связано, по всей видимости, с конфликтом программ, управляющих работой устройства. К их числу относятся программы пакетной записи (**InCD**, **DirectCD**) и функция записи компакт-дисков, встроенная в Windows XP. Для отключения резидентного программного обеспечения перезагрузите компьютер в режиме защиты от сбоев (**Safe Mode**) в Windows 2000/XP и попробуйте еще раз установить обновленную версию прошивки. По завершении этой операции не забудьте перезагрузить компьютер.

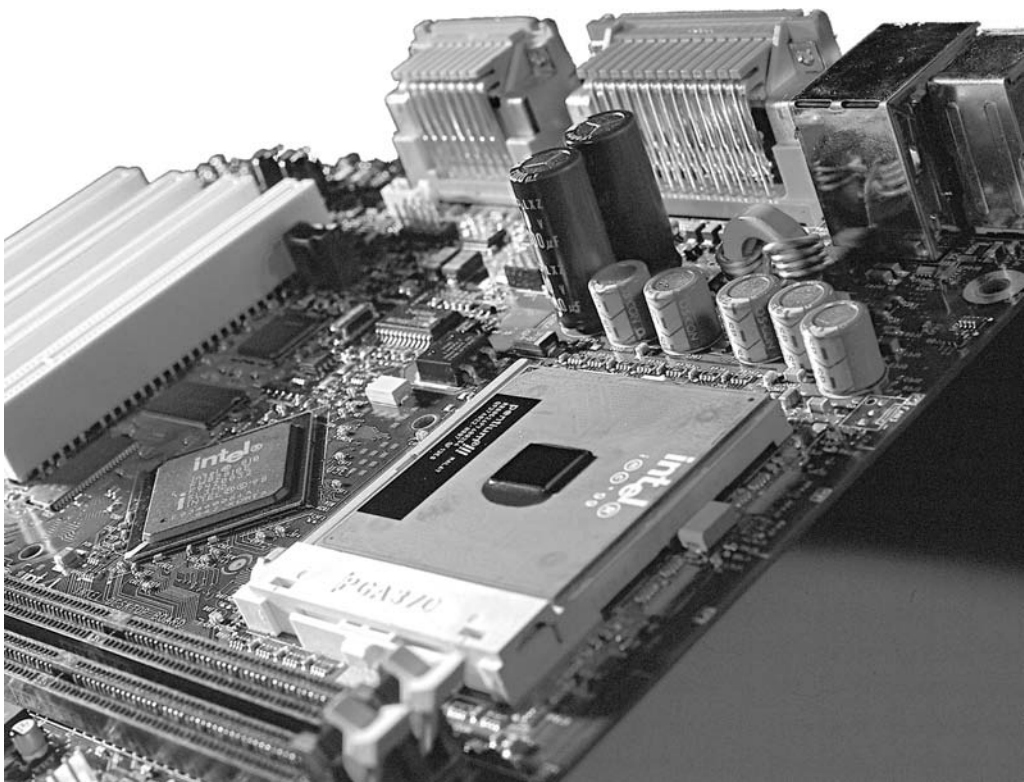
При использовании Windows 9x/Me запустите утилиту **MSConfig**, выберите переключатель **Выборочный запуск** и сбросьте флажки **Загружать элементы меню автозагрузки** и **Обрабатывать файл Win.INI**. Установив обновленную версию прошивки, запустите утилиту **MSConfig** еще раз, установите переключатель в положение **Обычный запуск** и перезагрузите компьютер.

Для отключения функции записи компакт-дисков, встроенной в Windows XP, для конкретного устройства откройте окно **Мой компьютер**, щелкните правой кнопкой мыши на пиктограмме накопителя и выберите параметр **Свойства**. Затем перейдите во вкладку **Запись** и снимите флажок **Разрешить запись CD на этом устройстве**.

Если обновление прошивки не помогло повысить эффективность работы накопителя в Windows 9x/Me, возможно, для него не включен прямой доступ к памяти (**DMA**).

Глава 12

Установка и конфигурирование накопителей



Установка накопителей любых типов

В этой главе речь пойдет об установке накопителей на жестких и гибких дисках, а также оптических (CD/DVD) и ленточных приводах. Здесь рассматриваются все операции — от подготовки необходимых инструментов до монтажа накопителя в корпусе компьютера, — и описывается программное обеспечение, которое используется для инициализации устройств.

Подробнее о самих накопителях можно узнать из следующих глав.

- 7, “Интерфейс ATA/IDE”
- 8, “Устройства магнитного хранения данных”
- 9, “Накопители на жестких дисках”
- 10, “Накопители со сменными носителями”
- 11, “Устройства оптического хранения данных”
- 14, “Аудиоустройства”

Хотя в настоящей главе описаны все типы устройств, которые устанавливаются в современных ПК, основное внимание уделяется накопителям с интерфейсом Parallel ATA (также называемым PATA, ATA и IDE) и Serial ATA (SATA). Другие интерфейсы, такие как SCSI (Small Computer System Interface) и SAS (Serial Attached SCSI), чаще всего используются в серверах. Внешние интерфейсы USB и FireWire (IEEE 1394) во всех подробностях рассмотрены в главе 15.

Установка жесткого диска

В этом разделе подробно описывается установка накопителей на жестких дисках. В частности, рассматриваются конфигурация, физическая установка и форматирование жесткого диска.

Для того чтобы установить жесткий диск в компьютер, необходимо выполнить следующие действия:

- настроить накопитель;
- настроить контроллер или интерфейсное устройство;
- установить накопитель в корпус компьютера;
- настроить систему в целом для распознавания диска;
- выполнить логическое разделение диска;
- выполнить высокоуровневое форматирование разделов или томов.

Прежде чем приступить к установке жесткого диска, изучите документацию к накопителю, контроллеру или основному адаптеру, системной BIOS и некоторым другим устройствам компьютера.

Если же вы занимаетесь обслуживанием компьютеров профессионально, то наверняка захотите иметь полную документацию ко всем компонентам компьютера. В этом случае обратитесь непосредственно к производителю и закажите у него техническое описание изделия. К примеру, если вы приобрели систему, включающую в себя конкретный диск с интерфейсом SATA, компания-сборщик сможет вам предоставить только ограниченную информацию об этом устройстве. Как правило, полную документацию можно загрузить только с сайта производителя устройства. То же самое относится к другим устройствам большинства систем, которые представлены сегодня на рынке. Как правило, технической документации OEM вполне достаточно для технического обслуживания на самом высоком уровне.

Конфигурация накопителя

Перед монтажом накопитель необходимо сконфигурировать. Для большинства накопителей IDE следует установить переключатель “ведущий–ведомый” или же использовать возможность Cable Select и 80-жильный шлейф.

Для настройки накопителей Serial ATA не нужно устанавливать перемычки. Эти перемычки, имеющиеся в некоторых накопителях SATA, обычно устанавливаются непосредственно на заводе. Каждый накопитель SATA подключается к контроллеру SATA с помощью собственного кабеля, образуя, таким образом, соединение типа “точка–точка”. В отличие от накопителей, созданных на основе параллельного интерфейса ATA, в этом соединении нет ни ведущих, ни ведомых устройств. В то же время некоторые устройства SATA могут иметь перемычки для решения проблемы совместимости. К примеру, в современных накопителях со скоростью передачи данных 300/150 Мбит/с для переключения в более медленный режим, поддерживаемый старыми контроллерами, нужно установить перемычку. Из соображений совместимости с драйверами и прочим программным обеспечением большинство контроллеров может работать в так называемом “режиме совместимости”, в котором эмулируется конфигурация “ведущий–ведомый”, несмотря на то что этот режим не реализуем физически.

Конфигурация контроллера

В старых моделях накопителей контроллер устанавливается в разъем системной платы. Все современные накопители IDE и SATA имеют встроенный контроллер. Контроллер устройств ATA практически всегда интегрирован в материнскую плату и конфигурируется с помощью программы установки параметров BIOS. В этом случае обособленного контроллера не существует. Некоторые системы в дополнение к интегрированному контроллеру могут иметь контроллер на карте расширения. Такая ситуация может возникнуть, когда интегрированный контроллер не поддерживает более быстрые режимы обмена данными (300 Мбит/с для SATA и 133 Мбит/с для PATA), характерные для новых жестких дисков. Лично я в таких случаях рекомендую не вставлять дополнительную карту контроллера, а обновить материнскую плату, поскольку в данной ситуации вы получите дополнительные функциональные преимущества и заплатите ненамного больше. В то же время иногда добавление платы дискового контроллера имеет смысл, например когда в старую систему добавляется новый диск SATA, а материнская плата не имеет этого контроллера (рис. 12.1).

Контроллеры на платах расширения требуют определенной комбинации следующих системных ресурсов:

- адрес Boot ROM (не обязательно);
- прерывание (IRQ);
- канал прямого доступа к памяти (DMA);
- адрес порта ввода-вывода.

Не все контроллеры используют каждый из этих ресурсов, но существуют и такие. В большинстве случаев современные контроллеры и системы, поддерживающие технологию Plug and Play, автоматически конфигурируются базовой системой ввода-вывода компьютера и операционной системой. Система выделяет такие ресурсы, которые не приводят к конфликтам с другими устройствами компьютера.

Если оборудование или операционная система не поддерживает технологию Plug and Play, адаптер нужно настраивать вручную. В комплект некоторых плат контроллеров входят утилиты, позволяющие выполнить такую конфигурацию программным способом; другие контроллеры имеют для этого ряд переключателей или перемычек.

Драйвер интерфейса ATA является частью стандартной системы BIOS компьютера и позволяет загружаться с устройств PATA и SATA. В системах, содержащих интерфейс SATA на материнской плате, драйвер этого интерфейса также встроен в BIOS. BIOS обеспечивает функциональность устройства, которая нужна системе для доступа к диску, прежде чем она сможет загрузить с него какой-либо файл.

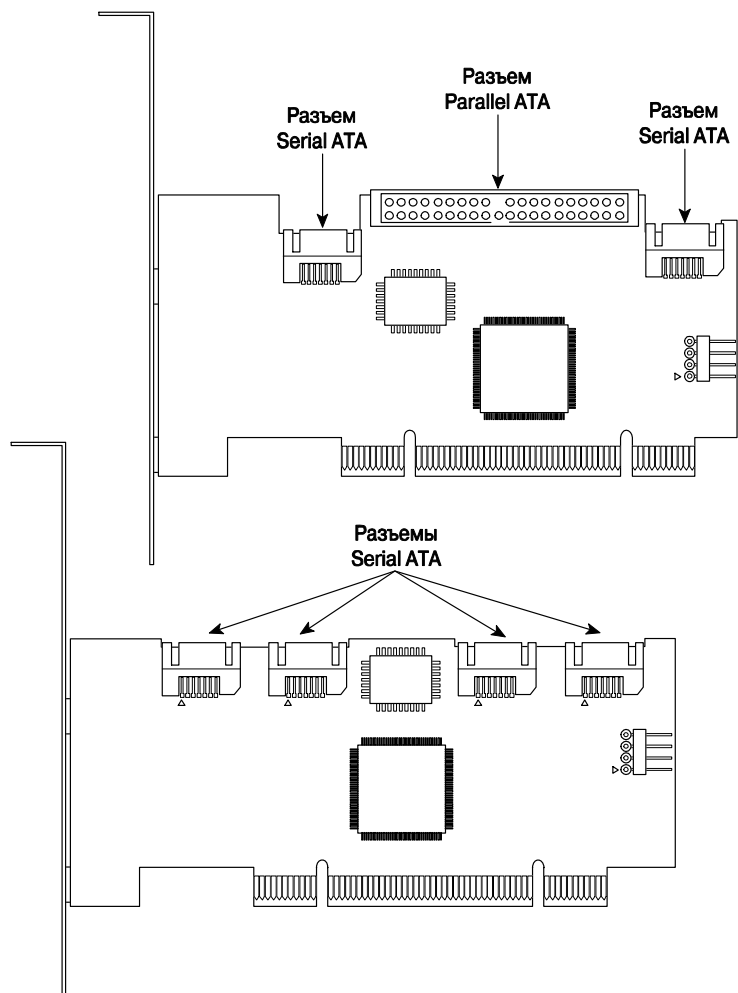


Рис. 12.1. Установив комбинированный контроллер SATA/ATA (вверху) или обычный контроллер SATA (внизу), можно устанавливать накопители SATA в системе со стандартными контроллерами ATA

Примечание

Несмотря на то что операционная система (ОС) Windows поддерживает стандартные драйверы IDE/ATA, интерфейс этого типа обычно встраивается в компоненты южного моста или контроллера ввода-вывода набора микросхем системной платы и требует загрузки специальных драйверов. При использовании системной платы, которая является более новой, чем версия вашей ОС (например, новая системная плата, приобретенная в 2002 году, которая работает в операционной среде Windows XP), убедитесь в том, что сразу же после установки Windows были установлены драйверы набора микросхем, поставляемые вместе с материнской платой. Если контроллер поддерживает интерфейс SATA в режиме ACHI (Advanced Host Controller Interface) или RAID-массив SATA (Redundant Array of Independent Disks — избыточный массив независимых дисков), а на компьютере установлена система Windows XP или более ранняя версия, как правило, для установки требуется драйвер, находящийся на дискете или предварительно записанный на установочный диск Windows. Замечу, что все эти драйверы входят в комплект установки Windows Vista. Если контроллер старше устанавливаемой операционной системы, необходимые драйверы, скорее всего, будут входить в состав установочного компакт-диска. В то же время всегда рекомендуется поискать в Интернете свежую версию драйвера контроллера и установить ее сразу же после операционной системы.

Некоторые контроллеры SATA имеют свою BIOS, поддерживающую ACHI, RAID, большие диски или другие функции. Если BIOS материнской платы сама имеет такую поддержку или если данными функциями вы пользоваться не собираетесь, использовать BIOS контроллера не обязательно. Большинство контроллеров на картах расширения имеют переключатели, переключки или программы поддержки, позволяющие включать и отключать поддержку BIOS.

В дополнение к функциям загрузки BIOS контроллера может обеспечивать другие функции, например такие:

- конфигурирование RAID-массива;
- конфигурирование контроллера;
- диагностику.

Если система BIOS контроллера включена, для ее размещения необходимо адресное пространство в области верхней памяти (UMA), занимающей последние 384 Кбайт в пределах первого мегабайта системной памяти. Верхняя память разделена на три участка по два сегмента размером по 64 Кбайт, причем первый участок отводится для памяти видеоадаптера, а последний — для системной BIOS. Сегменты C000h и D000h зарезервированы для BIOS адаптеров, в частности для графических контроллеров и контроллеров жестких дисков.

Примечание

Области памяти, занимаемые BIOS различных адаптеров, не должны перекрываться. На большинстве плат есть переключатели и переключки, с помощью которых можно изменить адреса BIOS; иногда это можно сделать и программно, предотвратив тем самым возможный конфликт.

Монтаж накопителей

Накопители на жестких дисках устанавливаются в корпусе компьютера так же, как и другие типы накопителей. Для этого понадобятся соответствующие винты, кронштейны, лицевая панель и т.д.

Для монтажа некоторых накопителей нужны пластмассовые направляющие (рис. 12.2), которые крепятся к устройству с двух сторон и позволяют установить его в соответствующее место в корпусе (рис. 12.3). Эти направляющие обычно прилагаются к накопителю, поэтому, если вам нужны другие их типы, не забудьте сказать об этом продавцу.

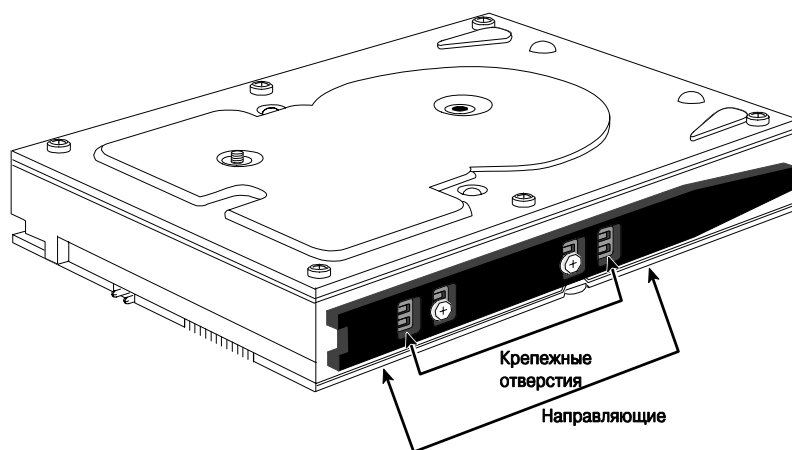


Рис. 12.2. Стандартный накопитель с направляющими

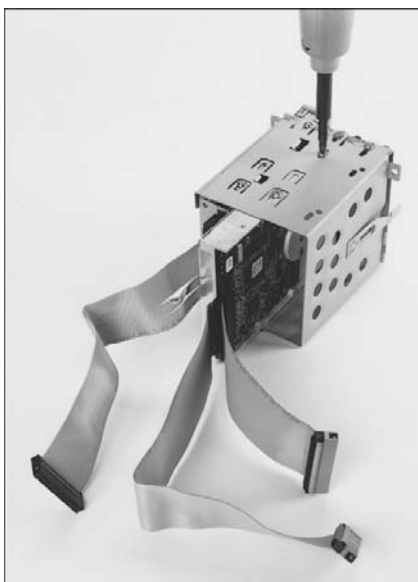


Рис. 12.3. Съемный корпус для установки накопителя в компьютер

Так как устройства PATA и SATA используют разные типы кабелей, проверьте, соответствует ли кабель диску и контроллеру. К примеру, для использования режима PATA с быстродействием 66 Мбит/с и более быстрых (вплоть до 133 Мбит/с) потребуется 80-жильный кабель. Этот кабель рекомендуется использовать и при более низких скоростях передачи данных, таких как 33 Мбит/с и меньше. Чтобы определить, какой у вас кабель (40- или 80-жильный), просто посчитайте бугорки на шлейфе — каждый бугорок соответствует одной жиле. Еще одним характерным признаком 80-жильного шлейфа является окраска его штекеров: вставляемый в материнскую плату окрашен в синий цвет, а вставляемые в ведущее и ведомое устройства — в черный и серый соответственно.

Если вам нужны дополнительные крепежи, не вошедшие в комплект жесткого диска, рекомендую обратиться к продукции некоторых компаний, специализирующихся на таких аксессуарах, в частности CiDesign (www.cidesign.com), Micro Accessories (www.micro-a.com), Jameco (www.jameco.com) и NewEgg (www.newegg.com). Если вы планируете установить 3,5-дюймовый жесткий диск в 5,25-дюймовую раму, вам потребуется другой тип монтажных накладок (рис. 12.4). Большинство 3,5-дюймовых дисков имеют такие накладки в комплекте; также они могут входить в комплект корпуса или шасси.

Примечание

Необходимо также подобрать длину соединительного кабеля. В некоторых случаях кабель не достает до нового накопителя. Попробуйте переместить накопитель, если у вас есть расположенный ближе отсек, или воспользуйтесь более длинным кабелем. Длина кабеля накопителя IDE ограничена 45 см (18 дюймами); чем короче, тем лучше. Однако в комплекте некоторых корпусов можно встретить более длинные кабели, вплоть до 27 дюймов, к тому же имеющие 80 жил. Длинные кабели, особенно имеющие нестандартную, “округленную” длину, применять не рекомендуется, особенно это касается дисков со скоростью передачи данных 133 Мбит/с. Использование слишком длинных кабелей вызывает ошибки времени передачи и ослабление сигнала; возможно также искажение данных на диске. Мне встречались в магазинах шлейфы длиной до 36 дюймов, однако если вы используете кабели длиннее 18 дюймов, то, как говорится, сами создаете себе проблемы.

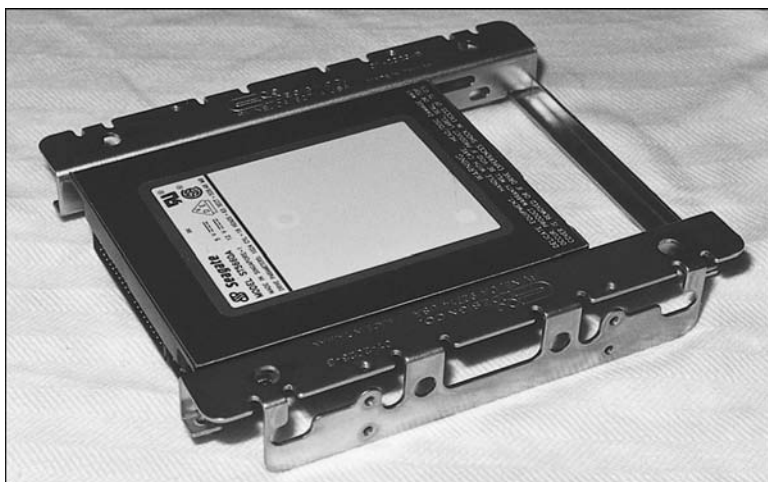


Рис. 12.4. Накладки, используемые для вставки 3,5-дюймового жесткого диска в 5,25-дюймовый отсек шасси

Для накопителей выпускаются различные типы лицевых панелей. В некоторых случаях лицевая панель вообще не нужна, и, если она уже привинчена к накопителю, ее придется снять.

Внимание

Имейте в виду, что для закрепления накопителя необходимо использовать те винты, которые поставляются вместе с ним. И хотя специальные винты многих накопителей иногда имеют такую же толщину, как другие винты вашей системы, последние не смогут надежно закрепить накопитель либо могут его повредить.

После распаковки нового внутреннего устройства у вас должно оказаться в наличии следующее:

- само устройство;
- внутренний звуковой кабель привода компакт-дисков (не обязательно);
- программное обеспечение (не обязательно);
- монтажные накладки и винты.

Устройства, поставляемые как OEM, могут не иметь в комплекте ничего, кроме самих себя. В этом случае вам самим придется позаботиться о винтах, кабелях и прочих принадлежностях.

Монтаж накопителя на жестких дисках ATA (PATA)

Для установки накопителя на жестких дисках ATA выполните следующие действия.

1. Проверьте, есть ли в компьютере неиспользуемый 40-жильный разъем IDE. Чаще всего в компьютер с процессором Pentium можно установить четыре устройства IDE (по два на каждый канал).

Совет

Обычно для повышения производительности одновременно используемых устройств, например жестких дисков и накопителей на оптических дисках, эти устройства подключают к различным кабелям.

2. Посмотрите, как кабель подключен к накопителю. Обычно красный провод кабеля подключается к первому контакту разъема накопителя. Чаще всего разъемы имеют специальный ключ, с помощью которого обеспечивается единственно правильное подключение. Также первый контакт шлейфа обычно ориентируют ближе к разъему питания устройства.

Совет

Помните, что современным жестким дискам ATA для работы в скоростных режимах Ultra-DMA (66–133 Мбит/с) необходим 80-жильный кабель; 40-жильный кабель можно использовать для подключения устройств с быстродействием 33 Мбит/с и более медленных. Кстати, 80-жильный кабель можно использовать и для подключения старых устройств, так что приобретайте именно такой тип кабеля. Еще одним преимуществом использования 80-жильного кабеля является то, что на устройствах придется установить только переключку CS (Cable Select), и не нужно выбирать, какое из устройств будет ведущим, а какое ведомым.

3. Установите переключатели **Master/Slave/Cable Select** на задней стенке жесткого диска. Если используется 80-жильный кабель, достаточно установить на всех устройствах переключку Cable Select. В противном случае одно из устройств, подключенное к шлейфу, должно быть ведущим (**Master**), а другое — ведомым (**Slave**). Следует заметить, что некоторые старые устройства при использовании в качестве ведущих в паре с другим, ведомым, требуют одновременной установки переключек **Master** и **Slave**.
4. Аккуратно поместите накопитель в 3,5-дюймовый отсек шасси и с помощью винтов и накладок закрепите его. При выполнении этой операции нельзя прилагать значительных механических усилий — накопитель должен свободно становиться на свое место в корпусе. Если для установки жесткого диска остались свободными только 5,25-дюймовые отсеки, привинтите к диску накладки (см. рис. 12.4). Проследите, чтобы винты не были слишком длинными. Если винт окажется длиннее, чем глубина отверстия, в которое он будет вкручиваться, вы можете повредить устройство.

Примечание

В главе 20 приведены более подробные и наглядные инструкции по установке жесткого диска.

5. Присоедините интерфейсный кабель к задней части накопителя. Если используется 80-жильный кабель, синий штекер должен быть вставлен в разъем материнской платы, черный — в гнездо ведущего устройства, а серый (обычно он средний) — в гнездо ведомого.
6. Подключите к накопителю кабель питания; чаще всего он четырехжильный со стандартным разъемом. При необходимости приобретите Y-образный кабель-разветвитель (рис. 12.5), чтобы получить возможность подключить два устройства к одному разъему блока питания.

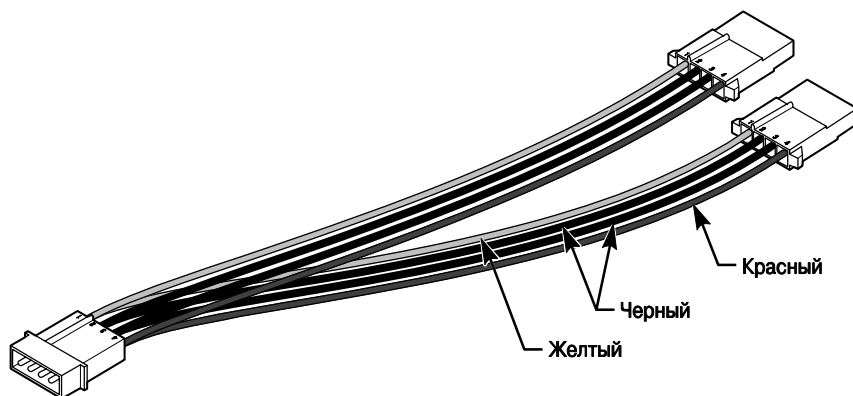


Рис. 12.5. Y-образный кабель-разветвитель

Монтаж накопителей SATA

Пошаговая процедура инсталляции жесткого диска SATA несколько отличается от установки дисков ATA.

1. Проверьте, имеются ли в системе неиспользуемые разъемы SATA. Несмотря на то что в современных компьютерах или системных платах есть от одного до шести разъемов SATA, в некоторых случаях придется устанавливать отдельную плату контроллера SATA. Для получения инструкций по установке отдельного контроллера SATA и инсталляции драйверов обратитесь к соответствующей документации.
2. Аккуратно вставьте накопитель в отсек соответствующего размера, при необходимости используя накладку, и закрутите крепежные винты.
3. Подключите кабель данных SATA к контроллеру SATA. Кабели данных могут объединяться в одной оболочке с силовым кабелем SATA. При использовании отдельного кабеля данных один разъем подключается к накопителю, а другой — к контроллеру SATA (рис. 12.6).

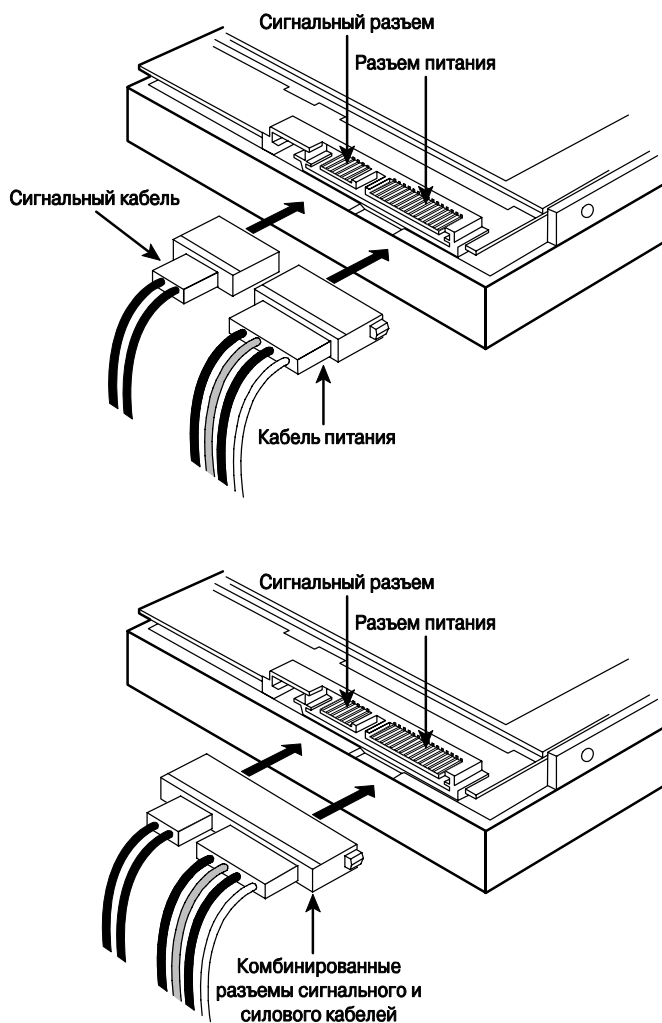


Рис. 12.6. Кабель данных и силовой кабель SATA имеют отдельные разъемы (вверху) или объединены в одном прессованном корпусе (внизу)

4. Подключите к накопителю соответствующий силовой кабель. Некоторые устройства SATA имеют два силовых разъема: стандартный 4-контактный и специальный 15-контактный — в этом случае подайте питание на любой из них (но не на два одновременно). Если устройство имеет только 15-контактное гнездо подключения питания, а блок питания не предлагает такой штекер, придется дополнительно приобрести специальный адаптер “4 в 15” (если он не входит в комплект устройства).

Внимание

Если устройство одновременно имеет 2 гнезда питания (стандартное, 4-контактное, и SATA-типа, 15-контактное), ни в коем случае не подавайте питание на оба разъема одновременно, иначе можете повредить устройство.

Конфигурация системы

После того как жесткий диск смонтирован в корпусе компьютера, можете приступить к конфигурированию системы. Компьютеру необходимо сообщить информацию о накопителе, чтобы с него можно было осуществить загрузку при включении питания.

Вставив загрузочный диск операционной системы в соответствующий привод, перезагрузите компьютер. Если вы намереваетесь устанавливать операционную систему Windows 98 или более позднюю, программа установки последовательно проведет вас по этапам разбиения диска на разделы и их форматирования. Если хотите, можете сформировать разделы и заполнить форматирование вручную, до установки операционной системы, используя специальные программы.

Если вы используете Windows 98 или Me, на загрузочном диске операционной системы вы найдете программу FDISK. Загрузитесь с этой дискеты и введите в строке запроса A: команду FDISK. В системах Windows 2000, XP и Vista используется команда DISKPART или утилита *Управление диском*. Их можно найти на загрузочном компакт-диске установки операционной системы. Если на новый диск будет устанавливаться операционная система, его разделение и форматирование будут выполнены как часть общего процесса установки ОС.

Автоматическое определение типа накопителя

Практически для всех накопителей PATA и SATA в современных BIOS предусмотрено автоматическое определение типов, т.е. из накопителя по запросу системы считываются его характеристики и необходимые параметры. При таком подходе практически исключены ошибки, которые могут быть допущены при вводе параметров вручную.

1. Включите компьютер и нажмите клавишу, необходимую для входа в настройки BIOS. Если в BIOS предусмотрено автоматическое определение устройств, рекомендуется установить именно этот режим, так как будут определены оптимальные параметры устройства. Устройства SATA могут также иметь поддержку режима ACHI и группировки нескольких устройств в RAID-массив. Установите эти параметры и выйдите из программы настройки BIOS.
2. Перезагрузите систему. Если установленное устройство не является загрузочным и вы работаете под управлением Windows 98 или более поздней версии этой ОС, новый накопитель будет автоматически определен в процессе загрузки, и для него будут установлены необходимые драйверы. Следует заметить, что система не будет видеть новое устройство как том (т.е. ему не будет присвоена буква), пока не будут созданы разделы диска и выполнено их форматирование. Если новое устройство является загрузочным, придется снова загрузиться с дискеты или компакт-диска, чтобы создать на новом диске разделы, выполнить форматирование и установить на нем операционную систему. Если материнская плата поддерживает SATA в режиме ACHI или RAID-массивы SATA и вы работаете под управлением Windows XP или более ранней версии этой ОС, для установки устройства придется предоставить дискету с драйверами контроллера

или переписать эти драйверы на установочный диск Windows. Отмечу, что все эти драйверы встроены в установочный диск системы Windows Vista.

Определение типа накопителя вручную

Если в компьютере установлена системная плата, которая не поддерживает функцию автоматического определения, вам придется вводить соответствующие сведения в BIOS вручную. В BIOS доступно несколько стандартных комбинаций, однако они, скорее всего, устарели, так как обеспечивают поддержку накопителей объемом всего несколько сотен мегабайтов, а то и меньше. Чаще всего вам придется выбрать пользовательский тип жесткого диска, а затем указать значения следующих параметров:

- количество цилиндров;
- количество головок;
- количество секторов на дорожку.

Необходимые значения параметров можно найти в документации, прилагаемой к жесткому диску, однако они могут быть напечатаны на наклейке на корпусе жесткого диска. Обязательно запомните или запишите их. Последний вариант предпочтительнее, так как значения параметров потребуются вам в том случае, если системная BIOS их неожиданно “забудет” из-за разрядившейся батарейки на системной плате. Записанные сведения лучше всего хранить непосредственно внутри системного блока, например их можно приклеить к корпусу с помощью липкой ленты. Порой это позволяет сэкономить немало времени.

В том случае, если вам не удается определить корректные значения параметров вашего жесткого диска, обратитесь на сайт компании-производителя или к справочнику на прилагаемом к книге компакт-диске. Также можете воспользоваться одной из диагностических утилит, доступных для загрузки через Интернет.

В зависимости от производителя BIOS и ее версии вам предоставляется возможность настроить и другие параметры жесткого диска, в частности режим передачи данных и адресацию логических блоков.

Форматирование

От правильного выполнения настройки и форматирования зависят производительность и надежность жесткого диска. В данном разделе описаны процедуры, с помощью которых форматирование диска выполняется корректно. Используйте их при установке в компьютер нового накопителя, а также после извлечения всех оставшихся данных из проблемного диска.

Форматирование накопителя на жестком диске выполняется в три этапа.

1. Форматирование низкого уровня.
2. Организация разделов.
3. Форматирование высокого уровня.

Обычно при установке нового устройства низкоуровневое форматирование не выполняется, однако иногда оно способно вернуть к жизни “сбойный” диск. Подробнее о низкоуровневом форматировании мы поговорим в отдельном разделе этой главы. При обычной установке нового устройства требуется только организовать разделы диска и выполнить их форматирование. Эти две процедуры будут рассмотрены в следующих разделах.

Организация разделов жесткого диска

Разбиение накопителя — это определение областей диска, которые операционная система будет использовать в качестве отдельных разделов, или томов.

При организации разделов диска в его первый сектор (цилиндр 0, головка 0, сектор 1) заносится *главная загрузочная запись* (Master Boot Record — MBR). В ней содержатся сведения о том, с каких цилиндров, головок и секторов начинаются и какими заканчиваются имеющиеся

ся на диске разделы. В этой таблице также содержатся указания для системной BIOS, какой из разделов является загрузочным, т.е. где следует искать основные файлы операционной системы.

Для разбиения накопителей на жестких дисках необходимо использовать программу FDISK из поставок всех операционных систем, вплоть до Windows Me. Системы Windows 2000, XP и Vista имеют в своем составе аналогичную программу DISKPART. Также создать разделы и выполнить форматирование можно с помощью инструмента “Управление дисками” этих операционных систем. Все версии Windows, начиная с Windows 95, могут выполнять операции создания разделов и форматирования в процессе своей установки. Запуск установки выполняется с помощью программы SETUP. Все эти программы включаются в любую операционную систему, но несмотря на полную идентичность их названий необходимо использовать именно тот инструмент, который входит в поставку вашей системы. Программы разбиения формируют загрузочную запись MBR таким образом, чтобы диск мог быть распознан как один или несколько томов для хранения файлов. Наличие нескольких разделов также позволяет сосуществовать на одном жестком диске нескольким операционным системам. Независимо от того, какая операционная система используется, она должна поставляться с утилитами FDISK, DISKPART, Disk Management или SETUP, которые могут применяться для создания разделов на жестком диске.

Примечание

Поскольку работа программ FDISK, DISKPART и SETUP основывается на данных о накопителе в BIOS, правильное определение параметров накопителя — залог успешной работы программы FDISK. Например, если жесткий диск емкостью 100 Гбайт был определен в BIOS как диск емкостью 100 Мбайт, все эти программы увидят только 100 Мбайт. Чтобы избежать недоразумений и определения неправильной геометрии диска, лучше в настройках BIOS установить автоматическое определение типа устройства и считать параметры непосредственно с диска.

Все версии программы FDISK (Windows и DOS) позволяют создать два различных типа разделов диска: основной и дополнительный. Основной раздел может быть загрузочным, а дополнительный не может. Если в компьютере установлен один жесткий диск, то хотя бы его часть должна быть основным разделом при условии, что компьютер будет загружаться с этого жесткого диска. Основному разделу назначается буква C: диска, а дополнительным — остальные буквы, а именно — D:, E: и т.д. Один дополнительный раздел может содержать одну букву тома (логический диск DOS) или же несколько логических дисков.

Термин “логический диск DOS” не подразумевает использования только DOS — может работать любая операционная система: Windows 95, 98, Me, NT, 2000, XP, Vista, Linux и т.д.

В зависимости от используемой версии Windows может понадобиться разделить диск на несколько логических. Оригинальные версии Windows 95 и MS-DOS поддерживают только файловую систему FAT16, позволяющую хранить не более 65536 файлов на диске, при этом объем раздела не может превышать 2,1 Гбайт. Таким образом, жесткий диск объемом 10,1 Гбайт в этих операционных системах должен быть разделен минимум на пять дисков примерно так, как на рис. 12.7.

Разбивать диск на разделы необходимо и в целях безопасности данных. Например, диск можно разделить по следующей схеме:

- C: — операционная система и приложения;
- D: — данные.

В приведенном примере основной и дополнительный разделы будут организованы следующим образом:

- C: — основной раздел;
- D: — логическое устройство (том) в дополнительном разделе.

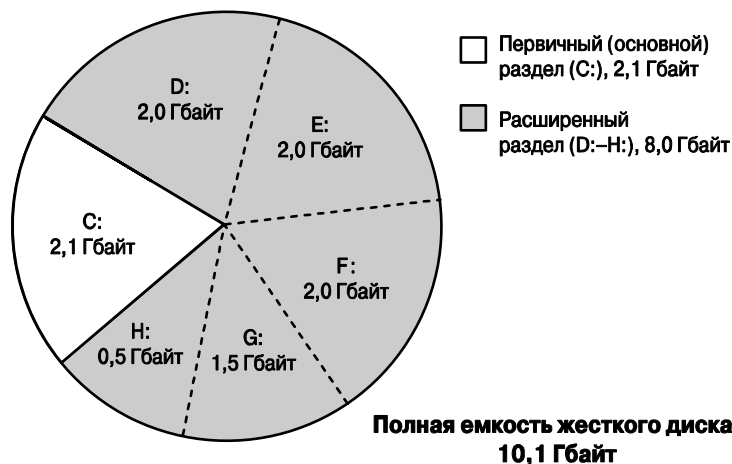


Рис. 12.7. Одна из схем разбиения жесткого диска емкостью 10,1 Гбайт в Windows 95 и MS-DOS

Программа FDISK искусственно ограничивает количество основных разделов: одно устройство может иметь только один основной раздел. Однако существуют и другие программы разбиения диска, позволяющие создать на одном устройстве до четырех основных разделов. Лично я предпочитаю создавать только один основной раздел, хотя в некоторых исключительных обстоятельствах может потребоваться создание и всех четырех.

При наличии двух разделов легче управлять резервированием данных, так как обычно резервируется только информация пользователя, а не программы и операционная система.

Примечание

Обычно внешние накопители USB и IEEE 1394a уже предварительно отформатированы и разбиты на разделы, что позволяет использовать их сразу же после подключения. Тем не менее программы FDISK и FORMAT или консоль MMC Управление диском (Disk Management) предоставляют возможность изменить расположение разделов и файловую систему такого накопителя. К примеру, большинство внешних устройств USB/FireWire форматируются изготовителем в наиболее универсальной файловой системе FAT32. В то же время большинство пользователей систем Windows XP и Vista отдают предпочтение файловой системе NTFS. При желании для повышения целостности данных и производительности такого устройства можно переформатировать его с использованием файловой системы NTFS.

Поддержка дисков большой емкости

При использовании Windows 95 OSR 2, Windows 98, Windows Me или Windows 2000 и дисков емкостью более 512 Мбайт можно прибегнуть к поддержке дисков большой емкости, что обеспечивает ряд преимуществ.

- Можно использовать диски емкостью более 2,1 Гбайт как один диск; фактически размер одного диска может достигать 2 Тбайт. Такое свойство обеспечивается новой файловой системой FAT 32.
- Поскольку FAT 32 использует более эффективные методы хранения данных, уменьшается процент потерь свободного пространства на жестком диске.

При использовании FAT32 не забывайте, что она не поддерживается оригинальной версией Windows 95 и MS-DOS, т.е. доступ к данным на таких дисках невозможен из этих операционных систем. Файловую систему FAT32 поддерживают Windows 95 OSR 2, Windows 98, Windows Me и Windows 2000/XP. Если вы имеете старые игры MS-DOS или загружаемые приложения, из них вы не сможете получить доступ к тому FAT32, пока не замените версию DOS той, которая включена в Windows 95B или Windows 98. Как правило, это можно сделать,

выполнив команду `SYS A:` из папки `\Windows\Command`. Еще один вариант предполагает использование меню загрузки систем Windows 95B/98 (для его открытия нужно в момент начала загрузки нажать <F8>) и выбор в нем варианта Командная строка. В результате будет загружена система DOS с поддержкой файловой системы FAT32. В качестве альтернативы можно выбрать в меню Пуск рабочего стола Windows пункт Выключение⇒Перезагрузить компьютер в режиме MS-DOS.

При включенной поддержке больших дисков из соображений безопасности устройство также можно разбить на логические диски, как описано выше.

Существует еще одна файловая система — NTFS. Она поддерживается операционными системами, основанными на ядре Windows NT — NT, 2000, XP и Vista. Это высокопроизводительная файловая система, оснащенная дополнительными функциями защиты и сетевой поддержки. Следует заметить, что системы Windows 9x не способны прочитать разделы NTFS, а система Windows NT не способна прочитать разделы FAT32. Версии Windows 2000, XP и Vista могут работать со всеми типами разделов.

Назначение букв дискам

Утилиту FDISK можно использовать множеством способов. Все зависит от того, сколько жестких дисков установлено в системе и сколько букв устройств нужно создать.

Рассмотрим, как программа FDISK назначает дискам буквы. Предположим, что один жесткий диск разбит следующим образом.

Тип раздела	Буквы дисков
Основной раздел	Диск C :
Дополнительный раздел	Диски D : и E :

Многие пользователи полагают, что при установке второго накопителя ему будут присвоены буквы, следующие за E : . Но это не так.

Вначале необходимо понять, как программа FDISK присваивает буквы разделам. В табл. 12.1 приведена схема такого присвоения.

Таблица 12.1. Назначение букв разделам на двух дисках

Диск	Раздел	Порядок	Первая буква диска
1	Основной	Первый	C:
1	Дополнительный	Третий	E:
2	Основной	Второй	D:
2	Дополнительный	Четвертый	F:

Что же произойдет с присвоенными буквами после добавления второго жесткого диска? Основному разделу второго жесткого диска будет назначена буква первого логического диска дополнительного раздела первого жесткого диска. Все буквы логических дисков дополнительного раздела первого жесткого диска будут смещены на одну.

В рассмотренном примере после добавления жесткого диска, разбитого подобным образом, буквы дисков будут аналогичны приведенным в табл. 12.2.

Таблица 12.2. Назначение букв дискам после добавления второго жесткого диска

Диск	Раздел	Порядок	Оригинальное назначение букв (только один жесткий диск)	Новое назначение букв дискам после добавления второго жесткого диска
1	Основной	Первый	C:	C:
1	Дополнительный	Третий	D:, E:	E:, F:
2	Основной	Второй	---	D:
2	Дополнительный	Четвертый	---	G:, H:

Диски D : и E : стали соответственно E : и F : . Теперь приложения, установленные на диске D : , не запускаются, а данные хранятся на диске F : . Для исправления ситуации придется выполнить ручную реорганизацию файлов путем их копирования и перемещения.

Тот же принцип сохраняется и при добавлении третьего и четвертого жестких дисков. Основные разделы всех дисков будут выстроены в последовательность, за которой будут следовать логические диски.

Для решения подобной проблемы при разбиении второго жесткого диска на разделы нужно создавать только дополнительный раздел. Программа FDISK позволяет выполнить такое разбиение. Дополнительные разделы второго жесткого диска всегда получают буквы после логических дисков дополнительного раздела первого жесткого диска.

Если вы собираетесь добавить в систему новый жесткий диск (а не заменить им старый), важно понять, почему организацию на нем основного раздела нельзя назвать хорошей идеей. Помните, что дополнительный диск не может быть загрузочным, следовательно, нет никаких оснований создавать на нем новый раздел. Программа FDISK позволяет создавать дополнительный раздел с использованием всех 100% доступного пространства жесткого диска. В табл. 12.3 приведен тот же пример, что и в табл. 12.2, при организации на втором жестком диске только дополнительного раздела.

Таблица 12.3. Назначение букв дискам после добавления второго жесткого диска, в котором создан только дополнительный раздел

Диск	Раздел	Порядок	Оригинальное назначение букв (только один жесткий диск)	Новое назначение букв дискам после добавления второго жесткого диска
1	Основной	Первый	C:	C:
1	Дополнительный	Третий	D:, E:	D:, E:
2	Основной	Второй	---	---
2	Дополнительный	Четвертый	---	F:

Как видите, при добавлении нового диска, на котором организован только дополнительный раздел, буквы устройств первого диска остались неизменными. Такая организация более понятна, к тому же она позволяет избежать недоразумений, связанных с изменением букв устройств. Такой режим операционной системы объясняет, почему в первых компьютерах устройствам Iomega Zip выделялась буква D:, в то время как основной и расширенный разделы жесткого диска имели буквы C: и E:. Устройство Zip трактовалось системой как второй жесткий диск, имеющий только основной раздел. Впоследствии формат Zip-устройств был изменен, и диски Zip стали распознаваться как имеющие расширенные разделы; при этом их буквы добавлялись в конец списка устройств.

Запуск программы FDISK

При запуске новых версий программы FDISK выполняется тестирование диска, и, если его размер превышает 512 Мбайт, появится следующее сообщение.

Включить поддержку больших дисков (Y/N).....? [Y]

Если вы ответите на этот вопрос утвердительно, все разделы размером более 512 Мбайт будут иметь файловую систему FAT 32. Кроме того, утвердительный ответ требуется для создания разделов размером более 2 Гбайт.

Далее появятся следующие команды меню.

Текущий жесткий диск: 1

Выберите действие.

1. Создание раздела DOS либо логического диска DOS.
2. Выбор активного раздела.
3. Удаление раздела либо логического диска DOS.
4. Вывод сведений об имеющихся разделах.
5. Смена текущего диска.

Введите номер выбранного действия: [1]

Команда 5 появляется лишь при установке в системе нескольких жестких дисков. Номер текущего диска отображается в первой строке.

Для создания раздела используется команда 1. Если диск уже разбит, для просмотра его структуры можно воспользоваться командой 4.

При выборе команды 1 появится следующее меню.

```
Создание раздела DOS либо логического диска DOS
Текущий жесткий диск: 1
Выберите действие.
1. Создание основного раздела DOS.
2. Создание дополнительного раздела DOS.
3. Создание логических дисков DOS в дополнительном разделе DOS. Введите
номер выбранного действия: [1]
```

Вначале необходимо создать основной раздел на загрузочном диске, а затем — дополнительные разделы на остальных дисках.

При выборе пункта 1 программа предлагает использовать для основного раздела DOS все доступное пространство диска. Если вы ответите Yes и при этом используете файловую систему FAT32, основной раздел займет весь диск. Если вы ответили утвердительно, но поддержка больших дисков не включена, для основного раздела будет выделено либо все пространство диска, если оно меньше 2 Гбайт, либо эти самые максимально допустимые 2 Гбайт.

Если вы решили выделить для основного раздела не все пространство диска, впоследствии придется вернуться в главное меню и создать дополнительный раздел, в котором создать логические диски. Обычно я рекомендую выделять для основного раздела все пространство диска, при этом весь диск будет восприниматься системой как одно устройство. Однако существует ряд причин, по которым разбиение диска просто необходимо, к примеру если на компьютере вы собираетесь установить несколько операционных систем, несколько файловых систем, выделить отдельное устройство для хранения данных и т.п.

Один из созданных разделов необходимо сделать активным, т.е. загрузочным (обычно это основной раздел). Для этого применяется команда 2.

Создав разделы, перезагрузите компьютер и приступите к форматированию высокого уровня новых разделов и к установке операционной системы.

Создание разделов и форматирование диска с помощью утилиты

Управление дисками

В операционных системах Windows 2000, XP и Vista существует довольно мощный инструмент DISKPART, работа с которым осуществляется из командной строки. Эта программа включает в себя функции FDISK наряду с дополнительными опциями, необходимыми для работы с расширенными дисковыми структурами, такими как массивы RAID и динамические диски. В то же время большинство пользователей применяют консоль MMC **Управление дисками (Disk Management)** с графическим интерфейсом. Консоль применяется для создания разделов и форматирования нового жесткого диска, установленного в системе.

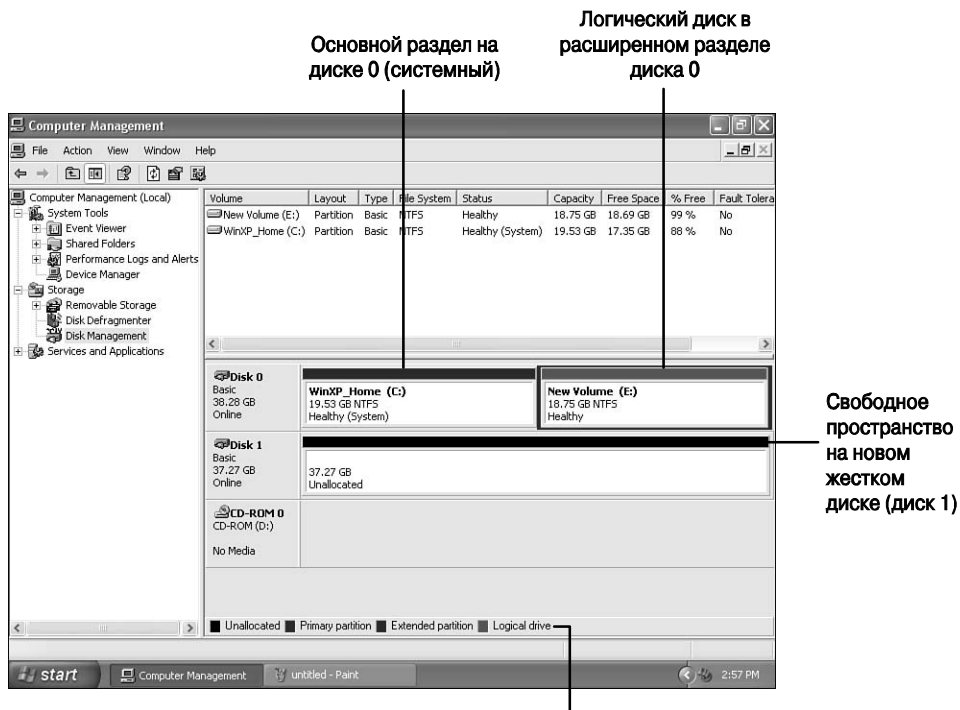
Консоль **Управление дисками (Disk Management)**, как и программа FDISK, позволяет выбрать тип используемой файловой системы. Тем не менее эти программные средства имеют определенные отличия.

- *Консоль Управление дисками имеет графический интерфейс пользователя.* Индикаторы с цветовой кодировкой, определяющие тип разделов и параметры жесткого диска, позволяют получить наглядное представление о том, как изменятся характеристики накопителя после выполнения той или иной операции. Специальные программные компоненты Windows упрощают создание разделов и форматирование жесткого диска.
- *Утилита Управление дисками поддерживает больше файловых систем, чем FDISK.* Программа FDISK может использоваться только с FAT 16 (или FAT 32 в Windows 95B, Windows 98 и Windows Me), а утилита **Управление дисками**, помимо этого, поддерживает файловую систему NTFS.

- *Использование утилиты Управление дисками упрощает создание разделов и форматирование жесткого диска.* При использовании программы FDISK после создания разделов необходимо перезагрузить компьютер, при этом для форматирования жесткого диска потребуется дополнительная программа FORMAT. Утилита **Управление дисками** позволяет выполнить обе эти операции без промежуточной перезагрузки компьютера.
- *Утилита Управление дисками позволяет создать на одном жестком диске несколько основных разделов (вплоть до четырех), в отличие от FDISK, позволяющей создать только один такой раздел.* В отличие от логических дисков в расширенном разделе основной раздел может быть загрузочным, и им легче управлять.
- *Независимо от типа раздела утилита Управление дисками присваивает не выделенные ранее буквенные обозначения жесткому диску или накопителю на оптических носителях.* Создание основного раздела на новом жестком диске, выполненное с помощью программы FDISK, может привести к неразберихе с буквенными обозначениями появившихся и уже существующих разделов. Утилита **Управление дисками** присваивает буквенные обозначения новому накопителю на жестких дисках с учетом уже существующих. Кроме того, если установка нового накопителя приводит к конфликтам со съемными накопителями, используемыми от случая к случаю (например, с флэш-памятью USB или устройствами для считывания карт памяти), утилита позволит назначить другие буквенные обозначения новому или уже существующему жесткому диску и накопителю CD-ROM/DVD.

Для создания разделов на новом жестком диске с помощью утилиты **Управление дисками** выполните следующие действия.

1. В меню кнопки **Пуск** выберите пункт **Выполнить**, введите **diskmgmt.msc** и щелкните на **ОК**.
2. В верхнем правом окне будет указано буквенное обозначение текущего жесткого диска, а в нижнем правом — физические жесткие диски (рис. 12.8). Новый, только что установленный накопитель, показан как незамеченное дисковое пространство.
3. Выделите новый жесткий диск, щелкните на его изображении правой кнопкой мыши и выберите команду **Создать раздел (New Partition)**, чтобы начать процесс создания разделов.
4. Щелкните на кнопке **Далее (Next)** в нижней части диалогового окна **Мастер создания раздела (New Partition Wizard)**.
5. Установите переключатель в положение **Основной раздел (Primary)** или **Дополнительный раздел (Extended)**. Как правило, выбирают расширенный раздел (если, конечно, не создается основной раздел, который будет применяться для запуска компьютера). Щелкните на кнопке **Далее**.
6. Если какая-то область жесткого диска должна остаться свободной, измените размер создаваемого раздела. Щелкните на кнопке **Далее**.
7. В следующем окне (рис. 12.9) будут показаны все изменения, относящиеся к новому накопителю. Чтобы завершить процесс создания разделов, щелкните на кнопке **Готово (Finish)**.
8. После того как мастер завершит работу, в окне **Управление компьютером** будет показан жесткий диск, разбитый на разделы. Для продолжения щелкните правой кнопкой мыши на созданном разделе и выберите команду **Создать логический диск (New Logical Drive)**.
9. Для продолжения работы мастера щелкните на кнопке **Далее**. Для выбора логического диска щелкните на кнопке **Далее** еще раз.



Условные обозначения, характеризующие состояние накопителя

Рис. 12.8. В этом окне представлены характеристики дисковой подсистемы компьютера с только что установленным жестким диском (диск 1). Новый раздел (E:) был создан после установки накопителя CD-ROM (D:), поэтому ему присвоено следующее после D буквенное обозначение



Рис. 12.9. Мастер New Partiton Wizard готов к форматированию логического раздела на жестком диске 1 с учетом настроенных для этого параметров

10. Чтобы создать несколько логических дисков, измените максимальный размер создаваемого раздела. Если необходимо создать только один логический диск, щелкните на кнопке **Далее**.
11. Присвойте создаваемому диску буквенное обозначение. По умолчанию на экране отобразится следующее доступное буквенное обозначение, но при этом можно выбрать любую неиспользуемую букву. Также можно привязать новый логический диск к пустому каталогу NTFS или вообще не присваивать диску никакого буквенного обозначения. Щелкните на кнопке **Далее**.
12. Выберите параметры форматирования. По умолчанию новый логический диск будет форматироваться в файловой системе NTFS, но, если емкость логического диска не превышает 32768 Мбайт (32 Гбайт), можно выбрать FAT 32. Имеется возможность указать метку тома, определить размер единичного блока памяти (кластера), разрешить сжатие файла/каталога и выполнить быстрое форматирование. Чтобы отформатировать жесткий диск позже, выберите команду **Не форматировать этот раздел (Do Not Format This Partiton)**. Щелкните на кнопке **Далее**.
13. В окне **Мастер создания раздела** будет снова показан перечень внесенных изменений. Чтобы изменить те или иные параметры, вернитесь в соответствующее меню, щелкнув на кнопке **Назад (Back)**. Чтобы отформатировать диск с выбранными ранее параметрами (рис. 12.10), щелкните на кнопке **ГОТОВО**.
14. Если после создания логического диска осталось свободное дисковое пространство, в котором нужно создать дополнительные разделы, повторите пп. 10–13.

Перезагружать компьютер не требуется. Цветные обозначения, показанные в нижней области окна **Управление дисками**, помогают отслеживать ход подготовки диска.



Рис. 12.10. Мастер форматирования новых разделов выполнил форматирование логического раздела на жестком диске 1 с учетом настроенных для этого параметров

Создание разделов диска с помощью служебных программ

Альтернативные программы, используемые для создания разделов, позволяют выполнить определенные изменения существующего жесткого диска без повреждения имеющихся данных.

- Создание и разбиение разделов, изменение размеров существующих разделов, их перемещение и объединение без потери данных.

- Преобразование файловых систем без потери существующих данных: FAT в FAT32 и NTFS; FAT32 в FAT; NTFS в FAT и FAT32; первичного раздела в логический и наоборот; FAT32 в NTFS. Поддержка файловых систем Linux ext2/ext3 и SWAP.
- Перемещение приложений между разделами и автоматическое обновление буквенных обозначений дисков после создания или изменения разделов.
- Восстановление удаленных разделов FAT, FAT32, Linux ext2 и NTFS. Эти разделы могут быть восстановлены в том случае, если пространство, занимаемое ими, не было перераспределено и перезаписано.
- Копирование или перемещение разделов в другой раздел или на другой диск.

На рынке доступно множество сторонних программ управления дисками, среди которых самые популярные — PartitionMagic от Symantec и Partition Commander от V-Communications. К тому же доступно множество бесплатных программ и программ с открытым кодом. Разрешите порекомендовать следующие два источника бесплатных программ разделения диска.

- Ultimate Boot CD (www.ultimatebootcd.com)
- Ultimate Boot CD for Windows (www.ubcd4win.com)

Оба эти проекта предлагают невероятную коллекцию бесплатных утилит и программ с открытым кодом, которые вы можете загрузить и при желании создать на их основе загрузочный компакт-диск.

Совет

Программы FDISK, DISKPART и SETUP и консоль Управление дисками могут успешно использоваться для создания разделов жесткого диска и установки параметров накопителей, но для изменения уже существующей конфигурации жесткого диска лучше все-таки прибегнуть к помощи соответствующих утилит.

Хотя перед началом работы программа предлагает выполнить полное резервное копирование, я часто использую такие средства для превращения одного “большого” диска в несколько дисков меньшего объема. На это уходит не более 10 минут. В то же время на применение программ резервного копирования совместно с командами FDISK/FORMAT может потребоваться несколько часов. Ведь вам необходимо выполнить резервное копирование существующего диска, удалить существующие разделы с помощью команды FDISK, создать с ее же помощью новые разделы, перезагрузить компьютер и отформатировать разделы. После этого необходимо загрузить операционную систему и восстановить данные из резервной копии.

Форматирование высокого уровня

Последний этап программной настройки жесткого диска — форматирование высокого уровня (т.е. на уровне операционной системы). Основное назначение данной процедуры — создание таблиц размещения файлов (FAT) и системы каталогов, чтобы Windows 9x и DOS могли обращаться к файлам. Как уже отмечалось, форматирование высокого уровня в Windows 2000/XP/Vista выполняется с помощью мастера New Partition Wizard.

Обычно форматирование высокого уровня осуществляется с помощью стандартной команды Format, которая имеет вид

```
Format C: /S /V
```

По этой команде происходит форматирование диска C:, в его начале размещаются скрытые (системные) файлы операционной системы, а в конце предлагается ввести метку тома.

При форматировании высокого уровня выполняется ряд операций.

1. Поверхность диска сканируется в поисках дорожек и секторов, помеченных как дефектные во время форматирования низкого уровня, и отмечается, что считать их невозможным.

2. Головки возвращаются на первый цилиндр раздела, и в его первый сектор (головка 1, сектор 1) заносится загрузочная запись тома DOS (загрузочный сектор).
3. Начиная со следующего сектора (головка 1, сектор 2), записывается таблица FAT. Сразу после нее записывается вторая копия FAT. Эти таблицы пока пусты, в них содержатся только координаты дефектных кластеров, список которых был составлен во время просмотра дефектов поверхности.
4. Записывается пустой корневой каталог.
5. Если программа запускалась с помощью параметра /S, то на диск копируются системные файлы Io.sys и Msdos.sys (или Ibmbio.com и Ibm dos.com в зависимости от типа используемой операционной системы) и файл Command.com (именно в таком порядке).
6. Если программа запускалась с помощью параметра /V, предлагается ввести метку тома, которая записывается в качестве четвертого элемента корневого каталога.

Теперь операционная система может использовать диск для записи и считывания файлов; кроме того, диск превращается в загрузочный.

На первом этапе форматирования высокого уровня сканируется поверхность диска в поисках дефектов. Те дефекты, которые были помечены при форматировании низкого уровня, выглядят теперь как несчитываемые дорожки и секторы. Обнаружив такой участок, программа форматирования высокого уровня предпринимает до пяти попыток прочитать записанные на нем данные. Но, если дефектный участок был отмечен при форматировании низкого уровня, как правило, все попытки оказываются безуспешными.

После пяти попыток программа FORMAT переходит к следующим дорожкам или секторам. Участки, данные на которых не удалось прочитать с пяти попыток, помечаются в таблице FAT как дефектные кластеры.

Примечание

Поскольку программы форматирования высокого уровня не удаляют данные, затрагивая только корневой каталог, возможно применение специальных программ, таких как Norton Utilities, для восстановления данных даже после высокоуровневого форматирования диска.

Если вы создали расширенный раздел, при работе с буквами логических дисков DOS применяется упрощенная команда FORMAT, так как при этом нет необходимости в системных файлах, например `FORMAT D: /V` для диска D:, `FORMAT E: /V` для диска E: и т.д.

Ограничения программ FDISK и FORMAT

При использовании программы FDISK разрушается прежняя структура жесткого диска — разделов и логических дисков. Таким образом, перед запуском этой программы необходимо выполнить резервное копирование всех данных, находящихся на диске. Ниже приведены основные ограничения программ FDISK и Format.

- Программа FDISK не предлагает “дружественного” способа изменения буквы диска.
- После разбиения диска на разделы необходимо запускать программу FORMAT.
- Команда FORMAT должна проверить весь диск и тем самым обеспечить его доступность для использования. При работе со старыми дисками, содержащими ошибки чтения, это может привести к лишней трате времени.
- Команды FDISK и FORMAT предназначены для использования в среде с одной операционной системой; возможность загрузки нескольких систем (например, Windows 9x и Windows NT; Windows 9x и Linux) не поддерживается.
- Команды FDISK и FORMAT не поддерживают перенос данных на новый диск, а команда XCOPY достаточно сложна в использовании.

- Команды `FDISK` и `FORMAT` могут приводить к конфликтам при обращении к существующим накопителям `CD-ROM`, которым после добавления нового накопителя назначается следующая доступная буква диска.

Хотя консоль **Управление дисками** в `Windows 2000` и более поздних версиях справляется с работой гораздо лучше, чем команды `FDISK/FORMAT`, позволяя избежать конфликтов с буквами существующих дисков, ее использование все же приводит к деструктивным результатам при необходимости изменения разделов, так как функции переноса данных не поддерживаются. Единственным исключением является новая способность этой консоли в системе `Windows Vista` сжимать и расширять существующие тома.

По этим причинам многие производители жестких дисков предлагают специальное программное обеспечение для инсталляции жестких дисков. Подобные программы значительно упрощают выполнение задач по переносу данных.

Как правило, в программное обеспечение от производителей жестких дисков входит следующее.

- Программа, совмещающая в себе функции команд `FDISK` и `FORMAT`.
- База данных перемишек на моделях жестких дисков от ведущих производителей.
- Функция копирования дисков. Копирует содержимое старого диска `MS-DOS` и `Windows 9x` на новый диск, сохраняя при этом длинные имена файлов, атрибуты файлов и т.д.
- Утилита, изменяющая букву диска для накопителей `CD-ROM`. После этого она вносит необходимые коррективы в реестр `Windows` и `INI`-файлы, чтобы программное обеспечение, установленное с компакт-диска, оставалось работоспособным.
- Утилита установки новых накопителей и выполнение других функций с помощью команд меню и мастеров.
- Преодоление ограничений `BIOS` на поддерживаемый объем жестких дисков (использовать не рекомендуется).

В качестве примеров таких программ можно привести `DiskMaster (OnTrack)`, `EZ-Drive (StorageSoft)`, `DiscWizard (Seagate)`, `MaxBlast (Maxtor, ныне приобретенная компанией Seagate)` и `Data Lifeguard (Western Digital)`. Я рекомендую эти программы в основном из-за их функции копирования устройств. В то же время для стандартных операций установки/разделения/форматирования лучше использовать стандартные средства операционной системы.

Замена существующего диска

Ранее уже рассматривалась установка дополнительного жесткого диска. Несмотря на то что разбиение и форматирование нового диска может показаться довольно сложной операцией, замена существующего диска новым — еще сложнее.

Перенос данных на новый диск в `MS-DOS`

Когда система `MS-DOS 6.x` была доминирующей, многие пользователи предпочитали простой метод переноса данных старого жесткого диска на новый, который описан ниже.

1. Создайте загрузочный диск и убедитесь, что на нем есть программы `FDISK`, `Format` и `Хсору`.
2. Создайте разделы на новом диске (основной и при желании — дополнительный).
3. Отформатируйте новый диск как системный, несмотря на то что система идентифицирует его как `D:`.
4. Для переноса всех не скрытых файлов с диска `C:` на `D:` введите команду `xcopy c:\ d:\ /s /e`. Команда `XCOPY` также применяется при необходимости перенести файлы из всех оставшихся разделов исходного диска в соответствующие разделы нового.

Поскольку скрытые файлы чаще всего являются файлами операционной системы (а значит, копируются на диск в ходе ее установки), а также файлом подкачки Windows 3.1 (который повторно создается после перезагрузки Windows), подобной процедуры копирования данных оказывается вполне достаточно для большинства пользователей.

После извлечения исходного накопителя из системы для нового диска задается режим ведущего и ему назначается буква C:. Далее пользователю необходимо запустить утилиту FDISK с дискеты и активизировать новый раздел C:. После этого достаточно завершить работу с программой FDISK и перезагрузить компьютер.

Перенос данных на новый диск в Windows 9x/Me

В Windows 9x/Me этот процесс несколько сложнее, чем в MS-DOS. Это связано с тем, что указанные операционные системы используют скрытые файлы и папки, например папку \Windows\Inf. Поэтому программа Xcopy в Windows 9x/Me более сложная, чем ее предшественница из DOS.

Примечание

При вводе команды Xcopy в Windows 9x/Me автоматически запускается программа Xcopy32.

По сравнению с “классической” командой XCOPY команда XCOPY32 позволяет копировать скрытые файлы, сохранять атрибуты файлов, такие как системный, только для чтения или архивный, автоматически создавать папки; кроме того, она поддерживает длинные имена файлов. Таким образом, данную команду можно использовать для дублирования существующих накопителей, однако с некоторыми оговорками.

- Команда XCOPY32 намного сложнее в использовании.
- В процессе копирования могут возникать ошибки в связи с тем, что во время работы Windows часто использует временные файлы; тем не менее выполнение команды XCOPY32 можно принудительно продолжить.

Приведенная ниже командная строка вызывает команду XCOPY32 для передачи всех папок и файлов со всеми их атрибутами с исходного диска (C:) на новый (D:). Данную команду необходимо выполнить в окне командной строки MS-DOS в среде Windows 9x/Me, а не в режиме MS-DOS.

```
xcopy32 c:\ d:\ /e/c/h/r/k
```

Здесь используются следующие параметры:

- /E — копировать папки и подпапки, включая пустые;
- /C — продолжать копирование в случае возникновения ошибок;
- /H — копировать скрытые и системные файлы;
- /R — заменять файлы только для чтения;
- /K — копировать атрибуты; обычно программа XCOPY снимает атрибут “только чтение”.

При выполнении этой команды все необходимые файлы будут перенесены на новый жесткий диск.

Теперь можно выключить питание компьютера и извлечь старый жесткий диск, а на новом установить переключатель “Master”. После этого включите питание компьютера и с помощью программы FDISK установите активный раздел на новом диске.

Несмотря на то что метод XCOPY неплохо справляется со своей работой, некоторые пользователи сталкиваются с проблемами. Более простой подход к клонированию устройств предполагает использование специализированных программ, таких как Partition Magic Drive Copy и Norton Ghogs от Symantec. Относительно программ копирования дисков, предлагаемых производителями дисков в составе своего программного обеспечения поддержки, можно

сказать следующее. Старые версии этих продуктов использовать не рекомендуется, в то же время новые версии этих программ могут оказаться очень полезными для копирования дисков и других подготовительных задач. На собственном опыте я убедился, что программа MaxBlast отлично справляется с операцией переноса установки Windows XP на более емкий диск. Так что рекомендую, в первую очередь, опробовать программы копирования, предлагаемые поставщиком диска. Если в их работе возникнут проблемы, обращайтесь к утилитам независимых разработчиков.

Перенос данных на новый диск в Windows 2000/XP/Vista

В Windows 2000 и более поздних версиях этой операционной системы возникают дополнительные сложности при копировании загрузочного диска, поскольку во время работы системы открыто великое множество файлов и часто их невозможно скопировать обычными средствами. Для копирования содержимого загрузочного тома с одного устройства на другое можно использовать несколько инструментов и процедур.

Один из приемов предполагает создание полной резервной копии тома и последующее ее восстановление на другом устройстве. Этот метод хорошо зарекомендовал себя в версии XP и следующих редакциях Windows Vista: Business, Ultimate и Premium. К сожалению, утилита резервного копирования была преднамеренно отключена компанией Microsoft в редакциях Home и Home Premium.

Также можно использовать программы создания образа диска для копирования всего содержимого тома и его восстановления на другом устройстве. Среди коммерческих программ этого типа — Symantec Ghost, Acronis True Image или Migrate Easy и WinImage. Существуют и бесплатные утилиты.

- EaseUS Disk Copy (www.easeus.com/disk-copy)
- Runtime Software DriveImage XML (www.runtime.org/dixml.htm)
- Gnome Partition Editor LiveCD (<http://gparted.sourceforge.net>)

Бесплатные утилиты, такие как MaxBlast и DiskManager, также могут быть включены в комплект поставки жесткого диска. Они предназначены для работы с жесткими дисками конкретных производителей, так что совместимы не со всеми системами.

С помощью этих инструментов можно либо напрямую скопировать одно устройство (раздел или том) на другое, либо сохранить образ, который впоследствии можно будет восстановить.

Устранение неполадок и ремонт жестких дисков

Если в опломбированном блоке дисков с головками HDA (Head Disk Assembly) существует механическая проблема, выполнять ремонт не имеет смысла. Даже если ремонт реален, новый жесткий диск может обойтись гораздо дешевле. В то же время чаще всего на практике возникает необходимость восстановления не физического диска, а потерянных на нем данных. Стоимость данных может на несколько порядков превосходить стоимость самого устройства и оправдать все расходы, связанные с ремонтом. Если проблема связана с платой управления, ее можно заменить платой с другого жесткого диска. Как правило, подобные операции выполняются для восстановления данных с отказавшего диска; ведь для того, чтобы получить печатную плату, придется приобретать новый жесткий диск, поскольку отдельные компоненты устройств производителями жестких дисков не продаются.

Однако большинство проблем, связанных с функционированием жестких дисков, носит не механический, а “программный” характер, а значит, для их устранения можно воспользоваться утилитой LLF или “закрывать” поврежденные секторы. На программный характер ошибок указывает преимущественно корректная работа жесткого диска с неожиданно возникающими ошибками чтения и записи.

Тем не менее существуют и аппаратные проблемы, что подтверждается наличием различных постукиваний и шумов, а также невозможностью чтения и записи. В подобных ситуациях утилиты LLF вряд ли смогут вернуть жесткий диск к жизни. Попробуйте начать с замены платы управления. Возможно, это позволит восстановить данные на жестком диске.

Если замена платы управления не решает проблему, свяжитесь с производителем или обратитесь в компанию, предоставляющую услуги по восстановлению дисков. Если вас интересует только ремонт физического диска, проверьте гарантийный талон; возможно, вам удастся заменить диск бесплатно. Если срок гарантии уже истек, дешевле и проще купить новый диск.

Тестирование жесткого диска

Определить, был ли жесткий диск разбит на разделы и отформатирован должным образом, — задача довольно простая. Достаточно выполнить описанные ниже действия. При этом лучше подключить к компьютеру только один жесткий диск и использовать загрузочный диск.

Сначала подключите диск к системе. Если удастся подключить к жесткому диску сигнальный кабель и кабель питания, то его совсем необязательно устанавливать в отсек системного блока, если только вы не планируете сразу же его использовать. В подобном случае я рекомендую поместить жесткий диск на непроводящем листе пенопласта или другой мягкой поверхности. Это предохранит жесткий диск от ударов и других опасностей. Убедившись в том, что жесткий диск распознается BIOS, и сохранив изменения, запустите операционную систему с загрузочного диска.

Затем в командной строке введите команду

DIR C:

В результате на экране может отобразиться одно из описанных ниже сообщений.

- **Invalid drive specification** (Системе не удается найти указанный путь). На жестком диске отсутствуют разделы (созданные с помощью команды **FDISK**) либо существующие главный загрузочный сектор или таблицы разделов повреждены. Независимо от причины жесткий диск станет доступным для работы только после того, как на нем будут созданы разделы, а затем он будет отформатирован. Вы также получите подобное сообщение при работе с разделами FAT32 или NTFS при использовании загрузочного диска Windows 95 (исходной версии) или MS-DOS. Чтобы не увидеть такого сообщения при работе с разделами FAT32, используйте загрузочный диск Windows 95B, Windows 98/Me или Windows 2000, а чтобы его не увидеть при работе с разделами NTFS — загрузочный диск Windows NT, Windows 2000, Windows XP или Windows Vista.
- **Invalid media type** (Неверный тип носителя). На жестком диске созданы разделы, но они не отформатированы или форматирование завершилось неудачей. Для получения сведений о существующих разделах, а также для их удаления и создания новых используйте параметр [4] программы **FDISK**. Созданные разделы следует отформатировать.
- **Directory of C:** (Содержимое папки C:). Перечисляется содержимое папки C:. Структуры и данные файловой системы и тома корректны.

Совет

Если вам известно, к какому именно компьютеру был подключен жесткий диск, при тестировании подключите его именно к этому компьютеру. Если жесткий диск подключить к другому компьютеру, то из-за различий в BIOS и режимах работы контроллера ATA рабочий жесткий диск может показаться совершенно пустым. Подобное наблюдается особенно часто при работе с системами, оснащенными интегрированным контроллером RAID-массива, даже если функции ATA RAID не используются или диск был перенесен из системы с BIOS от компании Award или AMI в систему с Phoenix BIOS.

Если у вас есть накопитель, в котором возникают проблемы, и вам не нужно восстанавливать его данные, попробуйте повторно инициализировать устройство, используя утилиты производителя. Они проверят диск на наличие сбойных секторов и либо заменят их хороши-

ми запасными секторами, либо пометят их, чтобы в будущем программы не пытались записывать в них какие-либо данные (все данные в этих секторах при этом уничтожаются). Полную инициализацию устройства обычно рассматривают как последний из возможных методов восстановления жесткого диска. В следующем разделе инициализация (или низкоуровневое форматирование) диска описана более подробно.

Форматирование низкого уровня

Все новые жесткие диски уже отформатированы на низком уровне производителем и повторной инициализации не требуют. На практике при обычных обстоятельствах вам вряд ли придется выполнять низкоуровневое форматирование устройства ATA, поскольку чисто технически настоящее форматирование такого рода может выполнить только производитель. То, что в компьютерах называют низкоуровневым форматированием, на самом деле является в большей мере инициализацией и тестированием поверхности диска, поскольку в этом процессе выполняются запись и проверка чтения во всех секторах диска. Если проблем с диском нет, потребность в полной инициализации или проверке поверхности отпадает.

Использование термина *низкоуровневое форматирование* по отношению к устройствам ATA породило множество мифов. К примеру, бытует мнение, что низкоуровневое форматирование устройства ATA выполнить невозможно и что попытка такой операции приведет к разрушению диска. В принципе, в этом заблуждении есть доля правды. Правда состоит в том, что при низкоуровневом форматировании старых дисков образца конца 1980-х годов нарушалась оптимальная настройка скоса головок и цилиндров, установленная производителем диска, а также карта дефектов диска. Все это негативно сказывалось на производительности устройств. Описанная проблема уже давно решена, и все устройства, использующие зонную запись (с переменным числом секторов на дорожке), имеют иммунитет к любым проблемам, к которым может привести низкоуровневое форматирование, поскольку реальные маркеры сектором не могут быть замещены. Так что низкоуровневое форматирование дисков, выпущенных в 1990-х годах и позже, исключает возникновение данной проблемы.

В то же время часто возникает реальная необходимость выполнения низкоуровневого форматирования дисков ATA и SCSI. В следующих разделах мы поговорим о программах, которые помогут это сделать.

Программы низкоуровневого форматирования дисков ATA

Производители дисков ATA определили и стандартизировали расширения к исходному контроллеру жестких дисков WD1002/1003, создав интерфейс шины AT (известный как интерфейс ATA). Спецификация ATA реализована для уникальных команд конкретных производителей, являющихся расширением стандарта. Во избежание выполнения некорректного низкоуровневого форматирования многие из устройств ATA имеют специальные команды, которые должны быть отправлены на устройство для разблокирования процедур форматирования. Эти команды зависят от производителя устройства, поэтому постарайтесь найти программы низкоуровневого форматирования и управления дефектами, созданные производителем диска. Эти программы чаще всего предназначены не только для устройств конкретного производителя, но и для отдельных их моделей. Так что перед выполнением поиска запишите название производителя и номер модели жесткого диска.

Современные устройства ATA защищены от возможности изменения коэффициента скоса или карты дефектов, поскольку всегда находятся в режиме преобразования. Устройства с зонной записью всегда находятся в этом режиме и, таким образом, полностью защищены. Большинство устройств ATA имеют дополнительный набор команд, которые используются в процессе форматирования; при этом стандартные команды спецификации ATA не работают (особенно это касается устройств ATA с зонной записью).

Запасные секторы также могут быть выделены автоматически с помощью программ, предоставленных производителем устройства. Не зная корректных команд, специфичных для производителя, невозможно заменить дефектные секторы запасными, специально выделен-

ными в современных устройствах для этих целей. Обнаруженный дефектный сектор заменяется в структуре распределения ближайшим к нему запасным сектором.

Некоторые производители жестких дисков предлагают программы форматирования низкого уровня. Их можно найти по следующим адресам.

■ *Seagate*

ftp://ftp.seagate.com/techsuppt/seagate_utils/sgatfmt4.zip

или

<http://www.seagate.com/support/seatools>

■ *Hitachi/IBM*

www.hgst.com/hdd/support/download.htm

■ *Maxtor/Quantum*

<http://www.maxtor.com/softwaredownload/default.htm>

■ *Samsung*

www.samsung.com/Products/HardDiskDrive/utilities/hutil.htm

или

www.samsung.com/Products/HardDiskDrive/utilities/sutil.htm

www.samsung.com/Products/HardDiskDrive/utilities/shdiag.htm

■ *Western Digital*

<http://support.wdc.com/download/>

Прежде всего, следует опробовать программы, предоставленные производителем устройства. Все они бесплатные и часто позволяют работать на низком уровне так, как не позволяют широкопрофильные программы. Если производитель диска не предлагает программы инициализации/проверки/форматирования, рекомендую воспользоваться программой Drive Fitness Test от компании Hitachi (ранее — IBM). Эта программа отлично справляется с дисками от других производителей и выполняет детальное полное тестирование всего жесткого диска. Это одна из лучших программ общего назначения, поскольку позволяет выполнить неdestructивный тест. Несмотря на то что с ее помощью может быть протестировано любое устройство, существует одно ограничение: destructive тесты чтения/записи могут быть выполнены только на дисках Hitachi и IBM.

Примечание

Все перечисленные программы инициализации, тестирования и форматирования жесткого диска, а также многие другие можно найти в коллекции утилит Ultimate Boot CD (UBCD). Это просто фантастическая коллекция средств диагностики, содержащаяся на одном загружаемом компакт-диске! Копию этого компакт-диска можно загрузить по адресу www.ultimatebootcd.com.

Средства неdestructивного форматирования

Я настоятельно не рекомендую применять средства неdestructивного форматирования, работающие на уровне BIOS, такие как Calibrate (ранее входило в состав Symantec Norton Utilities) и SpinRite (Gibson Research), в том случае, когда действительно необходимо форматирование низкого уровня. Для подобных средств характерен целый ряд ограничений и проблем, уменьшающих их эффективность. Они выполняют форматирование низкого уровня по отдельным дорожкам, используя функции BIOS; при этом осуществляется резервное копирование и восстановление отдельных дорожек.

Данные программы также не создают карту дефектов, как это обычно делают программы форматирования низкого уровня; более того, они могут удалить маркеры карты дефектов, добавленные стандартными программами форматирования низкого уровня. В результате становится возможным сохранение данных в поврежденных секторах, что в некоторых случаях может привести к потере гарантии. Еще одно ограничение состоит в том, что данные про-

граммы можно применять только при работе с жесткими дисками, заранее отформатированными с помощью функций BIOS.

Примечание

Утилита SpinRite очень полезна для восстановления данных на жестких дисках, характеризующихся ошибками чтения, так как она применяет алгоритмы чтения и анализа полученных результатов.

Программа форматирования низкого уровня, созданная производителями дисков, “обходит” системную BIOS и передает команды непосредственно контроллеру. Поэтому многие подобные программы предназначены для работы с определенными контроллерами. Наличие одной такой программы, которую можно было бы использовать при работе с разными контроллерами, практически невозможно себе представить. Многие жесткие диски могут быть неправильно определены как дефектные только потому, что использовалась неподходящая программа.

Установка оптического накопителя

Установка приводов CD и DVD во многом сходна с установкой жестких дисков, за исключением того, что в данном случае не нужно создавать разделы и выполнять их форматирование.

Ниже рассматривается установка стандартных встроенных оптических накопителей (PATA и SATA), а также даются советы и рекомендации, которые обычно не приводятся в прилагаемых руководствах. После установки устройств может понадобиться загрузка дополнительного программного обеспечения, особенно это касается записывающих устройств CD и DVD.

Примечание

Накопители CD- и DVD-ROM с интерфейсами PATA и SATA устанавливаются обычным образом. Некоторые старые устройства DVD поставлялись в комплекте с платами декодера MPEG-2, хотя практически все современные устройства используют программный декодер, позволяющий просматривать фильмы DVD и видео на компьютере. Если в комплект входит плата декодера, она обычно вставляется в разъем PCI, подобно любой другой карте расширения и в дальнейшем берет на себя все операции по декодированию информации, которые при иных условиях дополнительно загружают процессор. Программные декодеры не требуют этой платы — для выполнения своей работы они используют процессор. Программные декодеры обычно требуют процессора с быстродействием от 300 МГц, в противном случае видеоряд будет двигаться рывками и может нарушаться синхронизация со звуком. Несмотря на то что старые устройства DVD по этой причине сопровождалась платами аппаратного декодера, в современных компьютерах быстродействия процессора вполне достаточно, чтобы обеспечить работу программного декодера.

Конфигурация накопителя

Конфигурация оптических приводов такая же, как и у жестких дисков, — все зависит от используемого интерфейса. Устройства с интерфейсом PATA требуют установки переключателей ведущего и ведомого дисков, а также переключки Cable Select (рис. 12.11). Устройства с интерфейсом SATA вообще не имеют переключек. В накопителе с интерфейсом PATA можно установить переключки в следующие положения:

- *ведущий* (master) накопитель на вторичном разъеме АТА;
- *ведомый* (slave) накопитель по отношению к установленному жесткому диску;
- *выбор кабеля* (Cable Select — CS); автоматическое определение конфигурации накопителя.

Если вы устанавливаете накопитель на вторичный интерфейс АТА в качестве единственного устройства, его переключки будут установлены верно по умолчанию. Проверьте это по документации, прилагаемой к накопителю.

При использовании накопителя CD- или DVD-ROM в качестве вторичного устройства проверьте, правильно ли установлены переключки на накопителе и верно ли подключен шлейф кабеля к системной плате. В случае использования 80-жильного кабеля должна быть установлена переключка Cable select, а в случае 40-жильного — переключка Slave (рис. 12.12).

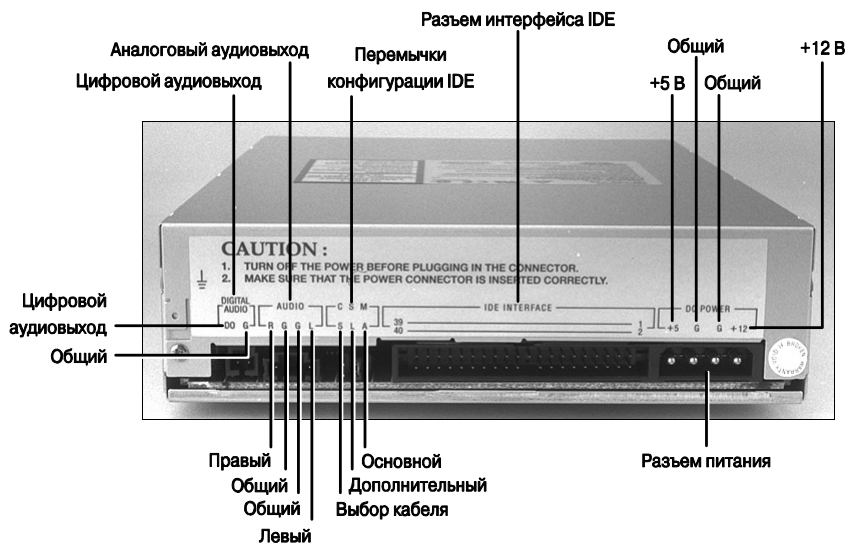


Рис. 12.11. Задняя сторона типичного накопителя CD-ROM с интерфейсом ATA

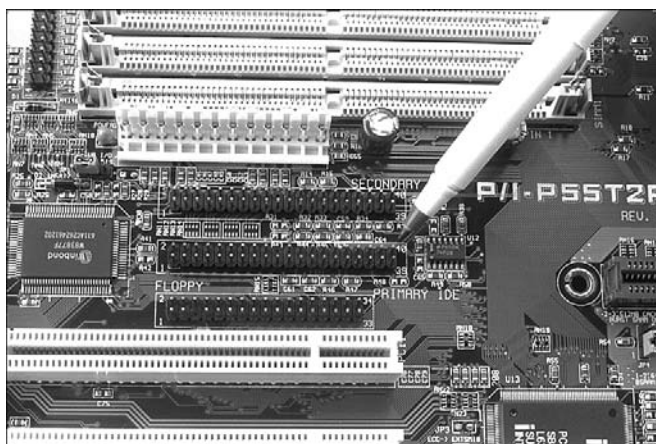


Рис. 12.12. Размещение на системной плате разъемов первичного и вторичного каналов IDE

Внимание

По возможности не подключайте накопитель CD- или DVD-ROM и жесткий диск к одному каналу PATA: это замедлит работу обоих устройств. Если в вашем компьютере есть свободный вторичный канал PATA, подключите к нему накопитель CD- или DVD-ROM, а жесткий диск оставьте на первичном.

Установка встроенного накопителя

Распакуйте комплект встроенного устройства. В него должно входить следующее:

- накопитель;
- кабель для внутреннего подключения накопителя к звуковой плате;
- дискеты (или компакт-диск) с программами-драйверами и руководством;
- направляющие для монтажа накопителя и крепежные винты.

В комплект некоторых устройств входит только само устройство. В этом случае крепежные винты, кабели и направляющие вам придется приобрести самостоятельно.

Установка привода оптических дисков PATA

Ниже приведена поэтапная процедура установки привода оптических дисков с интерфейсов PATA.

1. Проверьте, есть ли в компьютере свободный 40-контактный разъем PATA/IDE. Как правило, на материнской плате находится один или два таких разъема, что позволяет использовать до четырех устройств PATA.

Если на первичном канале PATA уже установлены два устройства, для подключения третьего устройства ко второму каналу может потребоваться дополнительный кабель.

Совет

Из соображений быстродействия подключайте устройства, которые могут использоваться одновременно (к примеру, жесткий диск и привод оптических дисков), к разным разъемам PATA разными кабелями.

2. Дважды проверьте конфигурацию перемычек и тип кабеля. Цветные маркеры вдоль одного края шлейфа соответствуют первому контакту разъема. Многие штекеры шлейфов имеют специальный ключ, не допускающий их неверную вставку в разъем. Если же такого ключа нет, идентификацию можно выполнить путем сверки местонахождения отсутствующего контакта разъема с опломбированным отверстием штекера. Как правило, первый контакт устройства ориентирован на гнездо подключения кабеля электропитания.

Совет

Несмотря на то что существует ряд исключений, большинство оптических приводов PATA поддерживают скорость передачи UltraDMA-2 (33 Мбит/с). Эта скорость также является наивысшей скоростью, поддерживаемой стандартным 40-жильным кабелем. Это значит, что практически со всеми оптическими приводами PATA можно использовать 40-жильные кабели без какой-либо потери производительности. Однако, учитывая, что 80-жильные кабели, необходимые для устройств со скоростью передачи данных выше 33 Мбит/с, способны работать и с устройствами с более низкой скоростью, рекомендуется, когда это возможно, использовать именно этот тип кабелей. Дополнительным преимуществом использования 80-жильного кабеля является то, что на всех устройствах можно установить перемычку Cable Select и не мучить себе голову выбором ведущего и ведомого устройств.

3. Сконфигурируйте перемычки на устройстве. При подключении устройства PATA 80-жильным кабелем нужно установить только перемычку Cable Select. В противном случае одно из устройств на кабеле должно быть ведущим (Master), а другое ведомым (Slave).
4. Вставьте привод в отсек 5,25 дюйма и закрепите его с помощью винтов и направляющих в шасси.

Примечание

Более подробные и наглядные инструкции по установке приводов оптических дисков содержатся в главе 20.

5. Подключите интерфейсный кабель к задней части накопителя. Если используется 80-жильный кабель, синий штекер должен быть вставлен в разъем материнской платы, черный — в гнездо ведущего устройства, а серый (обычно он средний) — в гнездо ведомого.
6. Подключите к накопителю кабель питания; чаще всего он четырехжильный со стандартным разъемом. При необходимости приобретите Y-образный кабель-разветвитель (см. рис. 12.5), чтобы получить возможность подключить два устройства к одному разъему блока питания.

Монтаж приводов оптических дисков SATA

Пошаговая процедура инсталляции приводов оптических дисков с интерфейсом SATA приведена ниже.

1. Проверьте, имеются ли в системе неиспользуемые разъемы SATA. В системных платах обычно присутствует от одного до шести разъемов SATA; в старые материнских платы для подключения таких устройств придется устанавливать отдельную плату контроллера SATA. Инструкции по установке платы контроллера SATA можно найти в ее документации.
2. Аккуратно вставьте накопитель в 5,25-дюймовый отсек, при необходимости используя накладку, и закрутите крепежные винты.
3. Подключите кабель данных SATA к контроллеру SATA. Так как оба штекера однотипные и содержат ключи, ориентация кабеля не имеет значения.
4. Подключите к накопителю соответствующий силовой кабель. Некоторые устройства SATA имеют два силовых разъема: стандартный 4-контактный и специальный 15-контактный; в этом случае подайте питание на любой из них (но не на два одновременно). Если устройство имеет только 15-контактное гнездо подключения питания, а блок питания не предлагает такой штекер, придется дополнительно приобрести специальный адаптер "4 в 15" (если он не входит в комплект устройства).

Внимание

Если устройство имеет 2 гнезда питания (стандартное, 4-контактное, и SATA-типа, 15-контактное), ни в каком случае не подавайте одновременно питание на оба разъема, иначе можете повредить устройство.

Конфигурация системы

С этого момента процедура установки приводов оптических дисков PATA и SATA совпадает.

1. Включите питание компьютера и нажмите соответствующую клавишу для входа в настройки BIOS. Если в BIOS существует автоматическое определение устройств, рекомендуется использовать именно его, поскольку при этом автоматически будут установлены оптимальные настройки. Некоторые системы BIOS предлагают выбор между типами CD/DVD, Optical и ATAPI.
2. Перезагрузите систему. Если компьютер работает под управлением Windows 9.x или более новой версии, операционная система автоматически распознает устройство и установит необходимые драйверы поддержки чтения дисков. Если устройство предназначено и для записи (прожига) дисков, может потребоваться установка дополнительного программного обеспечения, зависящего от типа операционной системы. Если устройство способно читать диски DVD, может понадобиться также установка дополнительного драйвера декодера, позволяющего воспроизводить фильмы и видео в программах, таких как Windows Media Player.

Установка накопителя на гибких дисках

Устанавливать дисковод гораздо проще, чем жесткий диск. В большинстве случаев установка накопителя на гибких дисках сводится к закреплению накопителя в отсеке системного блока и подключению интерфейсного и силового кабелей. При установке могут потребоваться различные скобы, однако в большинстве случаев в этом нет необходимости.

Примечание

Поскольку дисководы помещаются в те же отсеки, что и жесткие диски, при установке выполняется немало общих действий (о чем шла речь выше).

При подключении накопителя убедитесь, что силовой кабель вставлен должным образом. Как правило, на разъеме кабеля есть специальный ключ, поэтому вставить его неправильно не удастся. Если же приложить чрезмерные усилия и все-таки вставить кабель неправильно, можно сжечь накопитель при включении питания компьютера.

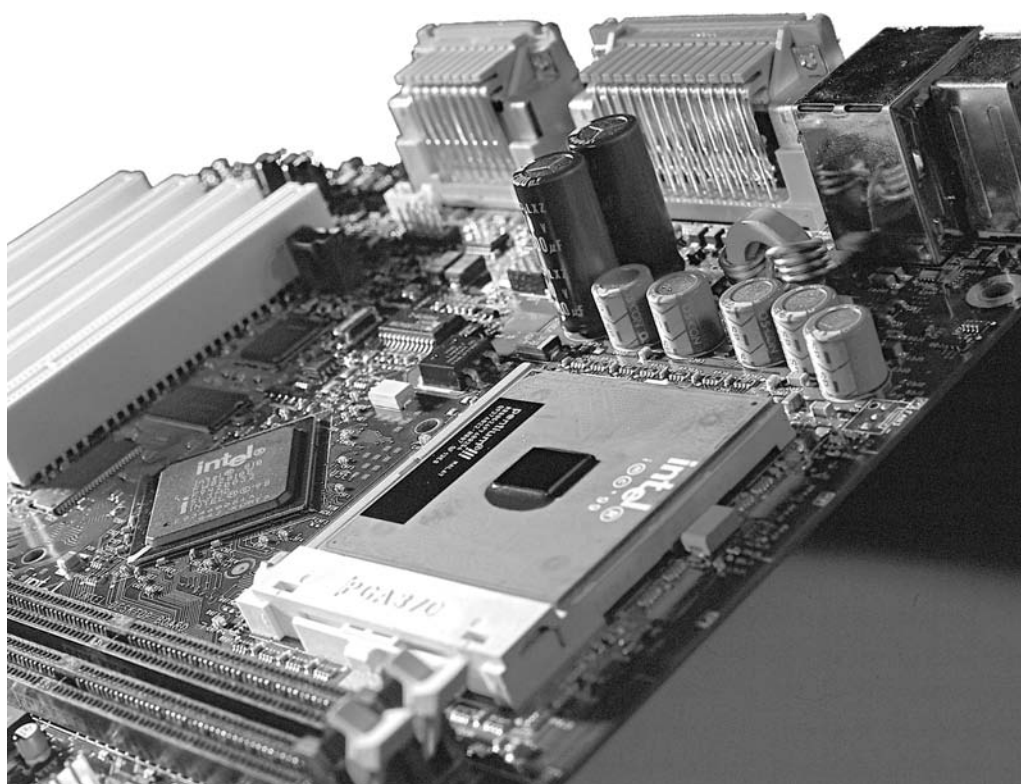
Затем подключите интерфейсный кабель. Для подключения дисководов используется 34-контактный кабель, обычно содержащий переключатель. Под переключателем я подразумеваю “переворачивание” контактов 10–16 при достижении ими разъема для подключения последнего накопителя (А:). Как правило, накопитель А: должен устанавливаться после переключателя; если накопитель подключить до переключателя, скорее всего, он будет распознан системой как накопитель В:. Переключатель приводит к тому, что сигналы выбора устройства и активизации двигателя меняются местами, благодаря чему накопители А: и В: могут сосуществовать безо всяких переключателей. Данную схему можно сравнить с подключением накопителей ATA/IDE в режиме Cable Select. В связи с этим на всех накопителях на гибких дисках переключатель установлена во второе положение Drive Select (DS). Во многих дисководах этот режим установлен по умолчанию и вообще не имеет видимых переключателей.

В более старых моделях накопителей мне приходилось сталкиваться с разными переключателями. Чаще всего использовались переключатели Drive Select и Disk Change (DC). Если вы оказались в подобной ситуации, постарайтесь действовать согласно следующим правилам. Переключатель DS может занимать одно из двух положений: обычно — 0–1, однако иногда возможно и положение 1–2. В любом случае переключатель DS должен занимать второе положение независимо от того, как оно обозначено. Благодаря этому накопитель, подключенный до переключателя, распознается как накопитель В:, а накопитель, подключенный после переключателя, — как накопитель А:. Переключатель DC обычно может находиться в положении “on” (включено) или “off” (выключено). В случае ПК переключатель DC должен всегда находиться в положении “on” (включено). Это позволяет компьютеру обнаруживать смену диска в накопителе. Подробные сведения о накопителях на гибких дисках представлены в главе 10.

Интерфейсный кабель обычно содержит ключ, и это не позволяет подключить его неправильно. Если ключ отсутствует, помните, что цветной провод кабеля соответствует контакту 1. Как правило, контакт 1 расположен ближе к разъему питания. Если после включения светодиод на передней панели накопителя постоянно горит, значит, интерфейсный кабель подключен неверно либо со стороны накопителя, либо со стороны системной платы.

Глава 13

Видеоадаптеры и мониторы



Технологии отображения информации

Монитор является жизненно важным посредником в обмене информацией между человеком и компьютером, таким же, как клавиатура и мышь. Однако на свет он появился позже других устройств. До появления первых мониторов с электронно-лучевыми трубками стандартным интерфейсом служил телетайп — громоздкая и очень шумная машина, печатающая на рулоне бумаги вводимую и выводимую информацию. В первых персональных компьютерах для отображения выводимой информации часто использовались светодиодные экраны.

По сравнению с современными стандартами первые компьютерные мониторы были крайне примитивны; текст отображался только в одном цвете (как правило, в зеленом), однако в те годы это было важнейшим технологическим прорывом, поскольку пользователи получили возможность вводить и выводить данные в режиме реального времени. Затем появились цветные мониторы, увеличился размер экрана и жидкокристаллические панели перекочевали из портативных компьютеров на рабочие столы пользователей. Последние тенденции — крупноформатные плазменные дисплеи и LCD/DLP-проекторы — полностью отражают все возрастающую конвергенцию компьютерных технологий и сферы развлечения.

В наши дни компьютерные мониторы достигли высшей ступени развития, что не избавляет пользователя от необходимости разбираться в аппаратном обеспечении. Медленный видеоадаптер может затормозить работу даже самого быстрого компьютера. А неправильное сочетание монитора и видеоадаптера не только не позволит полноценно выполнять поставленные задачи, но и может привести к ухудшению зрения.

Система отображения компьютера состоит из двух главных компонентов.

- **Монитор (дисплей)** обычно представляет собой жидкокристаллический экран или переднюю панель электронно-лучевой трубки, но может быть и широкоформатным телевизором, плазменной панелью и проектором, использующими технологии LCD и DLP.
- **Видеоадаптер (графический адаптер или видеокарта)** в большинстве систем представляет собой карту расширения, вставляемую в один из разъемов материнской платы. В некоторых системах он интегрирован в саму системную плату или в ее набор микросхем системной логики, однако и такие компьютеры можно дополнить обособленным и более производительным видеоадаптером AGP, PCI или PCI-Express.

В этой главе рассматриваются видеоадаптеры, используемые в PC-совместимых компьютерах, и мониторы, которые могут к ним подключаться.

Примечание

Термин *видео* не обязательно означает именно изображение, движущееся на экране, подобном телевизионному. Все адаптеры, передающие сигналы монитору или другому устройству, называются видеоадаптерами (или графическими адаптерами) независимо от их назначения: они могут использоваться как в приложениях с движущимися изображениями наподобие мультимедийных программ, так и для видеоконференций. Поэтому видеокарты более уместно было бы называть *графическими адаптерами*.

Компьютерный монитор обычно базируется на одной из двух основных технологий: жидкокристаллический дисплей LCD (Liquid Crystal Display) или электронно-лучевая трубка CRT (Cathode-Ray Tube). Проекторы базируются на технологии LCD или DLP (Digital Light Processing — цифровая обработка света). Различные типы мониторов рассматриваются в следующих разделах.

Жидкокристаллические мониторы

Жидкокристаллические (ЖК, LCD) мониторы благодаря своему малому весу, размерам и цветопередаче в настоящее время практически вытеснили с рынка мониторы на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ, CRT). Настольные LCD-мониторы во многом похожи на экраны ноутбуков. По сравнению с классическими ЭЛТ-мониторами у них есть целый ряд преимуществ: плоский экран без бликов и очень низкий уровень энергопотребления (5 Вт по сравнению со

100 Вт, характерными для обычного ЭЛТ-монитора). По цветопередаче жидкокристаллические мониторы уже приблизились (если не превзошли) к ЭЛТ-мониторам (правда, при этом нельзя забывать об ограничениях, связанных с углом обзора).

Как работает жидкокристаллический монитор

В жидкокристаллическом экране поляризационный светофильтр создает две отдельные световые волны и пропускает только ту, плоскость поляризации которой параллельна его оси. Располагая в жидкокристаллическом мониторе второй светофильтр так, чтобы его ось была перпендикулярна оси первого, можно полностью предотвратить прохождение света (экран будет темным). Вращая ось поляризации второго фильтра, т.е. изменяя угол между осями светофильтров, можно изменить количество пропускаемой световой энергии, а значит, и яркость экрана.

В цветном жидкокристаллическом экране есть еще один дополнительный светофильтр, который имеет три ячейки на каждый пиксель изображения — по одной для отображения красной, зеленой и синей точек. Красная, зеленая и синяя ячейки, формирующие пиксель, иногда называются *субпикселями*.

“Зависшие” пиксели

Так называемый *“зависший” пиксель* — это пиксель, красная, зеленая или синяя ячейка которого постоянно включена или выключена. Постоянно включенные ячейки очень хорошо видны на темном заднем фоне как ярко-красные, зеленые или синие точки. Хотя даже пара точек может помешать работе, гарантийные обязательства производителей относительно количества “зависших” пикселей, необходимого для замены монитора, серьезно отличаются. Некоторые производители обращают внимание как на количество таких пикселей, так и на их расположение. К счастью, в ходе постоянного совершенствования технологии производства вероятность появления “зависших” пикселей на настольном жидкокристаллическом экране или дисплее ноутбука снижается.

Хотя не существует универсального способа исправления таких пикселей, можно посоветовать пару нехитрых приемов. Некоторые испорченные пиксели можно исправить, если слегка нажать пальцем на область экрана, где они расположены. Это часто срабатывает, особенно если ячейка постоянно включена, а не погашена. Пусть уж лучше “зависший” пиксель будет темным, чем ярко светящимся, что немало раздражает пользователя. Более точно можно выполнить эту операцию, используя перо планшета. Иногда удается избавиться от “мертвых” пикселей, тщательно протерев область, где они расположены.

Еще один метод предполагает использование специального программного обеспечения, которое очень быстро переключает цвета “зависших” пикселей (а также пикселей, находящихся рядом с ними). Иногда это помогает “оживить” “зависшие” пиксели. Хорошо известны две программы, выполняющие эту операцию: Udpixel (<http://udpix.free.fr>) и Jscreenfix (www.jscreenfix.com).

К сожалению, ни одна из этих операций не дает 100-процентной гарантии — в большинстве случаев пиксели так и остаются “зависшими” независимо от приложенных усилий. Если не помог ни один из предложенных методов, свяжитесь с производителем ЖК-монитора (или ноутбука) и узнайте, выполняет ли он замену оборудования с “зависшими” пикселями. В табл. 13.1 приведены данные о максимально допустимом количестве дефектов на ЖК-панелях, не приводящим к гарантийной замене мониторов крупнейшими производителями. Нужные сведения вы можете найти и в документации к своему монитору.

Жидкокристаллические экраны с активной матрицей

В большинстве жидкокристаллических мониторов используются *тонкопленочные транзисторы* (TFT). В каждом пикселе есть один монохромный или три цветных (RGB) транзистора, упакованных в гибком материале, имеющем точно такие же размер и форму, что и сам дисплей. Таким образом, транзисторы каждого пикселя расположены непосредственно за жидкокристаллическими ячейками, которыми они управляют.

Таблица 13.1. Максимально допустимое количество дефектов на ЖК-панели

Тип монитора	Разрешение	Светящиеся пиксели	Темные пиксели	Общее число “зависших” пикселей
SVGA	800×600	5	5	9
XGA	1024×768	8	8	9
WXGA	1280×800	8	8	9
SXGA	1280×1024	5	7	8
WXGA+	1440×900	11	13	16
SXGA+	1400×1050	11	13	16
WSXGA+	1680×1050	11	13	16
UXGA	1600×1200	11	16	16
QXGA	2048×1536	11	16	16

В настоящее время для производства дисплеев с активной матрицей используется два материала: гидрогенизированный аморфный кремний (a-Si) и низкотемпературный поликристаллический кремний (p-Si). В принципе, основная разница между ними заключается в себестоимости производства. Изначально TFT-мониторы выпускались с помощью процесса a-Si, так как для него требуется более низкий температурный режим (менее 400°C), чем для p-Si. Сейчас низкотемпературный процесс p-Si является полноценной альтернативой a-Si с достаточно приемлемой ценой.

Для увеличения горизонтального угла обзора жидкокристаллических дисплеев некоторые производители модифицировали классическую технологию TFT. Например, технология *плоскостного переключения* (In-Plane Switching – IPS), также известная как STFT, подразумевает параллельное выравнивание жидкокристаллических ячеек относительно стекла экрана, подачу электрического напряжения на плоскостные стороны ячеек и поворот пикселей для четкого и равномерного вывода изображения на всю панель. Суть еще одного новшества компании Hitachi – технологии Super-IPS – заключается в перестраивании жидкокристаллических молекул в соответствии с зигзагообразной схемой, а не по строкам и столбцам, что позволяет уменьшить нежелательное цветовое смещение и улучшить равномерное распределение цветовой гаммы на экране. В аналогичной технологии *мультидоменного вертикального выравнивания* (MVA) компании Fujitsu экран монитора подразделяется на отдельные области, для каждой из которых изменяется угол ориентации.

Как Super-IPS, так и MVA предназначены для улучшения видимого угла обзора традиционного TFT-экрана. В различных компаниях эта технология называется по-разному. Например, в компании Sharp она называется *ультравысокой апертурой* (UHA). Производители часто придумывают собственные специальные термины, пытаясь таким образом выделить свою продукцию на фоне товаров конкурентов. Поскольку в больших жидкокристаллических экранах (17" и больше) угол обзора играет немаловажную роль даже для отдельного пользователя, эти технологии используются в больших и дорогих панелях, а также лицензированы другими производителями жидкокристаллических дисплеев. Следует заметить, что в недорогих ЖК-мониторах используются структура с полной переориентацией (STN) и управление частотой кадров, позволяющее эмулировать 24-разрядный цвет.

Размеры экрана и разрешение жидкокристаллических мониторов

Жидкокристаллические мониторы со стандартным отношением сторон 4:3 выпускаются с размером экрана от 15 до 23 дюймов по диагонали. Мониторы с размером экрана 15–18,1 дюйма обычно имеют более ограниченное разрешение по сравнению с ЭЛТ-мониторами, в то время как мониторы обоих типов с большим размером экрана обладают приблизительно одинаковыми разрешениями. В табл. 13.2 приведены сравнительные характеристики ЖК-мониторов с размером экрана 15–23 дюйма, а также ЭЛТ-мониторов с размером экрана 17–21 дюйм.

Таким образом, если вам необходим жидкокристаллический монитор с разрешением свыше 1280×1024 пикселей, придется приобрести модель с размером экрана 20,1 дюйма, хотя даже обычные 18-дюймовые ЭЛТ-мониторы поддерживают разрешение 1600×1200 пикселей.

Таблица 13.2. Сравнение разрешений ЭЛТ- и жидкокристаллических мониторов

Размер экрана жидкокристаллического монитора, дюймов	Разрешение жидкокристаллического монитора, пикселей	Размер ЭЛТ, дюймов	Видимый размер экрана ЭЛТ-монитора, дюймов	Макс. разрешение экрана ЭЛТ-монитора, пикселей
15	1024×768	17	16	1024×768, 1280×1024, 1600×1200 ¹
17	1280×1024	---	---	---
18,1	1280×1024	19	18	1600×1200, 1920×1440 ¹
19	1280×1024	---	---	---
20,1	1600×1200	21	20	1600×1200, 1920×1440 ¹

1. Доступны только на профессиональных мониторах.

Жидкокристаллические панели доступны и в широкоэкранным исполнении (16:9 и 16:10). Такие мониторы больше подходят для просмотра широкоэкранных фильмов на DVD и для системы Windows Vista, которая использует дополнительное пространство для новой утилиты боковой панели и ее программ. На рис. 13.1 сравниваются обычная (4:3) и широкоэкранный (16:10) 19-дюймовая ЖК-панели.

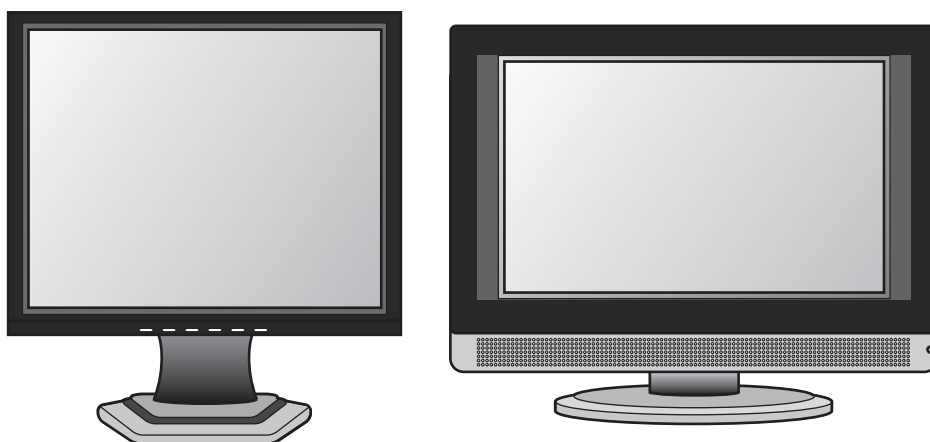


Рис. 13.1. Стандартная (4:3) и широкоэкранный (16:10) ЖК-панели

ЖК-панели обычно дороже аналогичных по размерам ЭЛТ-мониторов, однако этот разрыв цен постоянно уменьшается. Наиболее заметно снизились цены на панели потребительского класса — они практически сравнялись с дорогими ЭЛТ-мониторами. Относительное равенство цен привело к тому, что ЭЛТ-мониторы постепенно вытесняются из широкого спектра областей применения. Они остаются незаменимыми только для некоторых профессиональных сфер деятельности. В то же время цены на ЖК-мониторы с особо большими экранами удерживаются на достаточно высоком уровне.

Примечание

Некоторые специализированные ЖК-панели, например комбинированные с телевизионными приемниками и широкоформатные, значительно дороже своих обычных собратьев. В частности, комбинированные с ТВ панели сегодня достигают размера 46 дюймов (1,16 м) по диагонали.

Однако, как видно из табл. 13.2, очень важно понимать, что при равном заявленном значении размера экрана видимая область экрана у жидкокристаллических мониторов оказывается больше, чем у ЭЛТ-мониторов.

В настоящее время используются цветные аналоговые или цифровые активные матрицы. Монохромные жидкокристаллические дисплеи уже давно не применяются в ПК, хотя оста-

ются популярными в карманных компьютерах серии Palm и иногда используются в промышленных цифровых устройствах. Дисплеи с пассивной матрицей и двойным сканированием были некоторое время назад популярны в дешевых ноутбуках, однако сегодня их полностью вытеснили мониторы с активной матрицей.

Примечание

В большинстве дисплеев с пассивной матрицей используется технология транзисторов с полной переориентацией (Supertwist Nematic Design — STN). Панели с активной матрицей, в свою очередь, основаны на тонкопленочных транзисторах (Thin-Film Transistor — TFT).

Преимущества жидкокристаллических мониторов

Жидкокристаллические панели обладают целым рядом достоинств, которые отличают их от мониторов с электронно-лучевыми трубками. Например, для отображения информации используется вся поверхность экрана монитора; видимая область жидкокристаллического 15-дюймового монитора аналогична видимой области 17-дюймового ЭЛТ-монитора. В ЖК-мониторах применяется непосредственная адресация экрана (каждому пикселю соответствует отдельный транзистор), качество изображения весьма высокое, поскольку они лишены таких проблем традиционных мониторов, как бочкообразное искажение, неправильное сведение лучей, а также ореол вокруг экранных объектов.

Жидкокристаллические мониторы имеют более низкое энергопотребление и, как следствие, выделяют меньше тепла. Поскольку в таких мониторах нет трубки, по умолчанию снимается проблема электромагнитного излучения. Жидкокристаллические мониторы характеризуются сравнимым с ЭЛТ-мониторами значением параметра среднего времени безотказной работы; основная причина отказа жидкокристаллического монитора — лампа подсветки, замена которой может оказаться крайне дорогой. В ЭЛТ-мониторах отказы связаны преимущественно с электронно-лучевой трубкой — самым дорогостоящим компонентом, замена которого в мониторе с размером экрана до 17 дюймов вообще не имеет никакого смысла.

Жидкокристаллические мониторы могут похвастаться меньшей толщиной, что позволяет экономить рабочее пространство. Некоторые модели имеют съемное опорное основание, поэтому их можно устанавливать на стене или любой подставке. Возможность поворота монитора на 90° особенно обрадует дизайнеров. Жидкокристаллические панели весят гораздо меньше, чем ЭЛТ-мониторы тех же размеров. Например, масса типичного 17-дюймового жидкокристаллического дисплея — всего лишь 4,5 кг, в то время как стандартный 19-дюймовый ЭЛТ-монитор имеет массу около 22 кг.

Способы подключения жидкокристаллических мониторов

Хотя жидкокристаллические мониторы по своей природе являются цифровыми, многие компьютеры, особенно малобюджетные системы и системы с интегрированной графической подсистемой, содержат только аналоговые порты для подключения монитора. Поэтому стандартный жидкокристаллический монитор может быть оснащен аналоговым портом VGA, цифровым портом DVI или и тем, и другим. Как правило, бюджетные модели жидкокристаллических мониторов с размером экрана от 15 до 19 дюймов оснащены традиционным аналоговым разъемом VGA, а значит, им приходится снова преобразовывать аналоговые сигналы в цифровые. В то же время более дорогие модели мониторов оснащены аналоговым разъемом VGA и цифровым разъемом DVI, который сейчас имеют практически все видеоадаптеры среднего и высокого ценового диапазона. Замечу, что некоторые производители мониторов с разъемами VGA/DVI поставляют только дешевый кабель VGA, вынуждая пользователей самостоятельно приобретать кабель DVI. Если вы планируете подключать монитор именно к порту DVI, обращайте внимание на такие модели мониторов, у которых кабель DVI входит в комплект поставки. При этом стоимость монитора оказывается все равно ниже суммарной стоимости устройства, в поставке которого кабель DVI отсутствует, и самого кабеля.

Интерфейсы DFP и DVI для подключения цифровых жидкокристаллических мониторов

Как уже отмечалось в этой главе, жидкокристаллические мониторы используют цифровые сигналы. Чтобы избежать преобразования аналоговых сигналов от традиционного видеоадаптера VGA в цифровую форму, были разработаны два стандарта, касающиеся работы цифровых ЖК-мониторов, которые позволяли передавать данные от видеоадаптера к монитору исключительно в цифровом виде.

- **Digital Flat Panel (DFP)**, принятый Ассоциацией по стандартам в области видеоэлектроники (VESA) в феврале 1999 года. Стандарт DFP ранее был известен как PanelLink. В настоящее время он практически вытеснен интерфейсом DVI.
- **Digital Visual Interface (DVI)**, принятый рабочей группой DDWG в апреле 1999 года. Он более популярен среди производителей аппаратного обеспечения и, по сути, является промышленным стандартом. Им оснащены все видеоадаптеры среднего и высокого уровней, включая модели, поддерживающие два монитора. Стандарт DVI-D известен как DVI HDCP. Этот порт используется во многих жидкокристаллических и плазменных телевизорах.

На рис. 13.2 показаны разъемы DFP и DVI, применяемые в некоторых графических платах и цифровых жидкокристаллических мониторах, а также стандартные разъемы VGA, используемые в традиционных видеоадаптерах, мониторах с электронно-лучевой трубкой и аналого-совместимых жидкокристаллических мониторах.

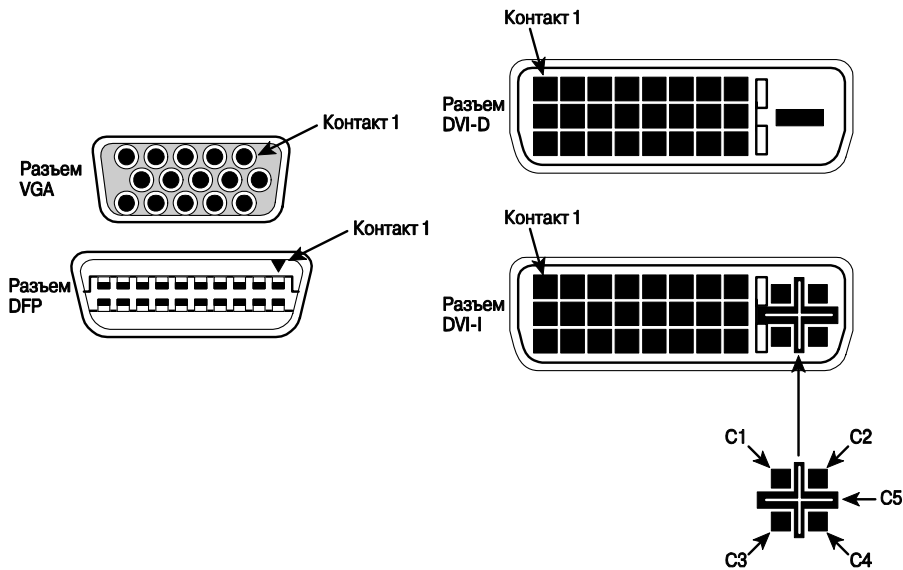


Рис. 13.2. В стандартных платах VGA, ЭЛТ-мониторах и аналого-совместимых жидкокристаллических дисплеях обычно используются разъемы VGA (слева сверху). В ранних версиях цифровых жидкокристаллических мониторов и соответствующих им видеоадаптерах используются разъемы DFP (слева внизу). В более современных цифровых жидкокристаллических панелях используются разъемы DVI-D (справа сверху), в то время как в видеоплатах и аналоговых и цифровых мониторах используются разъемы DVI-I (справа внизу)

Разъем DVI-I (см. рис. 13.2) может быть “преобразован” в порт VGA, к которому можно подключить ЭЛТ-монитор или жидкокристаллический монитор с аналоговым портом, для чего

достаточно воспользоваться переходником, показанным на рис. 13.3. Очень часто современные видеоадаптеры, содержащие только порты DVI, поставляются с подобными переходниками.

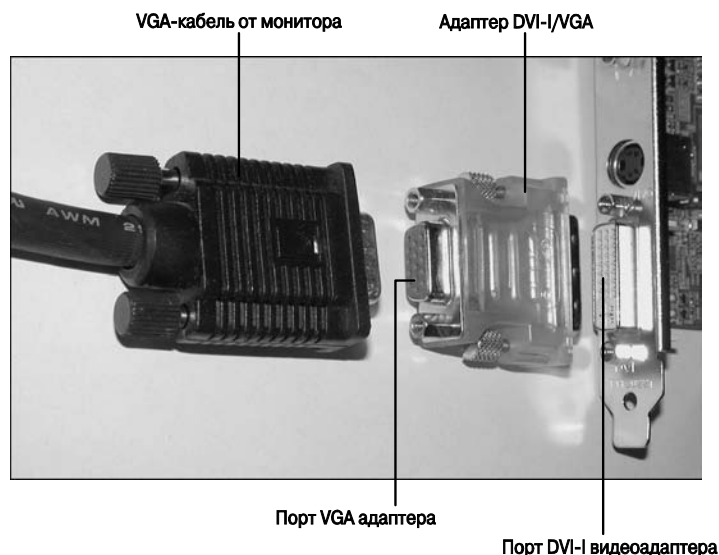


Рис. 13.3. Подключение монитора с аналоговым входом VGA к видеоадаптеру с портом DVI-I с помощью специального переходника

Интерфейс HDMI

Мультимедийный интерфейс высокой четкости (High Definition Multimedia Interface — HDMI) был разработан группой компаний Hitachi, Panasonic, Philips, Silicon Image, Sony, Thompson и Toshiba для объединенного переноса звукового и видеосигналов по одному кабелю между разными аппаратными устройствами, такими как телевизоры, проигрыватели DVD, игровые приставки, цифровые усилители и домашние кинотеатры. Версия 1.0 этого стандарта была представлена в декабре 2002 года, а последняя версия 1.3 — в июне 2006 года.

Текущая версия интерфейса HDMI способна передавать 8-канальный 24-разрядный (192 кГц) цифровой аудиосигнал форматов Dolby Digital, DTS, Dolby TrueHD и DTS-HD Master Audio. HDMI 1.3 обеспечивает пропускную способность видеосигнала в 10,2 Гбит/с (эквивалент 340 МГц), что позволяет поддерживать миллиарды цветов и разрешение, выходящее за пределы WQXGA (2560×1600), а также, среди прочего, синхронизацию HDTV. Высокая пропускная способность в отношении видеосигнала может быть использована в нескольких целях: для повышения четкости изображения, для поддержки более глубоких цветов, а также более высоких разрешений.

Так как для аудио и видеосигналов используется всего один кабель, интерфейс HDMI способен разгрузить кабельную паутину, связывающую различные системы в домашнем кинотеатре. Тем владельцам домашних кинотеатров, которые подписаны на кабельные или спутниковые службы телевидения высокой четкости (HDTV), интерфейс HDMI подойдет лучше всего, поскольку он обеспечивает высокую защищенность цифрового содержимого потока (HDCP), которую используют данные службы для исключения пиратских подключений. Во избежание ухудшения качества защищенного содержимого все устройства, включая проигрыватели DVD, аудиосистемы, ресиверы и мониторы, должны поддерживать HDCP.

В дополнение к передаче высококачественного аудио и видео между устройствами интерфейс HDMI поддерживает дополнительные сигналы. Он использует канал данных монитора (DDC) для идентификации таких возможностей дисплея, как разрешение, глубина цветности

и поддержка звука. Канал DDC гарантирует оптимальное качество воспроизведения на различных типах устройств. Также HDMI поддерживает дополнительную функцию электронного управления (CEC), которая обеспечивает управление с помощью одной кнопки всеми CEC-совместимыми устройствами (например, запуск с помощью одной кнопки воспроизведения или записи).

В табл. 13.3 сравниваются основные функции в различных версиях HDMI.

Таблица 13.3. Версии HDMI

Версия	Дата появления	Макс. пропускная способность, Гбит/с	Поддержка видео	Поддержка аудио	Примечания
1.0	Декабрь 2002 г.	4,9	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет	8-канальный 24-разрядный (192 кГц)	
1.1	Май 2004 г.	4,9	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD	
1.2	Август 2005 г.	4,9	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD, Super Audio CD	Новый разъем типа А для ПК; "родные" разводки цвета RGB и YCbCr CE
1.2a	Декабрь 2005 г.	4,9	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD, Super Audio CD	Добавлена спецификация для функций CEC
1.3	Июнь 2006 г.	10,2	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет, дополнительная поддержка для 30-, 36- и 48-разрядного цвета	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD, Super Audio CD, поддержка Dolby TrueHD и DT-HD Master Audio, синхронизация auto-lip	Новый компактный разъем для видеокамер и прочих малых устройств
1.3a	Ноябрь 2006 г.	10,2	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет, дополнительная поддержка для 30-, 36- и 48-разрядного цвета	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD, Super Audio CD, поддержка Dolby TrueHD и DT-HD Master Audio	Различные изменения в CEC и других спецификациях, новый тест совместимости
1.3b	Март 2007 г.	10,2	1080 точек 60 Гц, UXGA, 24-разрядный цвет, дополнительная поддержка для 30-, 36- и 48-разрядного цвета	8-канальный 24-разрядный (192 кГц), звук DVD, Super Audio CD, поддержка Dolby TrueHD и DT-HD Master Audio	Измененный тест совместимости

Интерфейс HDMI обратно совместим с DVI-I и DVI-D, которые в настоящее время имеют все видеокарты среднего и высокого классов, что позволяет ПК выступать в роли источника HDTV. Это особенно ценно для пользователей программы Media Center, входящей в поставку отдельных редакций Windows XP и Vista, а также других мультимедийных программ. Однако, если видеокарта не поддерживает HDCP, вы не сможете воспроизводить поток телевидения высокой четкости (HDTV) на компьютере (а если и сможете, то разрешение сильно понизится). Несмотря на то что в характеристиках некоторых видеоадаптеров, выпущенных с начала 2006 года, заявлена поддержка HDCP, изменения в данном стандарте могут не позволить этим адаптерам работать корректно. Чтобы проверить совместимость своей видеокарты или набора микросхем с текущим стандартом HDCP, лучше связаться с производителем.

Текущая версия кабелей HDMI имеет два типа: А и С. Кабель типа А имеет 19-контактный разъем. Разъем типа С представляет собой уменьшенную версию разъема типа А и предназначен для использования с видеокамерами и прочими портативными устройствами. В стандарте HDMI версии 1.0 был определен и 29-контактный разъем типа В, однако он так и не нашел свой путь в производство.

На рис. 13.4 показан типичный кабель HDMI типа А и местоположение в его разъеме первого контакта. Раскладка контактов этого разъема представлена в табл. 13.4.

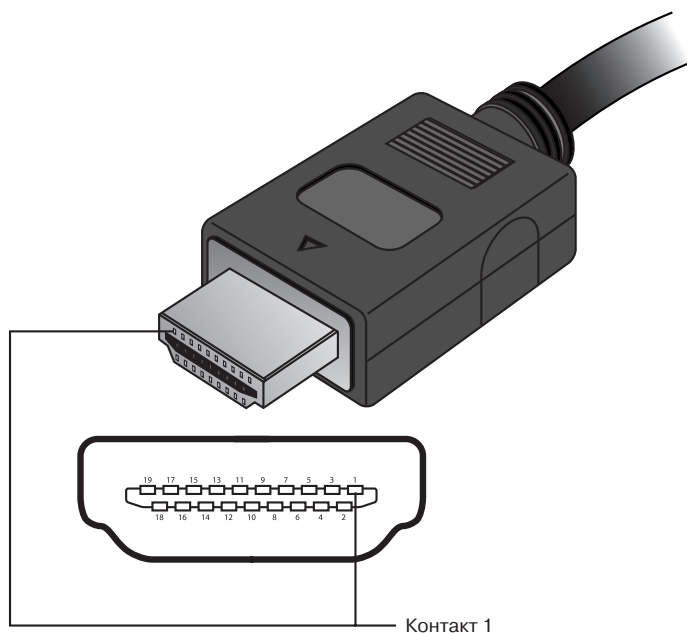


Рис. 13.4. Штекер кабеля HDMI типа А использует двухрядный 19-контактный интерфейс

Таблица 13.4. Раскладка контактов в разъеме HDMI типов А и С

Номер контакта	Описание	Номер контакта	Описание
1	TMDS Данные 2+	11	TMDS-часы, общий
2	TMDS Данные 2 общий	12	-TMDS- синхронизация
3	TMDS Данные 2-	13	CEC
4	TMDS Данные 1+	14	Зарезервирован
5	TMDS Данные 1 Общий	15	SCL
6	TMDS Данные 1-	16	SDA
7	TMDS Данные 0+	17	Общий DDC/CEC
8	TMDS Данные 0 Общий	18	+5 В
9	TMDS Данные 0-	19	Определение "горячего" подключения
10	TDMS синхронизация+	--	--

На рис. 13.5 показан типичный кабель адаптера HDMI-DVI.

Примечание

Переходник, показанный на рис. 13.5, не предназначен для работы с графическими адаптерами и драйверами, которые не поддерживают временной режим и разрешение HDTV. Перед использованием этого кабеля, возможно, понадобится выполнить обновление драйвера адаптера. Несмотря на то что многие автономные устройства также оснащены портами DVI, данный переходник предназначен для подключения к устройству HDVI только компьютера.

С 2006 года некоторые производители начали выпуск адаптеров PCI-Express, содержащих порты HDMI. Одни из них были предназначены для двустороннего взаимодействия с видеокамерами HDV, в то время как другие, используя наборы микросхем ATI и NVIDIA, обеспечивали только выход HDMI.

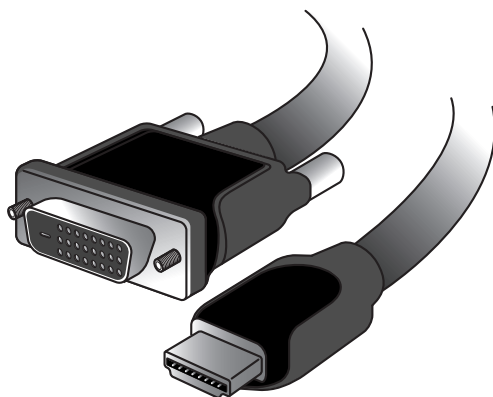


Рис. 13.5. Кабель адаптера HDMI-DVI

Более подробно об интерфейсе HDMI можно узнать на сайте HDMI Founders по адресу www.hdmi.org.

Широкоформатные жидкокристаллические мониторы

Хотя большинство моделей жидкокристаллических мониторов характеризуются отношением сторон 4:3 (оно также задается в виде 1,33:1), принятым для ЭЛТ-мониторов, все больше новых моделей оказываются широкоформатными — характеризуются отношением сторон 6:10, т.е. почти как у широкоформатных телевизоров (6:9). Подобные мониторы имеют целый ряд преимуществ.

- Возможность просмотра широкоформатных телевизионных программ и DVD-фильмов на весь экран, а не в “усеченном” режиме, как при использовании традиционных экранов 4:3.
- Практически все модели допускают подключение к компьютеру через порт DVI, что обеспечивает более высокое качество изображения. Некоторые модели также оснащены компонентным входом и входом S-video, что позволяет подключать их к высококлассным моделям проигрывателей DVD и видеомагнитофонам. Естественно, эти мониторы имеют стандартный разъем VGA для подключения к бюджетным ПК.
- Некоторые модели поддерживают книжную ориентацию экрана, что удобно при редактировании документов.
- Можно увидеть больше документов на экране одновременно или просто увеличить масштаб.
- Доступно больше места для плавающих панелей и меню, широко используемых в программах редактирования фотографий и видео.

Однако вначале необходимо удостовериться в том, что жидкокристаллическая панель обеспечивает достаточно высокое разрешение для комфортной работы на компьютере. Многие широкоформатные жидкокристаллические панели с размером экрана от 20 дюймов, в первую очередь, предназначены для использования в качестве телевизора, поэтому некоторые из них поддерживают только низкое разрешение 640×480. В свою очередь, широкоформатный жидкокристаллический монитор должен поддерживать разрешение по вертикали, сравнимое с характеристиками монитора с традиционным отношением сторон 4:3, и в то же время обладать более высоким разрешением по горизонтали в силу пропорций экрана. Например, типичный 21-дюймовый широкоформатный монитор характеризуется разрешением 1680 пикселей по горизонтали и 1050 пикселей по вертикали. Это сравнимо со стандартным разрешением 1280×1024 пикселя 19-дюймового монитора с отношением сторон 4:3. В табл. 13.5

приведены типичные разрешения широкоформатных жидкокристаллических мониторов и телевизоров, поддерживающих подключение к ПК, с размером экрана от 17 до 32 дюймов.

Таблица. 13.5. Разрешения широкоформатных жидкокристаллических мониторов и телевизоров

Размер экрана, дюймов	Основное назначение	Разрешение	Пример
17	ТВ/монитор	1280×768	Planar XP17W
19	ТВ/монитор	1280×768	Samsung SM940MW
20	ТВ/монитор	1366×768	ViewSonic N2060W
20	Монитор	1680×1050	Apple M9177LL/A
21	Монитор	1680×1050	Samsung SyncMaster 215TW
23	ТВ/монитор	1366×768	Philips 23PF5320
23	Монитор	1920×1200	HP L2335
26	ТВ/монитор	1366×768	Sharp LD=26SH1U
27	ТВ/монитор	1280×720	Westinghouse LTV-27w6
32	ТВ/монитор	1366×768	VIA KDL32S3000

Как видно из табл. 13.5, широкоформатные жидкокристаллические мониторы, предназначенные преимущественно для использования в качестве телевизора, обеспечивают только низкое разрешение.

Разрешения, поддерживаемые панелями с функциями монитора/телевизора, достаточны для просмотра телевизионных программ, DVD, а также запуска консольных видеоигр, однако их совершенно недостаточно для серьезной работы. Я рекомендую использовать широкоформатный монитор, если вам необходимо устройство, которое, прежде всего, выступало бы в качестве монитора и лишь затем — в качестве телевизора. Если же вы приобрели панель, чтобы использовать ее преимущественно как телевизор, пусть она выполняет функции дополнительного, а не основного монитора.

Примечание

Жидкокристаллические телевизоры (LCD TV) оснащены встроенными TV-тюнерами, а некоторые даже HDTV-тюнерами. Чтобы смотреть телевизионные передачи на экране обычного жидкокристаллического монитора, потребуется внешний тюнер, например в виде платы расширения или обособленного устройства.

Потенциальные недостатки жидкокристаллических мониторов

Многие пользователи заменяют свои старые жидкокристаллические и ЭЛТ-мониторы ЖК-панелями или оснащают компьютеры мониторами обоих типов. Несмотря на то что жидкокристаллические мониторы занимают все большую часть рынка, нельзя не обратить внимание на ряд их потенциальных недостатков.

- Если приходится часто переключать экранное разрешение (например, разработчикам веб-приложений это нужно для проверки конечного продукта), смена разрешения жидкокристаллического монитора осуществляется двумя способами. Некоторые старые мониторы уменьшают экранное изображение для использования только пикселей нового разрешения, в результате чего для вывода изображения размером 640×480 задействуется определенная область экрана монитора с разрешением 1024×768. В то же время новые жидкокристаллические мониторы имеют возможность растягивать изображение на весь экран. Несмотря на то что масштабирование стало привычным в современных мониторах, одни из них при этом обеспечивают более высокую четкость изображения, чем другие. Однако, как правило, ЭЛТ-мониторы предлагают более широкий выбор разрешений, чем жидкокристаллические.
- Выбор аналогового жидкокристаллического монитора позволяет не только немного сэкономить, но и использовать имеющийся видеоадаптер. Однако это может сказаться на качестве выводимого на экран текста или изображения, что связано с преобразованием цифрового сигнала компьютера в аналоговый (в видеоадаптере) и обратно в цифровой (в

жидкокристаллическом мониторе). Такое преобразование зачастую приводит к флуктуации (или плаванию пикселей), вызванной беспорядочным включением и выключением смежных ячеек жидкокристаллической панели, происходящим из-за того, что невозможно определить порядок их инициализации. Большинство мониторов поставляются со специальным программным обеспечением, которое позволяет улучшить качество выводимого изображения, но не устраняет эту проблему в полной мере.

- Цифровые жидкокристаллические панели, подключенные к совместимым видеоадаптерам, позволяют избежать проблем, связанных с преобразованием сигнала. Однако пока многие малобюджетные видеоадаптеры не поддерживают цифровых сигналов, а интегрированные адаптеры вообще не поддерживают DVI.

Примечание

Большинство производителей видеоадаптеров и наборов микросхем, к которым относятся компании NVIDIA, Matrox и ATI, внедрили поддержку цифровых и аналоговых панелей в новые видеоплаты и наборы микросхем, однако часто не оснащают платы выходами DVI или не предоставляют адаптеры DVI/VGA.

- Высококачественные цифровые или аналоговые жидкокристаллические панели великолепно подходят для отображения текста и графики. Тем не менее, в отличие от ЭЛТ-мониторов они не так хорошо справляются с отображением очень светлых или темных участков изображения.
- Многие жидкокристаллические панели не способны так быстро реагировать на изменение изображения, как ЭЛТ-мониторы (т.е. обладают большим *временем отклика*). Это приводит к тому, что при полноэкранном воспроизведении видео, трехмерных игр, анимации, а также быстром просмотре текста изображение смазывается. Чтобы избежать подобных проблем, обратите внимание на модели мониторов со временем отклика “серый к серому” 5 мс и меньше. (Некоторые дорогие модели имеют время отклика 2 мс и даже меньше.) Следует отметить, что разные производители используют разные механизмы измерения, вплоть до “черный к белому”. В общем случае для одного и того же устройства показатель “серый к серому” всегда меньше, чем “черный к белому”.

Критерии выбора жидкокристаллического дисплея

Благодаря снижению стоимости, увеличению быстродействия мониторов и появлению портов DVI на видеоадаптерах уже смело можно рекомендовать приобретение жидкокристаллического монитора для настольного ПК.

При покупке монитора следует руководствоваться перечисленными ниже критериями.

- Проверьте качество изображения при “родном” и других разрешениях жидкокристаллической панели, которые планируете использовать. Это особенно важно для веб-дизайна, игр и редактирования видео.
- Удостоверьтесь в том, что имеющийся видеоадаптер поддерживает все необходимые функции и оснащен нужными портами подключения. Если существующая система не оборудована портом DVI, стоит серьезно задуматься о модернизации видеоадаптера. Для большей гибкости при невозможности немедленно обновить видеоадаптер приобретайте панель, содержащую как аналоговый, так и цифровой входы.
- Для использования монитора с разными компьютерами необходимы и аналоговый, и цифровой интерфейсы. Поскольку жидкокристаллические дисплеи гораздо легче и компактнее классических ЭЛТ-мониторов, они прекрасно подходят для подключения как к ноутбуку, так и к настольному компьютеру. Иногда весьма полезной будет возможность подключения двух компьютеров к одному экрану, для чего нужен монитор, поддерживающий функцию обработки множественных входящих сигналов.

Проверьте, есть ли у системной платы соответствующий слот для рекомендованного типа видеоадаптера. Во многих малобюджетных системах есть встроенный видеоадаптер AGP или

PCI-Express, однако отдельного разъема AGP или PCI-Express нет, поэтому для модернизации такой системы придется воспользоваться устаревшим видеоадаптером с разъемом PCI. Поскольку популярность жидкокристаллических дисплеев неуклонно возрастает, все больше системных плат предоставляют для них встроенную поддержку; однако до полноценного взаимодействия пока еще далеко.

Примечание

Хотя современные наборы микросхем с интегрированным графическим ядром обычно поддерживают порт DVI, многие системные платы на их базе порт DVI не содержат. Вместо этого для обеспечения поддержки DVI используются платы расширения, которые устанавливаются в разъем AGP или PCI-Express (при его наличии). Кроме того, встроенное графическое ядро можно отключить и заменить дискретным адаптером с портами VGA и DVI.

- Работая с полноэкранным видео, анимационными презентациями или играми, оцените производительность как монитора, так и видеоадаптера. Для достижения наилучших результатов выбирайте монитор со скоростью отклика 5 мс и меньше.
- Хотя аналоговые и цифровые жидкокристаллические мониторы с активной матрицей позволяют смотреть на экран под гораздо большим углом, чем мониторы с пассивной матрицей или матрицей двойного сканирования, использовавшиеся в старых ноутбуках, угол их обзора все равно меньше по сравнению с обычными ЭЛТ-мониторами. На это стоит обратить особое внимание при планировании использования жидкокристаллического монитора для мультимедийных презентаций. Для улучшения горизонтальной рабочей площади экрана некоторые разработчики внедрили в свои продукты запатентованные улучшения базовой технологии TFT, например IPS компании Hitachi, MVA от Fujitsu и FFD от Mitsubishi, которые были лицензированы другими производителями. Благодаря подобным улучшениям, а также повышенной контрастности в некоторых последних конструкциях угол обзора был увеличен до 170° и выше.
- От коэффициента контрастности экрана (соотношения между уровнем белого и черного цвета) зависят четкость отображения текста и естественность, насыщенность цвета. Обычный ЭЛТ-монитор имеет коэффициент контрастности 245:1. Некоторые современные панели обладают большим коэффициентом — вплоть до 700:1. Высокий уровень контрастности позволяет увеличить угол обзора и повысить качество воспроизведения видео и телепрограмм.
- Такие дополнения, как встроенные динамики и концентратор USB, естественно, являются дополнительным плюсом, однако решающим фактором в принятии решения все-таки должно быть качество изображения. Поскольку в аналитических обзорах ЖК-панелей часто пренебрегаются такие характеристики, как вертикальный и горизонтальный углы обзора, а также уровень контрастности, проверяйте мониторы в магазине самостоятельно, одновременно обращая внимание на технические характеристики в документации. Обязательно посмотрите на экран под разными углами. Если ЖК-панель добавляется в систему в качестве второго монитора, оцените качество изображения, видимого под углом.
- Обратите внимание на мониторы с поворотным экраном, которые позволяют изменять положение экрана так, чтобы он соответствовал вертикальному размещению листа A4 для работы с текстом или редактирования объектов, размещенных на листе. Эта возможность свойственна многим жидкокристаллическим дисплеям, особенно с размером экрана 17 дюймов или больше, однако производительность экрана в вертикальной позиции обычно меньше, чем в нормальном режиме, что особенно сказывается при выводе на экран быстро перемещающихся объектов. При намерении использовать подобный режим проверьте его возможности перед покупкой монитора.

Как работает электронно-лучевой монитор

Информация на мониторе может отображаться несколькими способами. Самый распространенный — изображение на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), такой же, как в телевизоре. ЭЛТ представляет собой электронный вакуумный прибор в стеклянной колбе, в горловине которого находится электронная пушка, а на дне — экран, покрытый люминофором.

Нагреваясь, электронная пушка испускает поток электронов, которые с большой скоростью устремляются к экрану. Поток электронов (электронный луч) проходит через фокусирующую и отклоняющую катушки, которые направляют его в определенную точку покрытого люминофором экрана. Под воздействием ударов электронов люминофор излучает свет, который видит пользователь, сидящий перед экраном компьютера. В электронно-лучевых мониторах используются три слоя люминофора: красный, зеленый и синий. Для выравнивания потоков электронов применяется так называемая *теневая маска* — металлическая пластина, имеющая щели или отверстия, которые разделяют красный, зеленый и синий люминофор на группы по три точки каждого цвета. Качество изображения определяется типом используемой теневой маски; на резкость изображения влияет расстояние между группами люминофора (шаг расположения точек).

На рис. 13.6 показан типичный электронно-лучевой монитор в разрезе.

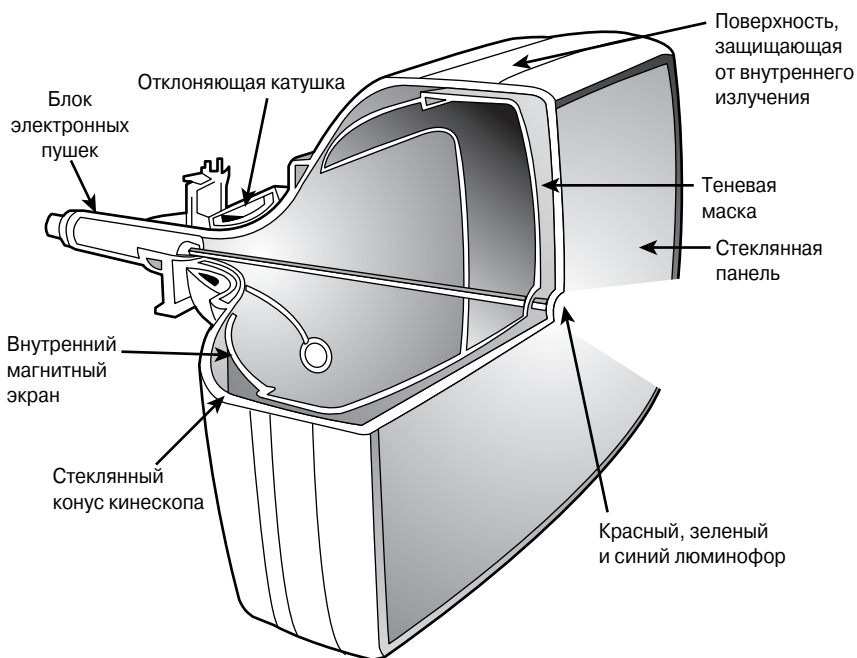


Рис. 13.6. Обычный электронно-лучевой монитор представляет собой большую вакуумную колбу, которая содержит три электронные пушки (красную, зеленую и синюю), проецирующие изображение на экран монитора. Высокое напряжение генерирует магнитное поле, управляющее электронным лучом, создающим изображение на экране монитора

Химическое вещество, используемое в качестве люминофора, характеризуется *временем послесвечения*, которое отражает длительность свечения люминофора после воздействия электронного пучка. Время послесвечения и частота обновления изображения должны соответствовать друг другу, чтобы не было заметно мерцания изображения (если время послесвечения очень мало) и отсутствовали размытость и удвоение контуров в результате наложения последовательных кадров (если время послесвечения слишком велико).

Электронный луч движется очень быстро, прочерчивая экран строками слева направо и сверху вниз по траектории, именуемой *растром*. Период сканирования по горизонтали определяется скоростью перемещения луча поперек экрана.

В процессе *развертки* (перемещения по экрану) луч воздействует на те элементарные участки люминофорного покрытия экрана, где должно появиться изображение. Интенсивность луча постоянно меняется, в результате чего изменяется яркость свечения соответствующих участков экрана. Поскольку свечение исчезает очень быстро, электронный луч должен вновь и вновь пролетать по экрану, возобновляя его. Этот процесс называется *регенерацией* изображения.

В большинстве мониторов *частота регенерации*, которую также называют частотой вертикальной развертки, во многих режимах приблизительно равна 85 Гц, т.е. изображение на экране обновляется 85 раз в секунду. Снижение частоты регенерации приводит к мерцанию изображения, что очень утомляет глаза. Следовательно, чем выше частота регенерации, тем комфортнее себя чувствует пользователь. В некоторых дешевых мониторах частота регенерации без мерцания (72 Гц и выше) возможна только при разрешениях 600×480 и 800×600; следует подбирать монитор, поддерживающий достаточную частоту регенерации при разрешении 1024×768 и выше.

Совет

Я использую частоту обновления 72 Гц (минимальная частота обновления экрана, при которой нет мерцания) для определения максимального “рабочего” разрешения ЭЛТ-монитора. Поскольку при меньшей частоте обновления изображение мерцает, я никогда не использую подобные режимы. Например, 17-дюймовый монитор обеспечивает разрешение 1280×1024 пикселей при 66 Гц и 1024×768 пикселей при 87 Гц. С моей точки зрения, данный монитор можно использовать только при разрешении 1024×768 пикселей.

Очень важно, чтобы частота регенерации, которую может обеспечить монитор, соответствовала частоте, на которую настроен видеоадаптер. Если такого соответствия нет, изображение на экране вообще не появится, а монитор может выйти из строя. В целом видеоадаптеры обеспечивают намного большую частоту регенерации, чем поддерживается большинством мониторов. Именно поэтому изначальная частота регенерации, определенная для большинства видеоадаптеров с целью предотвращения повреждения монитора, составляет 60 Гц. Частоту можно изменить с помощью диалогового окна **Свойства: Экран** системы Windows.

Многочастотные мониторы

В одних старых мониторах установлена фиксированная частота развертки, в других поддерживаются разные частоты в некотором диапазоне (такие мониторы называются *многочастотными*). Практически все современные мониторы многочастотные, т.е. могут работать с разными стандартами видеосигнала, которые получили довольно широкое распространение. Для обозначения мониторов такого типа производители используют различные термины: синхронизируемые (multisync), многочастотные (multifrequency), многорежимные (multiscan), автосинхронизирующиеся (autosynchronous) и с автонастройкой (autotracking).

Примечание

Хотя мониторы поддерживают различные видеосигналы, для достижения наиболее четкого и яркого изображения необходимо поработать с параметрами монитора в диалоговом окне настроек экрана.

Тип экрана монитора

Экраны мониторов могут быть двух типов: выпуклые и плоские. Раньше большинство экранов были выпуклыми, т.е. экран изгибался к краям корпуса. Этот принцип применялся в производстве львиной доли ЭЛТ-мониторов и телевизоров. Несмотря на низкую стоимость подобного экрана выпуклая поверхность приводила к искажению изображения и появлению бликов, особенно если монитор располагался в ярко освещенной комнате. Чтобы уменьшить уровень отблеска света типичного выпуклого экрана, в некоторых мониторах используется специальное антибликовое покрытие.

Обычно экран искривлен как по вертикали, так и по горизонтали. В некоторых моделях (Sony FD Trinitron и Mitsubishi DiamondTron NF) используется конструкция Trinitron, в которой поверхность экрана имеет небольшую кривизну только по вертикали. Подобная трубка называется плоской (Flat Square Tube – FST).

В настоящее время практически все мониторы оснащены экранами, плоскими в горизонтальном и вертикальном сечении. Плоский экран отбрасывает гораздо меньше бликов и обеспечивает высококачественное насыщенное изображение с минимальными искажениями.

На рис. 13.7 показаны типичные электронно-лучевые мониторы выпуклого и плоского типов.

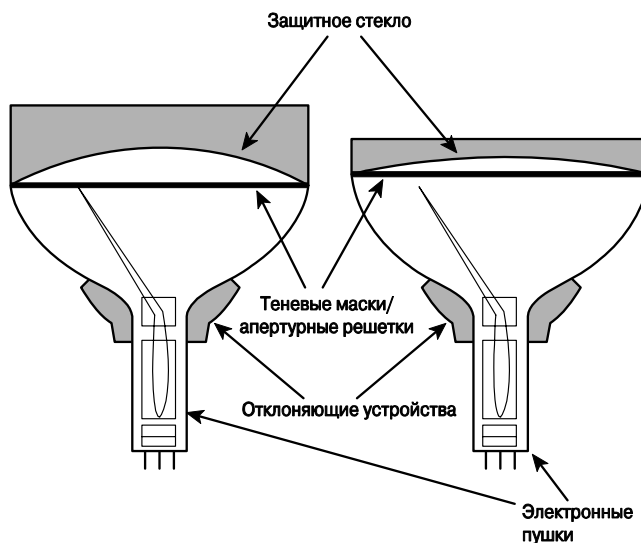


Рис. 13.7. Выпуклый электронно-лучевой монитор (слева) и плоский монитор Sony Trinitron FD (справа)

Интерфейсы для подключения ЭЛТ-мониторов

Большинство ЭЛТ-мониторов предназначены для подключения к традиционному 15-контактному порту VGA, хотя некоторые профессиональные модели также поддерживают подключение BNC. Некоторые модели в прошлом были оснащены портом DVI, однако подобные решения так и не получили широкого распространения на рынке.

Сравнение жидкокристаллических и ЭЛТ-мониторов

До недавнего времени ЭЛТ-мониторы являлись самым популярным типом мониторов для ПК. Однако в последние несколько лет продается больше жидкокристаллических мониторов. В то же время нельзя не отметить ряд преимуществ ЭЛТ-мониторов.

- **Максимально широкие углы обзора без искажения цветов.** Для демонстрации небольшой группе людей используйте монитор, а не проектор, – и он обеспечит точную цветопередачу и отобразит все детали изображения даже при просмотре под большим углом. Хотя современные жидкокристаллические мониторы обеспечивают достаточно большие углы обзора (до 170° по горизонтали и до 120° по вертикали), все равно ЭЛТ-мониторы пока еще лучше подходят для проведения презентаций.
- **Низкая начальная стоимость.** Хотя стоимость жидкокристаллических мониторов сильно снизилась, ЭЛТ-монитор все равно можно приобрести существенно дешевле, особенно на вторичном рынке. Бывшие в употреблении ЭЛТ-мониторы можно найти за смешные деньги, а иногда их вообще отдают бесплатно.

- **Широкие возможности выбора разрешения.** Хотя современные модели жидкокристаллических мониторов обеспечивают высокое качество даже при использовании “неродных” разрешений, высококачественные ЭЛТ-мониторы оказываются предпочтительнее, если необходимо обеспечить поддержку широкого спектра разрешений. Не забывайте, что после смены разрешения экрана потребуются корректировать параметры геометрии, а также задавать частоту обновления, обращаясь к экранному меню OSD монитора и драйверу видеоадаптера. Это необходимо делать только при первом выборе определенной комбинации из разрешения и частоты обновления. Как только вы зададите необходимые настройки, они будут сохранены в памяти монитора.
- **Время отклика.** Даже самые дешевые модели ЭЛТ-мониторов обеспечивают полное отсутствие на экране эффекта размывания при отображении динамичных сцен, что очень важно при запуске компьютерных игр и просмотре фильмов. При этом следует задавать значение частоты обновления экрана, рекомендованное для определенного разрешения (72–85 Гц). Однако при использовании жидкокристаллического монитора его время реакции не должно превышать 5 мс. Многие дешевые ЖК-панели обладают гораздо большим временем реакции.

Внимание

Низкая начальная стоимость большого ЭЛТ-монитора может в конечном итоге вырасти, так как придется оплачивать его доставку, в том числе в случае его приобретения в Интернет-магазине. Перевозка ЭЛТ-мониторов из-за их больших размеров и веса — достаточно дорогостоящая операция, поэтому постарайтесь найти необходимую модель где-нибудь поблизости.

Плазменные дисплеи

Плазменные технологии, используемые при производстве широкоэкранных дисплеев, имеют довольно долгую историю. В конце 1980-х годов IBM разработала монохромный плазменный экран, способный отображать оранжевый текст или графику на черном фоне. Компания Toshiba использовала данный экран в портативных компьютерах моделей T3100 и T3200, оснащенных 6300-совместимым адаптером CGA/AT&T с двойным сканированием, поддерживающим разрешение 640×400 пикселей.

В отличие от первых разработок IBM современные плазменные дисплеи — это устройства RGB, поддерживающие глубину цвета 24 или 32 бит, а также телевизионные сигналы TV или DVD. При формировании изображения на экране плазменных дисплеев используется электрически заряженный газ (плазма) для освещения триад, состоящих из красных, зеленых и синих частиц люминофора (рис. 13.8).

С помощью специальных электродов формируется сетка, которая обеспечивает индивидуальную адресацию каждого субпикселя. Благодаря изменению заряда между экраном и электродами появляется возможность управлять процессом формирования изображения.

Плазменные дисплеи выпускаются размером от 42 до 50 дюймов и даже больше. Прежде всего, они предназначены для использования с такими источниками сигнала, как DVD, TV и HDTV, поэтому обычно поддерживают разрешение 852×480 или 1366×768 пикселей (Wide XGA). Обратите внимание, что некоторые плазменные дисплеи также поддерживают VGA-сигнал с разрешением 1024×768 или 1280×1024 пикселей (4:3). В связи с ограниченным разрешением экрана подобные дисплеи больше подходят для развлечений, чем для работы, хотя некоторые оснащены портами DVI-D и VGA для использования с компьютерами.

Критерии выбора монитора

Практически в каждом компьютерном магазине вам предложат несколько десятков моделей мониторов — от самого дешевого компьютерного до широкоэкранного мультисистемного. Поскольку цена монитора составляет ощутимую часть стоимости всей компьютерной системы, нужно знать, какими критериями пользоваться при его выборе.

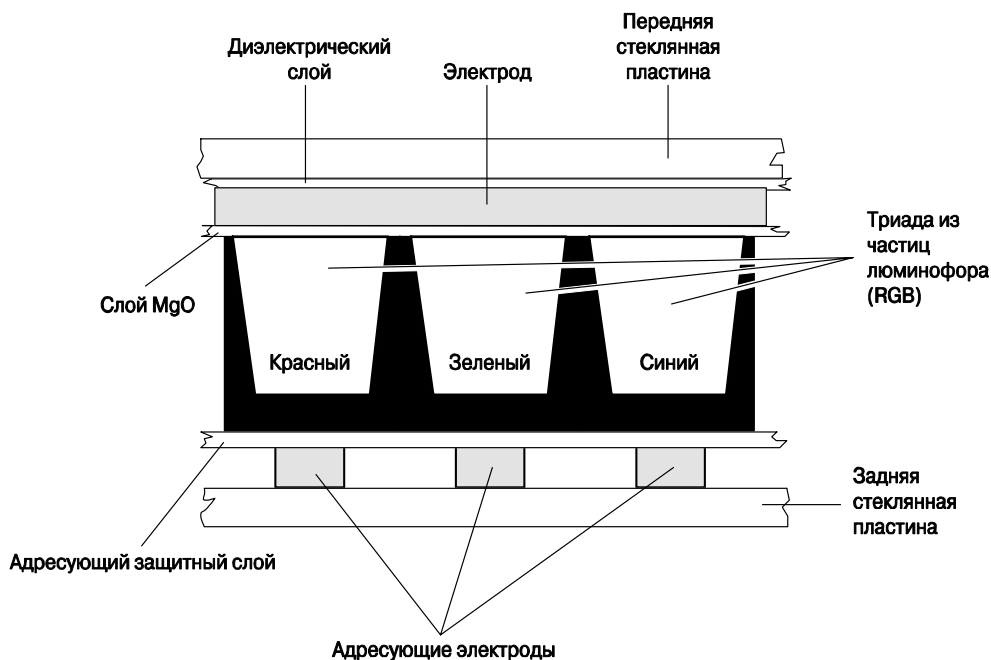


Рис. 13.8. Поперечное сечение плазменного дисплея

При выборе монитора необходимо учитывать следующие основные факторы:

- видимый размер экрана;
- разрешающая способность;
- зернистость (ЭЛТ-мониторы);
- яркость и контрастность изображения (ЖК-мониторы);
- энергопотребление и безопасность;
- частота развертки по вертикали и горизонтали;
- средства управления;
- условия эксплуатации (освещение, размер, вес).

Размер экрана

Размеры экранов ЭЛТ-мониторов могут колебаться от 15 до 42 дюймов (или от 38 до 106 см) по диагонали. Чем больше размер экрана, тем дороже монитор (за отметкой 19 дюймов цена начинает расти экспоненциально). Самыми популярными являются мониторы с диагональю экрана 17, 19 или 21 дюйм. Следует отметить, что в случае ЭЛТ-мониторов этот показатель отражает не видимую часть экрана, а диагональ электронно-лучевой трубки.

Некоторые производители предлагают небольшие ЖК-панели размером 14 дюймов, однако основной сектор рынка принадлежит мониторам с диагональю от 17 дюймов. При сравнении жидкокристаллических и ЭЛТ-мониторов не забывайте, что у первых активная область экрана равна номинальной, а у вторых она всегда меньше примерно на один дюйм. *Активной областью экрана* называется максимальный размер изображения, которое способен отобразить монитор. Другими словами, в системе Windows активной областью является рабочий стол. В табл. 13.2 приводились типичные размеры активных (видимых) областей обоих типов мониторов. Следует отметить, что в современных моделях ЭЛТ-мониторов активная и паспортная области экрана отличаются уже незначительно.

Для того чтобы высококачественное изображение равномерно выводилось по всему экрану, во многих мониторах предусмотрены специальные средства управления. Более дешевые мониторы также позволяют расширять изображение до границ экрана, однако это может привести к нежелательным последствиям. В частности, может ухудшиться качество изображения по сравнению с настроенным должным образом изображением меньшего размера.

Базовая стоимость монитора является одним из самых важных факторов принятия решения о покупке. Дело в том, что мониторы с диагональю более 19 дюймов экспоненциально повышаются в цене. Своеобразным минимальным барьером для пользователей системы Windows и стандартных приложений является диагональ 17 дюймов. Дисплеи с диагональю 19–21 дюйм рекомендуются владельцам высококачественных графических станций, которым приходится работать с профессиональными приложениями обработки видео и графики.

В частности, большие мониторы окажутся кстати в конструкторских и издательских системах, где даже мельчайшие детали изображения имеют значение. На дисплеях с диагональю 17 дюймов можно просмотреть печатную страницу со 100-процентным масштабом. Это позволит избежать предварительной печати черновых копий документа с целью исправления мелких, невидимых на маленьком экране искажений.

С ростом популярности Интернета размеры монитора и его разрешение стали еще важнее. Большинство веб-страниц предназначено для отображения с разрешением 800×600 и выше. 15-дюймовый монитор способен четко работать с разрешением 800×600, а 17-дюймовый монитор можно настроить на разрешение 1024×768, что позволит просматривать практически любую веб-страницу, не утомляя глаз (так как при частоте свыше 72 Гц исчезает мерцание) и не используя полосы горизонтальной прокрутки.

Примечание

Хотя во многих мониторах с диагональю меньше 17 дюймов допускается разрешение 1024×768 и даже выше, большинство пользователей испытывают трудности при чтении документов, отображаемых в этом режиме. Частичным решением проблемы может быть использование крупных пиктограмм. Для этого в Windows 98/Me/2000/XP откройте диалоговое окно Свойства: Экран, щелкните на кнопке Эффекты и установите флажок Применять крупные значки. В Windows Vista изменить размеры значков можно, удерживая нажатой клавишу <Ctrl> и прокручивая колесико мыши. Также можно щелкнуть правой кнопкой мыши на рабочем столе, выбрать в контекстном меню пункт Персонализация и щелкнуть на ссылке Изменить размер шрифта панели задач.

В Windows 95 функция увеличения пиктограмм отсутствует; попробуйте применить крупный размер шрифта, однако некоторые программы не будут нормально работать, поскольку поддерживают только шрифты, установленные по умолчанию.

Разрешение

Разрешающая способность, или *разрешение*, монитора — это размер минимальной детали изображения, которую можно различить на экране. Данный параметр характеризуется количеством элементов разложения — *пикселей* — по горизонтали и вертикали экрана. Чем больше количество пикселей, тем более детальное изображение формируется на экране. Необходимое разрешение в значительной степени зависит от конкретного приложения. Символьные приложения (например, программы командной строки) требуют невысокого разрешения, в то время как приложения с большим объемом графики (например, настольная издательская система и программы под управлением Windows) нуждаются в более детальных изображениях.

В отличие от обычных ЭЛТ-мониторов, способных поддерживать разные разрешения, жидкокристаллические мониторы (как настольные, так и дисплеи ноутбуков) предназначены для работы только с одним, “родным”, разрешением, а для остальных используется масштабирование. Старые модели жидкокристаллических мониторов справлялись с масштабированием из рук вон плохо, и хотя в настоящее время ситуация изменилась в лучшую сторону, эффективная поддержка разной разрешающей способности остается прерогативой обычных ЭЛТ-мониторов.

С развитием технологий разрешающая способность, обеспечиваемая видеоадаптерами, растет, как на дрожжах. В табл. 13.6 представлены стандартные разрешения, используемые графическими адаптерами и мониторами, и их обозначения.

Таблица 13.6. Стандартные разрешения дисплеев

Стандарт	Линейные пиксели (высота ширина)	Общее количество пикселей	Форматное соотношение
CGA	320×200	64000	1,60
EGA	640×350	224000	1,83
VGA	640×480	307200	1,33
WVGA	854×480	410240	1,78
SVGA	800×600	480000	1,33
XGA	1024×768	786432	1,33
XGA+	1152×864	995328	1,33
WXGA	1280×800	1024000	1,60
WEXGA	1280×854	1093120	1,50
QVGA	1280×960	1228800	1,33
WXGA+	1440×900	1296000	1,60
SXGA	1280×1024	1310720	1,25
SXGA+	1400×1050	1470000	1,33
WSXGA	1600×1024	1638400	1,56
WSXGA+	1680×1050	1764000	1,60
UXGA	1600×1200	1920000	1,33
HDTV	1920×1080	2073600	1,78
WUXGA	1920×1200	2304000	1,60
QXGA	2048×1536	3145728	1,33
QSXGA	2560×2048	5242880	1,25
QSXGA-W	3840×2400	9216000	1,60

Соотношения геометрических размеров:

1,25 = 5:4

1,33 = 4:3

1,56 = 25:16

1,60 = 16:10

1,78 = 16:9

1,83 = 11:6

W. Широкоформатный (отношение сторон больше 1,33).

Видеоадаптеры и мониторы стандартов CGA (Color Graphics Adapter) и EGA (Enhanced Graphics Adapter) впервые были представлены в середине 1980-х годов. Термин “VGA” часто используется для обозначения стандартного экранного режима 640×480 с 16 цветами, который по умолчанию устанавливается в большинстве систем Windows, за исключением Windows XP и Vista, в которых базовое разрешение составляет 800×600. Разъем с 15 контактами, к которому подключаются ЭЛТ-мониторы во многих видеоадаптерах, называется также *портом VGA*. Разъем с 24 контактами необходим для мониторов, поддерживающих интерфейс DVI-D, а в самом популярном разьеме DVI-I имеется 29 контактов (см. рис. 13.2).

Практически все современные видеоадаптеры поддерживают разрешение UXGA (1600×1200) и выше. Как правило, если видеоадаптер и монитор поддерживают высокие разрешения, то они автоматически поддерживают и более низкие.

Поскольку как ЭЛТ-мониторы, так и жидкокристаллические дисплеи поддерживают разнообразные разрешения, у пользователя есть широкий выбор. Как описывается далее, разрешение и глубина цвета (т.е. количество цветов, отображаемое на экране) зависят от оперативной памяти видеоадаптера или от системной оперативной памяти, если набор микросхем графического ядра встроен в системную плату. Если на мониторе с большей диагональю экрана невозможно установить нужную глубину (насыщенность) цвета, значит, следует приобрести видеоадаптер с увеличенным объемом оперативной памяти. Когда-то модули памяти можно было добавлять непосредственно на плату видеоадаптера, однако у современных адаптеров такая возможность отсутствует.

Какое же выбрать разрешение? Как правило, чем выше разрешение, тем большего размера должен быть экран. Все дело в том, что текст и пиктограммы в Windows состоят из постоянного количества пикселей, поэтому увеличение разрешающей способности приводит к значительному уменьшению экранных элементов. Благодаря достаточно большому монитору (17 дюймов и более) можно использовать высокие разрешения, при которых обеспечивается комфортная работа как с текстом, так и с пиктограммами. Несмотря на потенциальную возможность увеличения размеров текста и пиктограмм, это часто вызывает побочные проблемы с форматированием элементов в программных и диалоговых окнах, так что в большинстве случаев лучше использовать стандартные размеры.

Чтобы разобраться в этом на практике, опробуйте разные экранные режимы с разрешениями 800×600, 1024×768 и выше и обратите внимание на изменения, происходящие с элементами экрана.

При разрешении 1024×768 и меньше текст и пиктограммы слишком велики. Поскольку экранные элементы, присутствующие на рабочем столе Windows 98/2000/Me и в меню программ, имеют фиксированные размеры высоты и ширины в пикселях, при изменении разрешения они заметно уменьшатся. Высокое разрешение позволяет увидеть больший объем документов или веб-страниц, поскольку каждый объект занимает на экране меньше места.

При работе с разрешением 1024×768 неплохо себя показывают 15-дюймовые ЖК-мониторы и 17-дюймовые ЭЛТ-мониторы. Для разрешения 1280×1024 17-дюймовый ЭЛТ-монитор многим покажется слишком маленьким; в этом случае лучше выбрать 17-дюймовый жидкокристаллический или 19-дюймовый ЭЛТ-монитор. В табл. 13.7 представлены наименьшие размеры монитора формфактора 4:3, которые рекомендуются для разных разрешений.

Таблица 13.7. Рекомендуемые размеры мониторов для разных разрешений (4:3)

Разрешение, пикселей	Размер экрана ЭЛТ-монитора, дюймов	Размер экрана жидкокристаллического монитора, дюймов
800×600	15	15
1024×768	17	15
1280×1024	19	17
1600×1200	21	18

Многие жидкокристаллические панели с диагональю 19 дюймов и больше имеют широкий формат (т.е. 16:10). В табл. 13.8 представлены типовые размеры таких мониторов и их разрешения.

Таблица 13.8. Типовые размеры и разрешения широкоформатных ЖК-мониторов

Размер панели, дюймов	Стандартное разрешение
19	1440×900
20,1	1680×1050
24	1920×1200
30	2560×1600

Если сравнить рекомендуемые разрешения из табл. 13.7, с разрешениями, указанными в табл. 13.2, можно прийти к выводу, что рекомендуемые разрешения не являются максимальными. Хотя представленные режимы не отражают в полной мере возможностей современных мониторов, они рекомендуются для комфортной работы. При установке на небольшом экране слишком высокого разрешения все объекты, пиктограммы и прочие элементы окажутся настолько малы, что работа с ними может привести к чрезмерному напряжению зрения. Кроме того, при установке максимального разрешения на дешевых ЭЛТ-мониторах изображение становится “смазанным” и теряет четкость. Кроме того, с повышением разрешения неразрывно связано понижение максимальной границы частоты развертки, что приводит к мерцанию экрана.

Жидкокристаллические мониторы имеют несколько иную природу. Все они лучше всего работают при своем паспортном (номинальном) разрешении. Это значит, что в 19-дюймовом ЖК-мониторе с паспортной разрешающей способностью 1280×1024 именно при этом разрешении обеспечивается наибольшая четкость изображения, что особенно важно при работе с текстом. Изменение этого разрешения на любое другое приведет к сжатию или растяжению изображения, т.е. к его искажению.

Примечание

В широкоформатных жидкокристаллических дисплеях всегда можно выбрать одно из стандартных разрешений формата 4:3. В результате изображение растянется по горизонтали. Обычно разрешение формата 4:3 в таких мониторах используется для того, чтобы оно соответствовало разрешению клонируемого монитора или проектора, или для создания копий экрана с определенным разрешением. Несмотря на то что на экране изображение будет выглядеть искаженным, снимок экрана будет иметь стандартные пропорции 4:3.

В то время как ЭЛТ-мониторы могут плохо себя проявлять при очень высоких разрешениях, ЖК-мониторы показывают высокую четкость, если это высокое разрешение является их номинальным. Также видимый размер ЖК-дисплея в точности соответствует его паспортным данным, чего нельзя сказать об ЭЛТ-мониторах среднего класса. К тому же возможности масштабирования изображения на экране ЖК-монитора значительно выше, чем может себе позволить ЭЛТ-монитор.

К примеру, во многих современных ноутбуках высокого класса используются широкоформатные 15,4- или 17-дюймовые ЖК-мониторы с номинальными разрешениями 1280×800 и 1440×900. Такие значения вряд ли были бы приемлемы на ЭЛТ-дисплее того же размера. Дело в том, что к экрану ноутбука пользователь, как правило, сидит ближе, чем к ЭЛТ-монитору, так что угол зрения повышается, что при повышенной четкости изображения приводит к правильному восприятию изображения. Именно по этой причине настольные ЖК-панели имеют меньшие разрешения, разумеется, если они меньше 17 или 18 дюймов по диагонали.

Зернистость (ЭЛТ-мониторы)

Еще одним важным свойством, характеризующим качество мониторов, является расстояние между точками, определяемое конструкцией теневой маски или апертурной решетки, расположенной внутри ЭЛТ-монитора. *Теневая маска* представляет собой металлическую пластину, встроенную в переднюю часть монитора сразу после слоя люминофора. Пластина содержит тысячи отверстий, используемых для фокусировки лучей, исходящих из электронных пушек, что позволяет одновременно облучать только одну правильно окрашенную точку люминофора. Высокая скорость обновления экрана (60–85 раз в секунду) приводит к тому, что кажется, что все точки облучаются одновременно. При этом теневая маска позволяет сфокусировать облучение на необходимых точках.

В монохромном мониторе разрешение соответствует размеру зерна люминофора, а в цветном — одной триаде разноцветных точек (красной, синей и зеленой). Термин *шаг точки*, или *зернистость*, означает расстояние между соседними триадами в миллиметрах (рис. 13.9). Экраны, характеризующиеся меньшим значением зернистости, имеют более тесно расположенные триады пятен люминофора и поэтому могут формировать более четкое изображение. И наоборот, экраны с большим значением зернистости формируют менее четкое изображение.

Примечание

Описываемый параметр не применим к жидкокристаллическим мониторам, в которых используются транзисторы, а не фосфорные триады.

Оригинальный цветной монитор IBM PC имел зернистость 0,43 мм — значение, которое теперь не соответствует практически ни одному стандарту. Меньшее значение зернистости приводит к более четкому изображению. Представленные на рынке современные мониторы имеют зернистость 0,25 мм и меньше. Я бы не рекомендовал приобретать мониторы с зерни-

стостью больше 0,26 мм, иначе работа с текстом и графикой превратится в кошмар. Если вы хотите сэкономить средства, то лучше приобретите монитор с меньшим экраном, но и меньшей зернистостью.

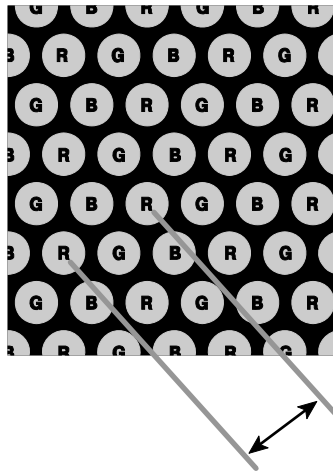


Рис. 13.9. Зернистость — это расстояние между соседними триадами

В мониторах Sony Trinitron и Mitsubishi DiamondTron используется особый тип апертурной решетки: вертикальные полосы красного, зеленого и голубого люминофора (рис. 13.10, слева). Этот тип ЭЛТ обеспечивает более яркое и качественное изображение. В таких мониторах зернистость представляет расстояние не между точками, а между полосами. Зернистость 0,25 мм в этих мониторах равноценна расстоянию между точками 0,27 мм в традиционных мониторах.

Компания NEC представила новый тип ЭЛТ с апертурной решеткой, в которой используются мозаичные ячейки из трех полос цветов люминофора (рис. 13.10, справа). Естественно, что такой тип трубки обеспечивает еще более качественное изображение по сравнению с предыдущими типами ЭЛТ.

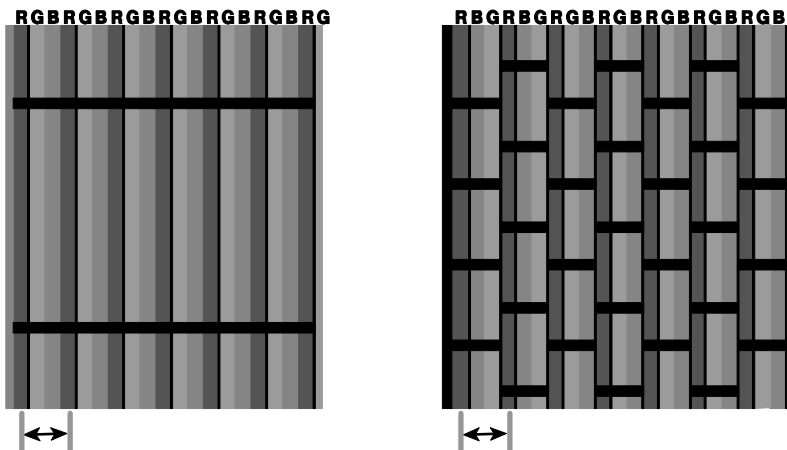


Рис. 13.10. Электронно-лучевые трубки с апертурной решеткой используют полосы люминофора трех цветов (слева). Новый тип апертурной решетки компании NEC (справа)

Зернистость является важным показателем для любого монитора, однако не следует на нем заикливаться. Некоторые мониторы с несколько большим шагом точки демонстрируют более качественное изображение, чем мониторы с меньшим шагом. Основным критерием при выборе того или иного монитора должно быть личное впечатление от качества выводимого изображения.

Яркость и контрастность изображения (жидкокристаллические мониторы)

Как уже говорилось, показатель зернистости не применяется при оценке ЖК-мониторов. Несмотря на то что яркость изображения является показателем обоих типов мониторов, для жидкокристаллических она имеет более важное значение.

Отсутствие яркости изображения в ЭЛТ-мониторах является признаком плохой настройки или старения трубки. В ЖК-мониторах паспортная яркость является характеристикой модели. Яркость этих типов мониторов измеряется в канделах на квадратный метр, или в *нит*ах. Номинальные значения яркости качественных индикаторных панелей обычно находятся в пределах от 200 до 450 нит, и чем выше это значение, тем лучше. Оптимальным сочетанием можно считать яркость, составляющую 300 нит или выше, и контрастность, определяемую соотношением 800:1 или выше.

Примечание

При оценке монитора LCD TV обязательно обратите внимание на настройки яркости, доступные в режиме компьютерного монитора и телевизора. Многие модели обеспечивают в режиме телевизора гораздо большую яркость, чем в режиме компьютерного монитора.

Режимы развертки

Мониторы и видеоадаптеры могут поддерживать два режима развертки — *чересстрочный* (interlaced) и *построчный* (noninterlaced). В построчном режиме, который используется в большинстве систем отображения, электронный луч сканирует экран построчно сверху вниз, формируя изображение за один проход. В чересстрочном режиме луч также сканирует экран сверху вниз, но за два прохода: сначала — нечетные строки, а затем — четные. В старых мониторах с высоким разрешением, таких как IBM 8514/A, использовался чересстрочный режим для достижения максимального разрешения, однако все новые мониторы с разрешением 1024×768 и выше используют построчную развертку, что позволяет избавиться от недостатков, присущих чересстрочному режиму, в частности от мерцания изображения и низкой частоты регенерации.

Примечание

Широковещательная передача HDTV в режиме 1080i использует чересстрочную развертку, однако в связи со значительными технологическими улучшениями с момента выпуска адаптера 8514/A мерцания больше нет и качество изображения очень высокое. Мерцание можно увидеть только в случае, когда к компьютеру подведено HDTV формата 4:3 и при этом на мониторе используется не номинальное разрешение, например 1024×768.

Энергопотребление и безопасность

Одним из главных потребителей электроэнергии в компьютерной системе является монитор. Практически все модели дисплеев, выпущенные в последние годы, соответствуют требованиям стандарта Energy Star, предложенного агентством по охране окружающей среды EPA (Environmental Protection Agency), т.е. снижают во время простоя энергопотребление до 15 Вт и меньше. Управление электропитанием монитора, равно как и многих других компонентов системы, осуществляется в настройках BIOS и диалоговых окнах **Электропитание** последних версий Windows. Более подробно об управлении электропитанием мы поговорим в главе 19.

Управление электропитанием

Самым известным стандартом является DPMS ассоциации VESA, который определяет состав сигналов, передаваемых компьютером в монитор, когда последний простаивает и находится в режиме пониженного потребления энергии. Обычно операционная система решает, когда посылать эти сигналы.

В Windows 9x/Me/2000/XP эту функцию необходимо включить вручную, поскольку она отключена по умолчанию. Для этого в Windows 98/Me откройте диалоговое окно **Свойства:Экран**, перейдите во вкладку **Заставка** и установите флажки **Energy Star** и **Выключение монитора**. Кроме того, можно установить время простоя системы до включения заставки или полного выключения монитора. Чтобы определить параметры энергопотребления для монитора и других периферийных устройств в Windows 2000/XP/Vista, откройте панель управления и щелкните на пиктограмме **Электропитание** или откройте диалоговое окно **Свойства:Экран**, перейдите во вкладку **Заставка** и щелкните на кнопке **Питание**. В Windows Vista доступ к панели управления заставкой открывается в окне **Персонализация**.

Компании Intel и Microsoft совместно разработали спецификацию расширенного управления питанием APM, в которой определяется основанный на BIOS интерфейс между аппаратным обеспечением, поддерживающим функции энергосбережения, и операционной системой, использующей эти функции в соответствии с заданными параметрами. В результате пользователи получили возможность настраивать такие системы, как Windows 98, на переключение монитора в режим уменьшенного энергопотребления и даже его отключение после простоя системы в течение определенного временного интервала. Для обеспечения подобной функции монитор, системная BIOS и операционная система должны быть совместимы со стандартом APM.

В Windows 98/Me/2000/XP система расширенного управления питанием получила дальнейшее развитие, что закреплено стандартом ACPI. Этот стандарт используется мониторами, жесткими дисками и другими устройствами, поддерживающими APM. В соответствии с ACPI компьютер может автоматически выключать и включать периферийные устройства, такие как дисководы для компакт-дисков, сетевые платы, жесткие диски, принтеры и т.д. То же самое относится к бытовой технике, подключаемой к ПК, например видеомagneтофонам, телевизорам, телефонам и стереосистемам.

Хотя поддержка APM встраивалась в BIOS на протяжении нескольких последних лет, при появлении на рынке Windows 98 для обеспечения функции ACPI в компьютерах некоторых производителей приходилось осуществлять “перепрошивку” (обновление) BIOS.

Примечание

Поддержка ACPI встроена в Windows 98/Me/2000/XP только в том случае, если при первоначальной инсталляции операционной системы у компьютера имелась совместимая с ACPI базовая система ввода-вывода (BIOS). Если совместимая BIOS устанавливается после операционной системы, последняя ее игнорирует.

Описание режимов DPMS приведено в табл. 13.9. В новых системах существует возможность выбора отдельных значений для режима пониженного энергопотребления и выключения монитора (что снижает энергопотребление монитора до минимума, однако при этом пользователю приходится ждать несколько секунд, пока монитор не выйдет из “спячки”).

Таблица 13.9. Режимы DPMS

Режим	Сигнал горизонтальной развертки	Сигнал вертикальной развертки	Экран	Энергосбережение	Время “пробуждения”
On	Есть	Есть	Активный	Отсутствует	—
Stand-By	Нет	Есть	Погасший	Минимальное	Быстро
Suspend	Есть	Нет	Погасший	Значительное	Долго
Off	Нет	Нет	Погасший	Максимальное	Зависит от системы

Все мониторы с функцией управления питанием соответствуют требованиям стандарта Energy Star, согласно которым дисплей в режиме простоя должен потреблять 15 Вт или меньше. Тем не менее ряд новейших мониторов совместим с более строгой спецификацией Energy 2000 (E2000), разработанной в Швейцарии, согласно которой монитор в режиме простоя должен потреблять менее 5 Вт. Стоит отметить, что большинство ЖК-мониторов и в рабочем состоянии потребляют меньше энергии, чем ЭЛТ-монитор в режиме “спячки”.

Уровень электромагнитных излучений (ЭЛТ-мониторы)

Другая тенденция в разработке “зеленых” мониторов связана со снижением уровня электромагнитных полей, потенциально вредных для пользователя. Медицинские исследования показали, что такое электромагнитное излучение может быть причиной нарушения нормального цикла беременности, появления дефектов у новорожденных детей и даже рака. При непродолжительном “общении” с монитором риск, может быть, невелик, но если вы проводите перед экраном треть суток (или более), он существенно возрастает.

Дело в том, что излучения в области очень низких (ОНЧ) и сверхнизких (СНЧ) частот могут влиять на организм человека. Некоторые исследования показали, что СНЧ-излучение даже более опасно, чем ОНЧ, поскольку этот частотный диапазон совпадает с диапазоном естественной электрической активности биологических клеток. Мониторы, правда, не являются единственным источником такого излучения — еще более мощное излучение генерируется электронагревателями, да и вообще любой электросетью.

Примечание

Излучения СНЧ и ОНЧ являются электромагнитными переменными полями с частотой, которая значительно ниже частот, используемых для радиосвязи.

Представленные в табл. 13.10 стандарты предназначены для уменьшения уровня электромагнитного излучения монитора и некоторых других вредных для здоровья пользователя факторов. Хотя все представленные спецификации разработаны в Швеции, они стали общепринятым стандартом во всем мире.

Таблица 13.10. Стандарты излучения мониторов

Стандарт	Организация	Год создания	Что определяет	Примечания
MPR I	SWEDAC ¹	1987	Излучение монитора	Заменен стандартом MPR II
MPR II	SWEDAC ¹	1990	Излучение монитора	Добавлены максимальные значения для ОНЧ и СНЧ; минимальные требования для современных мониторов
TCO ²	TCO ²	1992	Более жесткое ограничение на излучение монитора, чем предлагает MPR II; управление питанием	В стандартах TCO 95 и TCO 99 добавлены дополнительные классы устройств по сравнению с оригинальным стандартом TCO

1. Swedish Board For Accreditation and Conformity Assessment.

2. Шведская аббревиатура от “Swedish Confederation of Professional Employees”.

Практически все современные мониторы соответствуют стандарту TCO.

При работе с любым, особенно старым, монитором помните о некоторых мерах предосторожности. Самое главное — расстояние между экраном и вами должно быть не меньше 70 см. Отодвинувшись от монитора, можно снизить уровень вредного СНЧ-излучения до значений, сравнимых с воздействием обычных люминесцентных светильников. Кроме того, излучение оказывается наиболее слабым именно перед экраном; слева, справа и за монитором оно еще сильнее, поэтому устраивайте свое рабочее место не ближе чем в метре от монитора коллеги. Не забывайте также о копировальных аппаратах, от которых следует располагаться минимум в полутора метрах.

Электромагнитное излучение — далеко не единственная причина для беспокойства. Обратите внимание и на блики на экране. Приобретя специальные антибликовые экраны, вы уменьшите не только утомляемость глаз, но и уровень излучения в диапазонах СНЧ и ОНЧ.

Поскольку в плазменных и жидкокристаллических мониторах не используются электронно-лучевые трубки или магниты, они вообще не имеют никакого излучения.

Частота развертки

Монитор обязательно должен соответствовать выбранному видеоадаптеру. Сегодня практически все выпускаемые мониторы — многочастотные; они допускают использование даже таких разрешений, которые еще не стандартизированы. Однако не все мониторы хорошо взаимодействуют со всеми моделями адаптеров.

Совет

Срок морального старения высококачественного монитора гораздо больше, чем у других компьютерных компонентов. Новые процессоры появляются практически каждый месяц, емкость жестких дисков растет как на дрожжах, в то же время хороший монитор наверняка переживет не одну модернизацию системы. Если покупать монитор “с запасом” относительно последующего его применения, то при покупке нового компьютера можно будет обойтись уже имеющимся монитором, поэтому экономить на нем не стоит.

К полезным свойствам дисплея можно отнести следующие:

- элементы цифрового управления монитором, встроенные в его переднюю панель;
- возможность настройки размера и прочих параметров изображения на экране с помощью специального меню;
- режим самотестирования, выводящий на экран предупреждение о том, что монитор не получает сигналов от видеоадаптера.

Имея такой монитор, вы сможете “вписаться” в довольно широкий диапазон частот строчной и кадровой разверток, поскольку синхронизация устанавливается видеоадаптером. Чем шире диапазон возможных частот развертки, тем монитор дороже (и универсальнее). Частоты разверток по вертикали и горизонтали, определяемые режимом работы видеоадаптера, должны попадать в диапазон, поддерживаемый электроникой монитора. Частота развертки по вертикали (или частота регенерации) определяет стабильность изображения. Чем она выше, тем лучше. Типичные значения этой частоты находятся в диапазоне от 50 до 160 Гц. Частота развертки по горизонтали (или частота строк) колеблется от 31,5 до 90 кГц и выше. По умолчанию в большинстве видеоадаптеров базовая частота вертикальной развертки составляет 60 Гц.

Несмотря на то что жидкокристаллические экраны по сравнению с ЭЛТ-мониторами поддерживают небольшую частоту развертки по вертикали, им не свойственна проблема мерцания экрана, поскольку для активизации пикселей изображения в них используются транзисторы, а не сканирующий электронный луч, который должен пройти сверху вниз все изображение для его формирования.

Частота регенерации

Частота развертки по вертикали, или *частота регенерации*, — это показатель, характеризующий скорость обновления содержимого экрана, которая измеряется в герцах (Гц). Частота 72 Гц означает, что экран обновляется 72 раза в секунду. При слишком низкой частоте экран ЭЛТ-монитора будет ощутимо мерцать, в результате чего быстро устают глаза. Чем выше частота регенерации, тем меньше угроза для зрения при многочасовой работе за компьютером.

Свободная от мерцания частота регенерации определяет уровень, при котором пользователь не видит мерцания экрана. Этот уровень зависит от конкретного разрешения монитора (чем выше разрешение, тем больше должна быть частота), его модели и типа используемого видеоадаптера. Поскольку слишком высокая частота развертки может негативно сказаться на скорости вывода изображения на экран монитора, используйте минимально возможное значение, при котором не видно мерцания.

При покупке ЭЛТ-монитора обязательно обращайте внимание на частоту регенерации, особенно если будет применяться разрешение 1024×768 и выше. Некоторые дешевые монито-

ры имеют слишком низкую частоту, не позволяющую избавить пользователя от мерцания экрана и, следовательно, от перенапряжения глаз.

В табл. 13.11 приведены сравнительные характеристики двух типичных 19-дюймовых ЭЛТ-мониторов от компании ViewSonic: E90fB и G90fB. Стоимость первого составляет порядка 200 долларов, стоимость второго — на 30 долларов больше. В то же время второй монитор обеспечивает большее свободное от мерцания разрешение, чем первый. Все современные видеокарты по показателям разрешения и частоты развертки намного превосходят любые мониторы, однако использование более высоких разрешений, чем поддерживает дисплей, может повредить монитор.

Таблица 13.11. Сравнение частот обновления экрана

Разрешение	19-дюймовый ЭЛТ-монитор ViewSonic E90f, Гц	19-дюймовый ЭЛТ-монитор ViewSonic G90f, Гц
1024×768	106 ¹	118 ¹
1280×1024	80 ²	90 ¹
1600×1200	68	77 ²
1792×1344	61	69
1856×1392	Не поддерживается	66
1920×1440	Не поддерживается	64

1. Соответствует требованиям стандарта VESA по обеспечению изображения без мерцания (85 Гц и выше).

2. Хотя это значение не соответствует требованиям стандарта VESA по обеспечению изображения без мерцания (85 Гц и выше), большинство пользователей никакого мерцания не заметят.

Для получения сведений о частотах обновления, поддерживаемых монитором при определенном разрешении, обратитесь на сайт производителя.

Примечание

Многие производители используют термин *оптимальное разрешение*, т.е. максимальное разрешение, поддерживаемое ЭЛТ-монитором при определенной стандартом VESA частоте обновления, при которой не наблюдается мерцание (85 Гц и выше). Максимальным рекомендую считать такое разрешение, которое следует использовать при работе, поскольку при более высоких разрешениях невозможно обеспечить необходимую частоту обновления, а значит, не исключено снижение качества изображения.

Операционные системы Windows 2000, Windows 98, Windows 95B (OSR 2.x), Windows Me, Windows XP и Windows Vista поддерживают конфигурацию монитора Plug and Play (PnP), если, конечно, монитор и видеоадаптер поддерживают, в свою очередь, технологию канальной передачи цифровых данных DDC. Суть этой технологии заключается в том, что монитор посылает операционной системе соответствующие сигналы, которые определяют поддерживаемые частоты обновления и другие параметры монитора. Эти данные затем отображаются в диалоговом окне **Свойства:Экран**.

Установка мониторов, не поддерживающих конфигурацию PnP, как и других Windows-совместимых устройств, выполняется с помощью драйверов, загружаемых с установочного диска (файлы с расширением .INF) или с сайта производителя.

Примечание

Поскольку содержимое экрана монитора за одну секунду успевает обновиться много раз, мерцание при построчном режиме развертки практически незаметно, однако сразу же бросается в глаза, если монитор сфотографировать или снять с помощью видеокамеры. Поскольку камеры не синхронизированы с частотой регенерации монитора, момент обновления содержимого экрана будет четко зафиксирован в виде линии, пересекающей изображение.

При необходимости захвата динамических изображений используйте видеоадаптер с TV-выходом, чтобы иметь возможность сразу передавать данные на видеомagneфон. Если необходимо запечатлеть статическое содержимое экрана (например, настройки BIOS/CMOS), используйте жидкокристаллический, а не ЭЛТ-монитор.

Мой личный опыт показывает, что частота обновления экрана 72 Гц — это минимальное значение, которое должны задавать все пользователи ЭЛТ-мониторов, особенно при разре-

шении 1024×768 и выше. При меньших значениях мерцание становится более заметным, а значит, возможны утомление глаз, усталость и головные боли. Я рекомендую задавать значение 72 Гц, так как при этом и более высоких значениях мерцание экрана незаметно. Большинство современных ЭЛТ-мониторов обеспечивают частоту обновления 85 Гц при разрешении экрана до 1024×768. При этом вероятность того, что пользователь увидит мерцание, гораздо ниже. Однако учтите, что увеличение частоты обновления позволяет увеличить не только качество изображения, но и нагрузку на видеоадаптер, так как ему приходится отображать каждое изображение большее количество раз в секунду. Это особенно важно для поклонников компьютерных игр. Поэтому я рекомендую задавать минимальное значение, при котором вы не испытываете дискомфорта, глядя на экран монитора. Для настройки частоты обновления в Windows 9x/Me/2000/XP щелкните на значке **Экран** в окне панели управления. Затем перейдите во вкладку **Параметры** и щелкните на кнопке **Дополнительно**, чтобы получить доступ к настройке частоты обновления экрана. В Windows Vista откройте окно **Персонализация** и выберите в нем значок **Параметры дисплея**.

Совет

При использовании нескольких мониторов обязательно выберите в диалоговом окне **Параметры** тот, настройки которого необходимо изменить, и лишь затем щелкните на кнопке **Дополнительно** и изменяйте параметры. Разрешение, количество цветов и частоту обновления экрана также можно задать во вкладке **Адаптер**.

Для уменьшения или устранения нежелательного мерцания выберите частоту, равную по крайней мере 72 Гц или выше. После установки новых параметров щелкните на кнопке **Применить**. При выборе частоты обновления, которая не является оптимальной, появится предупреждение о возможном повреждении монитора. Отнеситесь серьезно к этому сообщению, особенно если у вас нет подробных данных о возможностях монитора. При использовании частоты обновления, превышающей частоту, поддерживаемую монитором, его можно буквально сжечь. Поэтому перед установкой определенной частоты обновления не забудьте выполнить следующее.

- Убедитесь, что монитор был идентифицирован Windows как устройство Plug and Play или же были правильно определены его марка и модель.
- Воспользуйтесь прилагаемым к монитору руководством (или загрузите статистические данные) и определите, какие частоты обновления поддерживаются в нем при определенных разрешениях. Как следует из ранее приведенного примера, дешевые мониторы зачастую не поддерживают высокую частоту обновления при более больших разрешениях.

Щелкните на кнопке **ОК** для проверки выполненных изменений. Экран пару раз моргнет, и разрешение изменится. Если при этом изображение будет искажено, подождите несколько секунд, пока монитор не переключится в первоначальное разрешение; кроме того, появится диалоговое окно, в котором будет предложено сохранить или отменить новое разрешение. При нормальном качестве изображения щелкните на кнопке **Да**, в противном случае — на кнопке **Нет** для восстановления предыдущего разрешения. Если искаженное изображение мешает увидеть указатель мыши, нажмите клавишу <Enter>, поскольку **Нет** является ответом по умолчанию. Некоторые старые драйверы видеоадаптеров не предоставляют диалогового окна, в котором можно изменить разрешение; в этом случае воспользуйтесь новым драйвером или получите у производителя видеоадаптера специальную программную утилиту, посредством которой можно изменить разрешающую способность.

Если при установке высокого разрешения, которое должно в полной мере поддерживаться монитором, получится изображение низкого качества, проверьте тип монитора, для чего в Windows 98/Me/2000/XP откройте диалоговое окно **Свойства:Экран**. Если в качестве монитора указан *Стандартный VGA*, *Super VGA* или *Монитор по умолчанию*, значит, Windows использует универсальный драйвер, подходящий для большинства стандартных мониторов.

Тем не менее подобный драйвер не позволяет установить частоту обновления больше 75 Гц, поскольку, используя высокую частоту, можно физически повредить монитор.

В некоторых случаях нужная модель и тип монитора придется выбирать самостоятельно все в том же диалоговом окне **Свойства:Экран**. Если в представленном списке нет нужной модели, воспользуйтесь драйвером, поставляемым вместе с монитором. После его инсталляции удостоверьтесь в том, что монитор без проблем поддерживает нужную частоту регенерации.

Совет

Если задать частоту обновления, которая выше частоты, поддерживаемой жидкокристаллическим монитором, на экране может быть отображено сообщение о выходе за пределы диапазона. Как правило, подобные мониторы не поддерживают частоты обновления выше 75 Гц. Не забывайте, что для жидкокристаллических мониторов не существует такой проблемы, как мерцание изображения, поэтому вполне можно ограничиться значением частоты обновления 60 Гц. Если используется видеоадаптер с двумя портами, не забывайте, что некоторые модели не позволяют задать разные значения частоты обновления для каждого из мониторов. Если к подобному адаптеру подключены жидкокристаллический и ЭЛТ-монитор, задайте максимальное значение частоты обновления, поддерживаемое жидкокристаллическим монитором (обычно это 75 Гц), чтобы свести мерцание изображения на экране ЭЛТ-монитора к минимуму.

Частота развертки по горизонтали

Разные разрешения используют различные частоты развертки по горизонтали. К примеру, стандартная частота горизонтальной развертки при разрешении VGA (640×480) составляет 31,5 кГц. В режиме Super VGA (SVGA — разрешение 800×600 пикселей) частота развертки по вертикали должна составлять 72 Гц, а по горизонтали — не меньше 48 кГц. Для получения более четкого изображения (разрешение — 1024×768 пикселей) частота развертки по вертикали должна достигать 60 Гц, а по горизонтали — 58 кГц. Если частота вертикальной развертки составляет 75 Гц при разрешении экрана 1280×1024, частота горизонтальной развертки должна составлять 80 кГц. Для получения сверхчеткого изображения нужно искать монитор с частотой развертки по вертикали не меньше 75 Гц, а по горизонтали — не меньше 90 кГц. Мой любимый 17-дюймовый монитор NEC обеспечивает частоту вертикальной развертки 75 Гц при разрешении 1600×1200, 117 Гц при разрешении 1024×768 и 160 Гц при разрешении 640×480.

Поскольку сотнями фирм производится тысячи моделей мониторов, невозможно детально рассмотреть технические характеристики каждого из них. Однако прежде чем выкладывать деньги, внимательно изучите технические характеристики и убедитесь, что это действительно тот монитор, который соответствует вашим потребностям. Для начала почитайте какой-нибудь из местных компьютерных журналов, которые периодически публикуют обзоры по мониторам. Если вы не хотите ждать очередного обзора, поищите необходимую информацию на сайтах компаний Apple, Sony, NEC Display Solutions, Viewsonic и др. Каждая из этих компаний выпускает мониторы, на которые равняются другие компании. Несмотря на то что продукция этих компаний стоит несколько дороже остальных, они предлагают высокий уровень качества и совместимости, а также отличную поддержку и сервисное обслуживание.

Управление монитором

В большинстве новейших ЭЛТ-мониторов и жидкокристаллических панелей используется не аналоговое управление, а цифровое (имеются в виду не сигналы, поступающие от видеоадаптера, а управление настройкой с передней панели). В мониторе с цифровым управлением обычно есть встроенное меню настройки яркости, контрастности, размера изображения, смещения по горизонтали и вертикали и даже фокусировки. Меню вызывается на экран с помощью специальной кнопки, после чего в нем можно выбрать режим настройки (яркость, контрастность и т.д.) и изменить значения установленных параметров. В некоторых моделях на корпусе монитора предусмотрена отдельная кнопка для каждого режима настройки. По завершении этой процедуры значения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти монитора (NVRAM), так что для этого не требуется никакого питания, даже от батареек, но в любой момент (естественно, когда монитор включен) они могут быть изменены. Цифровое

управление является переходом на новый уровень технологии отображения, поэтому, если у вас есть выбор, приобретите монитор именно такой конструкции.

Совет

Рекомендации видеоинженера Чарльза Пойнтон относительно настройки уровня яркости и контрастности помогут улучшить изображение, выводимое на экран монитора, что иногда не под силу рядовому пользователю. Адрес его сайта — www.poynton.com/GammaFAQ.html.

Практически все современные мониторы поддерживают регулировку геометрии изображения. На рис. 13.11 показаны самые распространенные настраиваемые параметры.

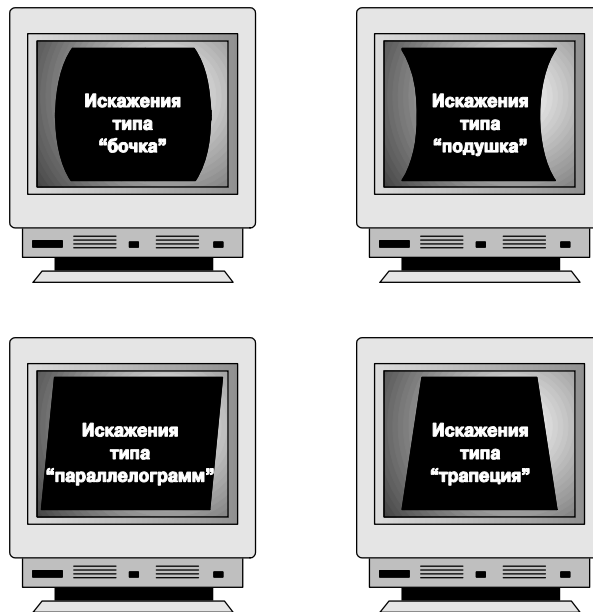


Рис. 13.11. Современные модели мониторов, как правило, поддерживают настройку нескольких параметров геометрии изображения

Совет

Выбирайте монитор, который позволяет задавать различные параметры изображения, и обращайте внимание на то, чтобы органы управления были легкодоступны. Не ограничивайтесь только стандартной настройкой контрастности и яркости — практически во всех моделях возможна регулировка размера изображения по горизонтали и вертикали. Также любой монитор должен комплектоваться подставкой, которая позволяет поворачивать его на удобный вам угол по вертикали и горизонтали.

На рис. 13.12 представлено типичное экранное меню, используемое для коррекции геометрии экрана (см. рис. 13.11). В данном случае показано экранное меню монитора Samsung SyncMaster 955DF, однако и в других мониторах используются подобные решения. Для внесения изменений и выбора параметров используются кнопки в нижней части монитора.

Хотя в случае использования жидкокристаллических мониторов, в отличие от своих ЭЛТ-собратьев, принципиальных проблем с геометрией не бывает, хотя определенные недостатки качества изображения все-таки возможны, особенно при подключении с помощью 15-контактного аналогового разъема VGA. Дрожание и мерцание пикселей (при котором соседние пиксели то загораются, то гаснут) — достаточно распространенные проблемы, возникающие при использовании аналогового разъема VGA. Визуально они выражаются в дрожании и "волнах" на экране.

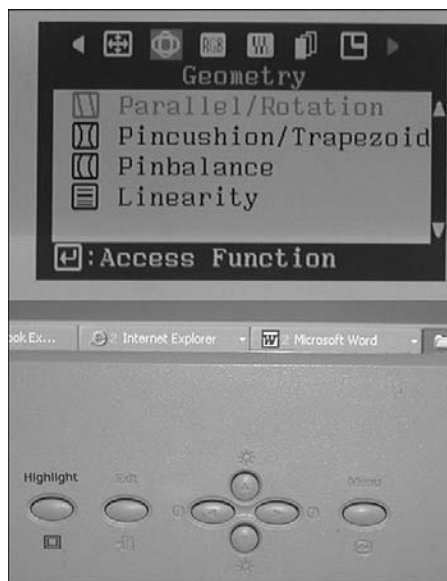


Рис. 13.12. Экранное меню для коррекции геометрии экрана

Параметр Auto-Tune (Автонастройка), доступный в экранном меню большинства жидкокристаллических мониторов, позволяет устранить значительную часть подобных проблем (рис. 13.13). В данном случае показано экранное меню монитора KDS Rad-5, однако и в других мониторах используются подобные решения.



Рис. 13.13. Экранное меню для устранения проблем с качеством изображения на экране жидкокристаллического монитора

Тестирование монитора

В отличие от большинства других периферийных устройств, подключаемых к компьютеру, реальное качество монитора практически невозможно определить по его технической спецификации. Цена также не является главным показателем. Выбор монитора весьма субъективен, и

наилучшим способом будет осмотр нескольких работающих моделей в магазине, дома или в офисе (если компания предоставляет соответствующую гарантию на возврат монитора).

Тестирование — это не просто изучение качества изображения, выводимого на экран. В большинстве магазинов на экране мониторов показывают фильмы, клипы, фотографии и другие графические презентации, которые совершенно бесполезны для серьезной оценки. По возможности постарайтесь посмотреть на одно и то же изображение на разных мониторах.

Перед проведением тестов, описанных ниже, установите максимальные разрешение дисплея и частоту обновления, которые допускают комбинация вашего графического адаптера и проверяемого монитора.

Чтобы быстро протестировать монитор, выполните ряд следующих действий.

- С помощью какой-нибудь графической программы нарисуйте окружность. Если в результате получится овал, значит, монитор сослужит вам плохую службу при работе с графическими или конструкторскими приложениями.
- Наберите небольшой текст с размером шрифта 8–10 пунктов (1 пункт равен 1/72 дюйма). Если буквы на экране расплывчатые или вокруг черных символов возникает цветной ореол, выберите другой монитор.
- Отобразите на экране белый фон и поищите области с измененным цветом. Такой дефект может указывать на проблему, связанную не с единичным устройством, а со всем модельным рядом. Это также может указывать на проблемы с сигналом, поступающим с графического адаптера. Подключите монитор к системе с другой графической картой и повторите тест, чтобы выявить истинного виновника проблемы: адаптер или монитор.
- Проверьте равномерность фокусировки рабочего стола Windows по всему экрану. Сохраняется ли четкость мелких деталей изображения, например пиктограмм? Не становятся ли волнообразными или искривленными прямые линии в области заголовка окна? Мониторы всегда имеют лучшую фокусировку в центре экрана, а значительные искажения в углах свидетельствуют о плохом качестве (причем не отдельного экземпляра, а данной модели мониторов). Искажение формы линии может быть результатом плохой работы видеоадаптера, так что не пренебрегайте возможностью испытать этот монитор с другой видеокартой. Если качество не улучшилось, опробуйте другой монитор.

Попробуйте увеличивать и уменьшать яркость и следите за изображением в углах. Если изображение изменяет цвет или растягивается/сжимается, то, скорее всего, при изменении яркости нарушается фокусировка; так же выясняются проблемы с сигналом, поступающим от видеоадаптера. Подключите монитор к другой системе с другим видеоадаптером и выясните, в чем причина — в мониторе или видеоадаптере.

- Попробуйте, загрузив Windows, изменить разрешение жидкокристаллического монитора, используя диалоговое окно Свойства:Экран. Жидкокристаллические панели имеют только одно собственное разрешение, поэтому для обработки в полноэкранный режим более низкого разрешения монитор использует масштабирование. Если вы занимаетесь веб-дизайном, увлекаетесь компьютерными играми или просто хотите установить определенное разрешение экрана, этот тест позволит определить, сохраняется ли качество изображения при использовании отличных от стандартного разрешений. Этот же тест может быть использован и для ЭЛТ-мониторов, которые, в отличие от жидкокристаллических панелей, предназначены для работы при различных разрешениях.
- Хороший ЭЛТ-монитор всегда настроен таким образом, чтобы лучи от красной, зеленой и синей электронных пушек точно попадали на свои пятна люминофора по всей активной области экрана. Если этого не происходит, значит, у монитора плохое сведение лучей, т.е. по краям экрана линии, выводимые как одноцветные, имеют ореол из других цветов. Если же сведение обеспечено по всему экрану, заданные цвета будут чистыми (без примесей), четкими (без ореолов по краям) и именно такими, которые указаны в программе тестирования.

- Если у монитора есть встроенная функция диагностики изображения (что весьма желательно), воспользуйтесь ею для того, чтобы протестировать дисплей независимо от видеоадаптера и системы. Монитор со встроенными средствами диагностики отображает на экране текст или текстовый шаблон, если он включен, а компьютер, к которому он подключен, выключен. То же самое происходит и в том случае, если монитор вообще не подключен к компьютеру.

Жидкокристаллические и плазменные проекторы

Изначально проекторы предназначались для использования в залах заседаний и в учебных целях. Однако по мере роста популярности систем домашних кинотеатров, а также развития технологий и снижения цен портативные проекторы стали весьма популярной альтернативой широкоэкранным телевизорам и плазменным дисплеям. Их можно использовать совместно с компьютерами, работающими под управлением систем Windows XP и Vista, использующими Media Center, видеоплеерами, а также обычными портативными и настольными компьютерами, вооруженными любыми ОС.

В основе работы проекторов лежат две технологии:

- LCD (Liquid Crystal Display — жидкокристаллический индикатор);
- DLP (Digital Light Processing — цифровая обработка света).

Вместо использования триад субпикселей, как в жидкокристаллических мониторах, в ЖК-проекторах белый свет разделяется на три компонента (красный, зеленый и синий), каждый из которых проходит через соответствующий экран. Пиксели каждого экрана открываются или закрываются в соответствии с сигналами, полученными от источника (компьютер, DVD- или видеоплеер); полученное в результате наложения всех сигналов изображение проецируется на экран. Проецирующая лампа раскалена до высокой температуры, так что перед упаковкой для хранения проекторы следует на протяжении некоторого времени охлаждать.

Еще одной технологией, широко используемой в проекторах, предназначенных для презентаций и домашних кинотеатров, является разработанная компанией Texas Instruments технология цифровой обработки света DLP. В проекторах DLP используется комбинация из быстровращающегося светофильтра и управляемого микропроцессором массива крошечных зеркал, который называется *цифровым микрозеркальным устройством* (DMD). Каждое зеркало в системе DMD соответствует одному пикселю; зеркало отражает свет на оптическую схему или же в другом направлении. В зависимости от частоты переключения зеркал получается белый цвет (свет постоянно направлен на экран), черный цвет (свет никогда не попадает на экран) или один из возможных 1024 оттенков серого. Необходимый оттенок добавляется к проецированному изображению благодаря применению светофильтра. По сравнению с LCD проекторы DLP компактнее, обеспечивают более яркое изображение, а также быстрее охлаждаются по окончании работы. Изначально проекторы DLP были дороже своих жидкокристаллических собратьев, однако сейчас они занимают приблизительно один ценовой сектор. Примерно за 700 долларов можно купить такой проектор с разрешением 800×600, в то же время проекторы XGA (1024×768) доступны по цене 900 долларов. Большинство современных проекторов также поддерживают разрешение HDTV 720p и 1080i и компонентный видеовход, позволяя одному проектору выступать в роли и телевизора, и экрана монитора.

Схема работы проектора DLP представлена на рис. 13.14.

В первых моделях проекторов DLP использовался простой трехцветный светофильтр RGB (см. рис. 13.14), однако в более новых моделях был применен четырехсегментный (RGB и прозрачный сегмент) или шестисегментный (RGBRGB) светофильтр, что позволяет значительно улучшить качество изображения.

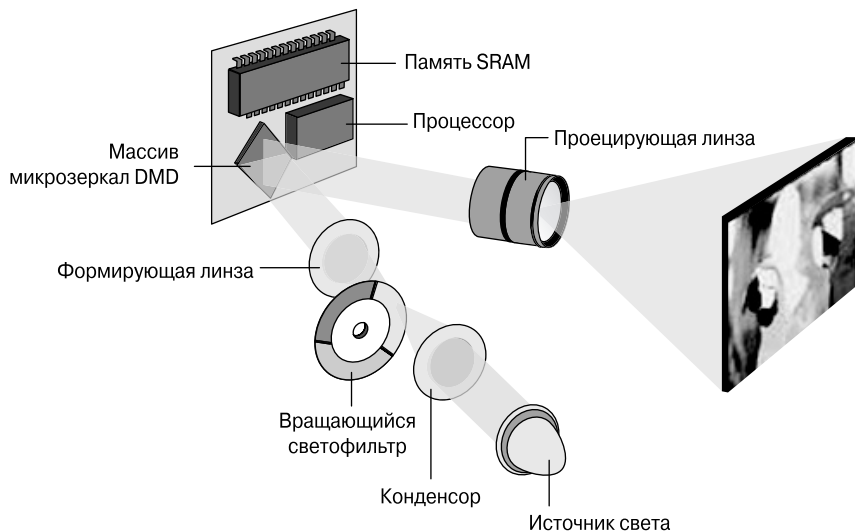


Рис. 13.14. Схема работы проектора DLP

Примечание

Подробные сведения о технологии DLP можно найти на официальном сайте компании Texas Instruments, а также на сайте www.dlp.com.

Критерии выбора проектора

Тем, кто решил приобрести проектор, рынок предложит множество моделей, содержащих самые разнообразные комбинации технических характеристик и функций. Из следующих разделов вы узнаете, как подобрать модель, наиболее полно соответствующую вашим потребностям.

Разрешение компьютера

Если проектор приобретается для использования с компьютером, рекомендуется модель с минимальным разрешением — 1024×768. Такое разрешение позволит запускать любое приложение Windows или программу с графическим интерфейсом. Несмотря на то что Windows XP и Vista предоставляют возможность работать при разрешении 800×600, некоторые меню при этом окажутся урезанными, а панель задач, вероятнее всего, придется скрыть.

Разрешение HDTV

Если проектор приобретается для работы с телеканалом высокой четкости (HDTV), он должен поддерживать разрешение HDTV 720p или выше. Некоторые (но не все) широкоформатные проекторы также поддерживают стандарты экрана компьютера, позволяя использовать один проектор и для телевидения, и для компьютера. Проекторы, поддерживающие основной формат 4:3, проецируют широкоэкранные DVD и телепрограммы в урезанном по вертикали виде, как обычные телевизоры.

Типы входов

Для проектора при использовании исключительно с компьютером достаточно входа VGA или DVI. Так как LCD и DLP представляют собой цифровые стандарты, проектор с портом DVI будет предпочтительнее (разумеется, если компьютер имеет такой выход).

Если же проектор планируется использовать и с DVD-проигрывателем или приемником HDTV, понадобятся дополнительные порты. Как минимум нужен композитный выход или выход S-video для подключения к проектору DVD-проигрывателя или видеокамеры. В то же время для полноценной поддержки HDTV необходим компонентный, DVI или HDMI-порт.

На рис. 13.15 представлены кабели и порты композитный, компонентный и S-video.

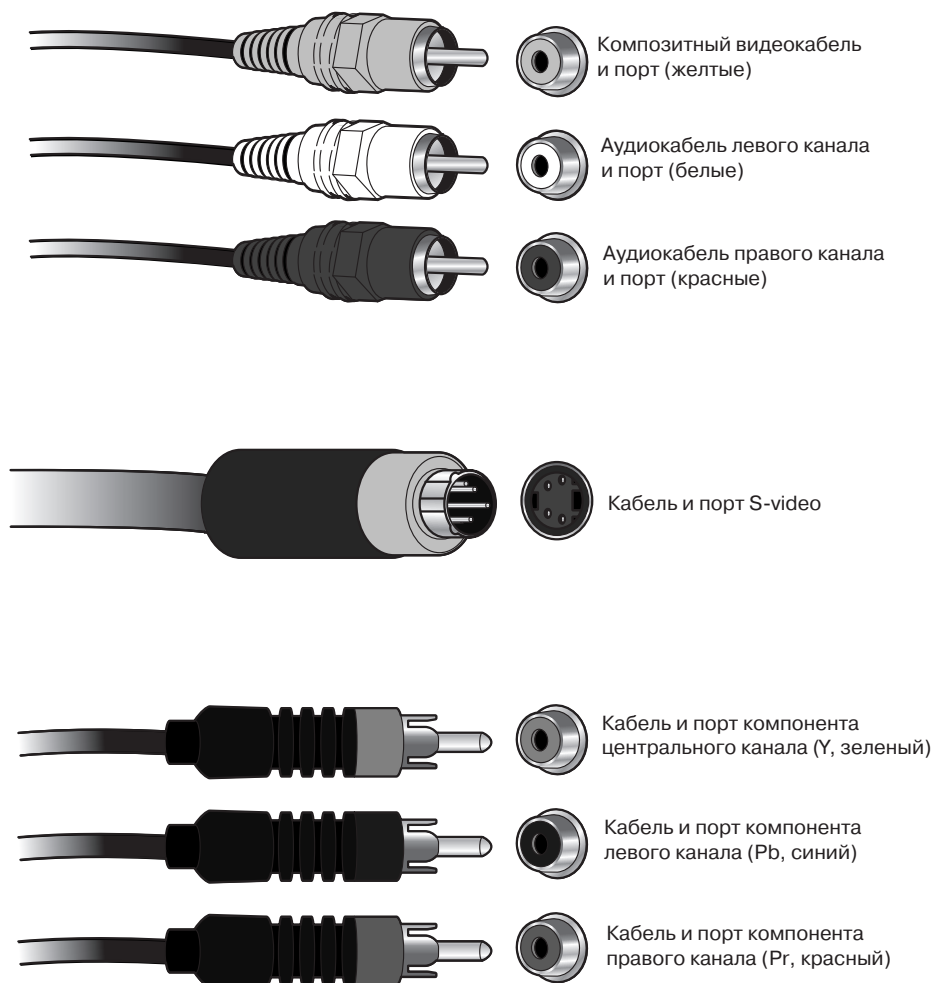


Рис. 13.15. Кабели и порты композитный, S-video и компонентный, используемые в жидкокристаллических телевизорах, мониторах и проекторах, поддерживающих сигналы VGA и HDTV

Люмены

Яркость светового потока проектора измеряется в *люменах*. Проще говоря, чем больше люменов, тем лучше проектор. Большинство проекторов эконом-класса (с ценой до 1000 долларов) создают световой поток величиной 1500–2000 люменов. Такой проектор хорошо работает в помещениях, где можно уменьшить освещение, к примеру выключить лампы возле экрана и оставить свет в остальной части комнаты. Если же проектор планируется использовать в помещениях, где свет не выключается или где шторы на окнах нельзя задернуть, мощность светового потока проектора не должна быть меньше 3000 люменов.

Увеличительные линзы

В проекторах нижнего ценового сектора может не быть увеличительных линз. В таком случае для увеличения изображения проектор нужно отодвинуть от экрана, чтобы ослабить

яркость проецируемого изображения. Для использования в помещениях разных размеров лучше приобретать проекторы с увеличительными линзами.

Размеры и вес

По сравнению с первыми “портативными” проекторами, существовавшими еще десятилетие назад, миниатюрные размеры и вес современных проекторов просто впечатляют. Для уменьшения веса из некоторых моделей исключены встроенные динамики или увеличительные линзы. Сбалансируйте свои потребности с возможностями и габаритами предлагаемых моделей.

Срок жизни и стоимость ламп

Современные портативные проекторы оснащены лампами со сроком жизни порядка 2000 часов и более. При сравнении разных моделей проекторов обращайте внимание на то, какой срок жизни указан в характеристиках: для максимальной или пониженной яркости. При использовании проектора в незатемненном помещении лампа должна работать на полную мощность, что сокращает срок ее жизни.

Замена одной лампы обходится примерно в 200 долларов. О необходимости в скором времени замены лампы предупредит сам проектор.

Прочие характеристики

Возможности проекторов сильно варьируются в зависимости от модели. Если планируется повесить проектор к потолку, проверьте, способен ли он автоматически поворачивать изображение для правильной ориентации. Если проектор планируется установить на столе или подставке, он должен позволять регулировать геометрию вывода, так как в противном случае при установке не по центру не удастся сохранить параллельность линий изображения. Среди прочих проверьте следующие возможности:

- коррекция качества изображения для каждого типа входа;
- интуитивно понятный пульт дистанционного управления.

Уход за монитором

Поскольку хороший ЭЛТ-монитор с размером экрана 17 дюймов и больше или жидкокристаллический монитор с размером экрана 15 дюймов и больше может работать гораздо дольше компьютера, необходимо обеспечить должный уход, чтобы продлить срок службы дисплея.

- Хотя выгорание люминофора (при котором на экране остается постоянная тень от предыдущего изображения) в современных VGA-мониторах (в отличие от старых TTL-дисплеев) практически исключено, *хранители экрана* (или *заставки*) могут пригодиться для защиты компьютера от несанкционированного доступа. Назначить хранителю экрана пароль можно как средствами Windows, так и с помощью сторонних программ (хотя если кто-либо подсмотрит, как вы набираете пароль, то это уже не поможет). В диалоговом окне **Свойства:Экран** можно выбрать несколько хранителей экрана; кроме того, сотни и тысячи бесплатных заставок представлены для загрузки в Интернете. Учтите, что некоторые “бесплатные” заставки могут вызвать неполадки в системе или установить шпионские программы, поэтому используйте хранители, непосредственно созданные для конкретной операционной системы.

Примечание

При работе плазменных дисплеев возможно выгорание частиц фосфора, поэтому при их подключении к ПК обязательно активизируйте экранную заставку.

- Во избежание преждевременного выхода из строя кнопки включения монитора (что вполне реально) используйте функции энергосбережения в диалоговом окне **Свойства:Экран** или **Электропитание** для определения промежутка времени, по истечении которого будет активизироваться режим ожидания (лучше всего — 10–15 мин), а выключать

монитор следует примерно через час. Не забывайте постоянно использовать энергосберегающие функции, а не щелкайте выключателем питания на корпусе монитора. Выключать монитор необходимо один раз в день — по окончании работы.

Как определить, действительно ли выключен монитор или он находится в режиме ожидания? Посмотрите на зеленый индикатор, расположенный на передней панели монитора. Если монитор в режиме ожидания, то индикатор мигает или желтый, в то время как при нормальной работе индикатор постоянно зеленый. Поскольку монитор в режиме ожидания все равно потребляет немного энергии, по окончании рабочего дня его следует выключить.

Если монитор не переходит в режим ожидания после того, как видеоадаптер перестанет отсылать ему сигналы, проверьте, правильно ли указан тип монитора в диалоговом окне **Свойства:Экран**. Кроме того, для любого монитора, поддерживающего функции управления питанием, должен быть установлен флажок Energy Star (если таковой имеется); это не относится к мониторам, работающим круглосуточно (например, к вокзальным терминалам).

- Обеспечьте нормальную вентиляцию монитора, не кладите на него папки, книги и т.д. Монитор со слегка оплавленной решеткой в верхней части корпуса является жертвой перегрева и плохого охлаждения. Если монитор должен стоять в плохо проветриваемом месте, лучше воспользоваться жидкокристаллической панелью, так как она выделяет намного меньше тепла, чем ЭЛТ-монитор.
- Регулярно протирайте экран монитора салфеткой, смоченной очищающим раствором. Также не забывайте вытирать пыль с корпуса.
- Если монитор оснащен средством размагничивания, то периодически пользуйтесь им. Вокруг электронной трубки монитора расположены мощные магниты, поэтому держите переносные магнитные носители на безопасном расстоянии.

Видеоадаптеры

Видеоадаптер обеспечивает интерфейс между компьютером и монитором, передавая сигналы, которые превращаются в изображение, которое мы видим на экране. На протяжении всей истории ПК было разработано несколько удачных стандартов, каждый последующий из которых обеспечивал более высокие разрешение и глубину цвета. Наиболее значимые стандарты видеоадаптеров перечислены ниже.

- MDA (Monochrome Display Adapter)
- HGC (Hercules Graphics Card)
- CGA (Color Graphics Adapter)
- EGA (Enhanced Graphics Adapter)
- VGA (Video Graphics Array)
- SVGA (Super VGA)
- XGA (eXtended Graphics Array)
- UGA (Ultra Video Graphics Array)

Большинство этих стандартов были изначально разработаны компанией IBM и затем лицензированы другими производителями. В настоящее время IBM уступила пальму первенства в производстве высококачественных мониторов другим компаниям, а большая часть приведенных стандартов безнадежно устарела. Единственным исключением является VGA; этой аббревиатурой обозначают базовые возможности монитора, используемые практически любым видеоадаптером.

Среди характеристик купленного видеоадаптера вы найдете, вероятнее всего, не список стандартов, таких как XGA или UVGA, а разрешение и глубину цветности. В то же время знакомство с основными стандартами позволит понять ход эволюции технологий и подготовит к случайной встрече с восставшими из мрачного прошлого старыми адаптерами.

Современные VGA-адаптеры способны отображать интерфейс программ, написанных для CGA, EGA и других устаревших стандартов. Это позволяет использовать старые программы (такие, как игры и образовательные программы) даже на современном ПК. Однако следует иметь в виду, что некоторые программы запустить не удастся, так как они обращаются к регистрам, которые современными видеоадаптерами не поддерживаются.

Адаптер VGA

В апреле 1987 года, одновременно с выпуском компьютеров семейства PS/2, компания IBM ввела в действие спецификацию VGA (Video Graphics Array), которая вскоре стала общепризнанным стандартом систем отображения компьютеров. Практически сразу же IBM обнародовала еще одну спецификацию для систем отображения с низким разрешением MCGA и выпустила на рынок видеоадаптер высокого разрешения IBM 8514. Адаптеры MCGA и 8514 не стали общепризнанными стандартами, подобно VGA, и вскоре сошли со сцены.

Все современные видеоадаптеры оснащены 15-контактным аналоговым разъемом VGA и/или же аналогово-цифровым разъемом DVI, которые соответствуют стандарту VGA. Схема разъема VGA представлена на рис. 13.16, а назначение контактов — в табл. 13.12.

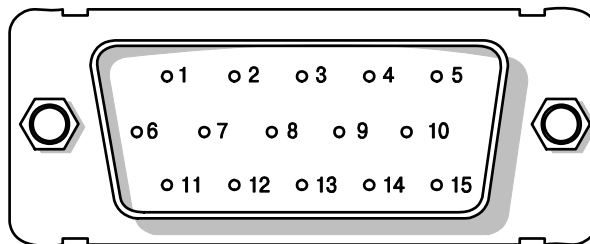


Рис. 13.16. Разъем VGA используется при работе с адаптерами стандартов VGA, SVGA и других стандартов на базе VGA

Таблица 13.12. Назначение контактов стандартного разъема VGA

Контакт	Сигнал	Направление передачи
1	Красный	Выход
2	Зеленый	Выход
3	Синий	Выход
4	Монитор ID 2	Вход
5	Логический ноль (самотестирование монитора)	—
6	Общий для красного аналогового	—
7	Общий для зеленого аналогового	—
8	Общий для синего аналогового	—
9	Ключ (контакт пропущен)	—
10	Общий для синхронизации	—
11	Монитор ID 0	Вход
12	Монитор ID 1	Вход
13	Синхронизация строк	Выход
14	Синхронизация кадров	Выход
15	Монитор ID 3	Вход

В разьеме VGA, подключаемом к видеоадаптеру, зачастую отсутствуют 9-й контакт, 5-й контакт, используемый для тестирования, и 15-й контакт, применяемый еще реже. Для иден-

тификации типа монитора, подключенного к системе, некоторые производители используют различные комбинации контактов.

Цифровые и аналоговые сигналы

В отличие от устаревших видеостандартов, ориентированных на передачу мониторам цифровых сигналов, в VGA используется передача аналоговых сигналов. Почему же предпочтение отдано именно аналоговым сигналам, в то время как вся остальная электроника переходит на цифровую технологию? Например, проигрыватели компакт-дисков (цифровые) вытеснили проигрыватели виниловых пластинок (аналоговые); в новейших видеомагнитофонах и видеокамерах изображения хранятся в цифровом виде для стоп-кадров и медленных повторов; цифровой телевизор позволяет смотреть на одном экране несколько программ одновременно.

Большинство мониторов компьютеров, выпущенных до PS/2, принимали цифровые сигналы. При выводе цветного изображения поступавшие сигналы RGB включали/выключали лучи красной, зеленой и синей электронных пушек ЭЛТ-трубки. Таким образом, в изображении на экране могло присутствовать до восьми цветов (2^3). В мониторах и адаптерах IBM количество цветовых комбинаций удваивалось за счет дополнительных сигналов яркости по каждому цвету. Технология их производства достаточно проста и хорошо освоена, а цветовая совместимость между различными моделями вполне приемлема. Наиболее существенный недостаток цифровых мониторов — ограниченное количество цветов.

В системах PS/2 компания IBM перешла к аналоговой схемотехнике в системе отображения. Аналоговый монитор работает по тому же принципу, что и цифровой, т.е. передаются RGB-сигналы управления тремя основными цветами, но каждый сигнал имеет несколько уровней яркости (в стандарте VGA — 64). В результате число возможных комбинаций цветов возрастает до 262 144 (643). Для создания реалистичного изображения средствами компьютерной графики цвет часто оказывается важнее высокого разрешения, поскольку человеческий глаз воспринимает картинку с большим количеством цветовых оттенков как более правдоподобную.

Функции адаптеров VGA

В компьютерах PS/2 большинство схем видеоадаптера расположены на системной плате. Эти схемы реализованы в виде специализированной интегральной микросхемы и выпускаются IBM и другими компаниями.

Хотя компьютеры IBM MicroChannel (MCA), такие как PS/2 Model 50 и более поздних моделей, поддерживают стандарт VGA, в настоящее время практически невозможно найти VGA-адаптер, который можно было бы использовать в системах с шиной MCA.

BIOS VGA — это программа, предназначенная для управления схемами VGA. Через BIOS программы могут инициировать некоторые процедуры и функции VGA, не обращая при этом непосредственно к адаптеру. Таким образом, программы становятся аппаратно-независимыми и могут вызывать некоторые функции, хранящиеся в системной BIOS.

Дальнейшее развитие и совершенствование VGA, связанное с модернизацией аппаратуры, приведет к появлению соответствующих модификаций BIOS. При этом могут быть добавлены новые функции. Таким образом, VGA даже после модернизации будет выполнять все графические и текстовые функции, введенные в его спецификацию в момент создания. Используя VGA, можно работать со всеми программами, изначально разработанными для адаптеров MDA, CGA и EGA.

Стандартный адаптер VGA обеспечивает отображение до 256 оттенков на экране из палитры в 262144 цвета (256 Кбайт) при разрешении 640×480. В текстовом режиме 720×400 может быть отображено 16 цветов. Естественно, для этого должен использоваться аналоговый монитор.

Мониторы VGA бывают не только цветными, но и монохромными. Накладывая (суммируя) сигналы всех цветов, можно получить 64 градации серого вместо оттенков разных цветов, причем преобразование цвета в яркость выполняется программами BIOS. Программа суммирования инициализируется в том случае, если BIOS при загрузке системы об-

наруживает монохромный монитор. В этой программе используется преобразование, в котором формула желаемого цвета переписывается таким образом, чтобы в нее были включены все три основных цвета, в результате чего образуется новая градация серого. Таким образом, пользователи, предпочитающие работать с монохромным дисплеем, все равно могут использовать приложения, рассчитанные на цветной.

В настоящее время основой считается адаптер VGA, обеспечивающий 16 цветов и разрешение 640×480. Эти параметры должны поддерживаться всеми адаптерами, работающими под управлением операционной системы Windows. Если при загрузке системы возникают проблемы, то она загружается в безопасном режиме, в котором по умолчанию используется адаптер VGA в режиме 640×480, 16 цветов. Windows 2000 и Windows XP можно загрузить в аналогичном VGA-режиме (в Windows XP он имеет разрешение 800×600); это, однако, не снижает производительность системы, что характерно при использовании безопасного режима загрузки (при котором 32-битовые драйверы заменяются службами BIOS).

В начале 1990-х годов IBM представила модификацию VGA — стандарты XGA и XGA-2, однако большинство промышленных стандартов были разработаны производителями видеоадаптеров и ассоциацией VESA (Video Electronic Standard Association).

Адаптеры SVGA

С появлением видеоадаптеров XGA и 8514/A конкуренты IBM решили не копировать эти расширения VGA, а начать выпуск более дешевых адаптеров с разрешением, превышающим разрешение продуктов IBM. Эти видеоадаптеры образовали категорию Super VGA, или SVGA. Поначалу SVGA не был стандартом. Под этим термином подразумевались многочисленные и отличающиеся одна от другой разработки различных компаний, требования к параметрам которых были жестче, чем к VGA.

Например, одни видеоадаптеры предлагали несколько форматов изображения (800×600 и 1024×768) с разрешением, которое выше, чем у VGA, в то время как другие имели такое же или даже большее разрешение (но и более обширную палитру воспроизводимых оттенков в каждом формате). Несмотря на различия, все эти видеоадаптеры относятся к категории плат SVGA.

Внешне платы SVGA мало чем отличаются от своих собратьев VGA. На них установлены такие же разъемы, однако, поскольку типовые спецификации плат SVGA разных производителей существенно различаются, подробно рассмотреть их невозможно.

Стандарты SVGA ассоциации VESA

В октябре 1989 года ассоциация VESA, учитывая сложность программирования множества выпускаемых модификаций карт SVGA, предложила стандарт единого программного интерфейса с этими платами. В эту ассоциацию вошли представители большинства компаний, выпускающих аппаратуру для ПК, в том числе и аппаратуру отображения. Новый стандарт был назван VESA BIOS Extension. Если видеоадаптер удовлетворяет этому стандарту, программным путем легко определить специфические соответствия и использовать их в дальнейшем. Достоинство VESA BIOS заключается в том, что для работы с любым адаптером SVGA программист может использовать единый драйвер. Существующий стандарт VESA на платы SVGA предусматривает использование практически всех распространенных вариантов форматов изображения и кодирования цветовых оттенков, вплоть до разрешения 1280×1024 пикселей при 16777216 оттенках (24-разрядное кодирование цвета). С адаптерами SVGA различных моделей от разных производителей можно общаться через единый программный интерфейс VESA. Эта поддержка главным образом необходима для DOS-приложений реального режима (в основном — для игр) и операционных систем, отличных от Windows. Для пользователей операционных систем Windows 9x и Windows NT/2000 эти расширения BIOS не нужны, поскольку для работы используется видеодрайвер установленного видеоадаптера.

Примечание

Список режимов VESA BIOS по разрешению, глубине цветности и частоте обновления экрана можно найти в техническом справочнике, содержащемся на прилагаемом к книге DVD.

Типы видеоадаптеров

Для любого монитора необходим источник сигнала. Сигналы поступают в монитор от видеоадаптера, установленного в компьютере.

Существует три способа подключения к системному блоку ЭЛТ- или жидкокристаллических мониторов.

- **Платы расширения.** В данном случае предполагается использование отдельных плат расширения с интерфейсом PCI-Express, AGP или PCI. При этом обеспечивается наибольшее быстродействие, большой объем памяти, а также поддержка наибольшего количества функций.
- **Графический процессор, интегрированный на системной плате.** Быстродействие чаще всего оказывается ниже, чем при использовании плат расширения, преимущественно по причине использования устаревших решений. Хотя подобные решения часто поддерживались системными платами LPX, в современных системах они практически не используются. Даже ноутбуки средней и высшей ценовых категорий оснащены дискретными графическими адаптерами.
- **Набор микросхем с интегрированным графическим ядром.** Это наиболее доступные по цене решения, однако их быстродействие очень низко, особенно при запуске трехмерных игр и других приложений, интенсивно использующих графику. При этом также обеспечиваются меньшие значения разрешения и частот обновления, чем при использовании плат расширения. Наиболее часто интегрированные наборы микросхем реализованы в бюджетных моделях ноутбуков, а также в некоторых их моделях среднего ценового диапазона.

Как правило, настольные компьютеры, в которых используются системные платы формфактора microATX, FlexATX, microBTX, PicoBTX или Mini-ITX, оснащены графическим ядром, интегрированным в набор микросхем производства компаний Intel, VIA Technology, SiS и др. Некоторые системные платы формфактора microATX также могут допускать установку видеоадаптеров PCI-Express x16 или AGP (см. следующий раздел).

Термин “видеоадаптер” применим как к интегрированным, так и к обособленным решениям. Термин “графический адаптер” полностью взаимозаменяем с термином “видеоадаптер”, поскольку все видеокарты, начиная с разработанного компанией IBM монохромного адаптера MDA, поддерживают отображение как графики, так и текста.

Системные платы с интегрированным графическим ядром

На протяжении целого ряда лет встроенная графическая система была одним из характерных элементов недорогих компьютеров. Вплоть до недавнего времени большинство стандартных компонентов графической системы переносились непосредственно на системную плату. Во многих недорогих системах, в частности созданных на основе системных плат формфактора LPX, стандартные видеосхемы типа VGA были включены в системную плату. Рабочие характеристики и возможности встроенной видеосистемы лишь немногим отличаются от свойственных платам расширений, использующих те же или подобные наборы микросхем. Кроме того, в большинстве случаев встроенную видеосистему можно с успехом заменить видеоадаптером.

В последние годы наметилась устойчивая тенденция к интегрированию акселераторов трехмерной графики в наборы микросхем системной логики материнских плат. Таким образом, набор микросхем вобрал в себя функции большинства компонентов обособленных графических адаптеров, используя при этом часть основной памяти в качестве видеопамати. Такую архитектуру использования памяти часто называют *унифицированной архитектурой памяти* (UMA). Несмотря на то что этот метод используется и некоторыми микросхемами видеоадаптеров, наибольшее распространение он получил среди интегрированных в материнскую плату наборов микросхем.

Первой среди производителей интегрированных наборов микросхем, содержащих видео- и аудиокомпоненты, была компания Cyrix Semiconductor (ныне — VIA Technologies). Ею был разработан набор из двух микросхем, получивший название MediaGX. Он объединил в себе функции процессора, контроллера памяти, обработки звука и графики, что позволило значительно уменьшить стоимость выпускаемых компьютеров (правда, их производительность была гораздо ниже, чем систем класса Pentium с аналогичными тактовыми частотами). Компании National Semiconductor и впоследствии AMD разработали усовершенствованную версию MediaGX, получившую название Geode GX.

Компания Intel стала следующим разработчиком интегрированных наборов микросхем, который созданием набора серии 810 (кодовое название — “Whitney”) возвестил о начале широкомасштабной промышленной поддержки этой конструкции. К числу наборов микросхем Intel, имеющих интегрированное графическое ядро, относятся все семейство Intel 810, а также отдельные модели Intel 815 и 815E для Pentium III и Celeron. В настоящее время Intel предлагает интегрированное видео для процессоров с гнездом Socket 775, таких как Pentium 4, Celeron, Pentium D и Core 2 в семействах наборов микросхем 845, 865, 91x, 94x и 965. Для семейства процессоров Core 2 был создан специальный набор микросхем G3x. В табл. 13.13 приводится сравнительная характеристика функций видео наборов микросхем серий 8xx, 9xx и G3x. Наборы микросхем, перечисленные вместе, реализуют одни и те же функции видео, однако отличаются способом взаимодействия с памятью, функциями ввода-вывода и т.п.

Помимо Intel, производством наборов микросхем с интегрированным ядром занимаются компании AMD, NVIDIA, SiS и VIA. В табл. 13.14 приведены сравнительные характеристики интегрированных наборов микросхем этих производителей, поддерживающих PCI-Express.

Некоторые интегрированные наборы микросхем поддерживают порт DVI для вывода сигнала на цифровые ЖК-панели и выход HDMI для использования с телевидением высокой четкости и прочими компонентами домашнего кинотеатра. На рис. 13.17 показана типичная компоновка этих портов.

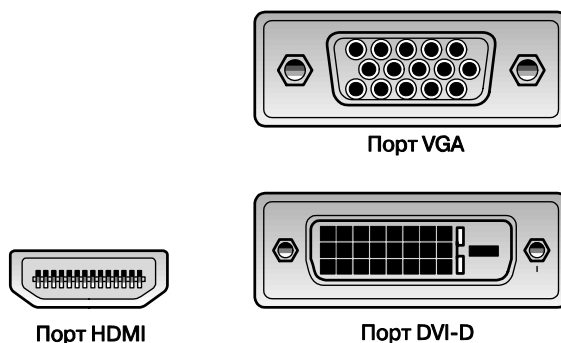


Рис. 13.17. Типичная панель портов с интегрированным аналоговым, цифровым и HDTV-портом

Серьезного поклонника трехмерных игр вряд ли устроит уровень производительности, обеспечиваемый большинством интегрированных наборов микросхем для платформ Core 2 Duo и Athlon 64 X2. Однако того уровня быстродействия, который ими обеспечивается, более чем достаточно для бизнес- и домашних пользователей, а также для тех, кто запускает игры лишь время от времени. При этом можно существенно сэкономить средства, так как отпадает необходимость в приобретении отдельного видеоадаптера. Если вы приняли решение приобрести системную плату с интегрированным набором микросхем, обратите внимание прежде всего на модели, оснащенные разъемом PCI Express x16. Благодаря ему всегда можно оснастить компьютер отдельным видеоадаптером, если в этом возникнет необходимость.

Таблица 13.13. Видеофункции интегрированных наборов микросхем от компании Intel

Набор микросхем	Поддерживаемые процессоры	Интегрированное ядро	Поддерживаемый тип графики AGP	Объем видеопамяти, Мбайт
810, 810E, 810E2	Pentium III, Celeron III	Intel 3D with Direct AGP	—	6 ¹ , 10 ² , 12 ³
815, 815E	Pentium III, Celeron III	Intel 3D with Direct AGP	AGP 4x	6 ¹ , 10 ² , 12 ³
815G, 815EG	Pentium III, Celeron III	Intel 3D with Direct AGP	—	6 ¹ , 10 ² , 12 ³
845GL	Pentium 4, Celeron 4	Intel Extreme Graphics	—	32 ⁴ , 64 ⁵
845G, 845GE	Pentium 4, Celeron 4	Intel Extreme Graphics	AGP 4x	32 ⁶ , 64 ⁷
845GV	Pentium 4, Celeron 4	Intel Extreme Graphics	—	32 ⁶ , 64 ⁷
865GV	Pentium 4, Celeron 4, Celeron D	Intel Extreme Graphics 2	—	32 ⁴ , 64 ⁵
865G	Pentium 4, Celeron 4, Celeron D	Intel Extreme Graphics 2	AGP 8x	32 ⁴ , 64 ⁵
910GL ⁸	Pentium 4, Celeron 4, Celeron D	Intel Graphics Media Accelerator 900	—	32 ⁴ , до 128 ⁵
915G ⁸	Pentium 4, Celeron 4, Celeron D	Intel Graphics Media Accelerator 900	PCI Express x16	32 ⁴ , до 128 ⁵
915GV, 915GL ⁸	Pentium 4, Celeron 4, Celeron	Intel Graphics Media Accelerator 900	—	32 ⁴ , до 128 ⁵
945G	Pentium D, Pentium 4, Celeron D, Celeron 4	Intel Graphics Media Accelerator 950	PCI Express x16	До 224 ⁹
945GZ	Pentium D, Pentium 4, Celeron D, Celeron 4	Intel Graphics Media Accelerator 950	—	До 224 ⁹
946GZ	Pentium D, Pentium 4 HT, Celeron D, Celeron 4	Intel Graphics Media Accelerator 3000	PCE Express x16	До 256 ⁹
Q963	Pentium D, Pentium 4 HT, Core 2 Duo	Intel Graphics Media Accelerator 3000	PCE Express x16	До 256 ⁹
Q965	Pentium D, Pentium 4 HT, Core 2 Duo	Intel Graphics Media Accelerator 3000	PCE Express x16	До 256 ⁹
G965	Pentium D, Pentium 4 HT, Core 2 Duo	Intel Graphics Media Accelerator 3000	PCE Express x16	До 384 ⁹
G31	Core 2 Duo, Core 2 Quad	Intel Graphics Media Accelerator 3100	PCE Express x16 (v1.1)	До 384 ⁹
G33	Core 2 Duo, Core 2 Quad	Intel Graphics Media Accelerator 3100	PCE Express x16 (v1.1)	До 384 ⁹

1. Системы, оснащенные памятью объемом 32 Мбайт; должны быть установлены драйверы графического адаптера версии PV 5.x или последующей.

2. Системы, оснащенные памятью объемом 64 Мбайт; должны быть установлены драйверы графического адаптера версии PV 5.x или последующей.

3. Системы, оснащенные памятью объемом 128 Мбайт; должны быть установлены драйверы графического адаптера версии PV 5.x или последующей.

4. Системы, оснащенные памятью объемом до 128 Мбайт.

5. Системы, оснащенные памятью объемом более 128 Мбайт.

6. Системы, оснащенные памятью объемом до 255 Мбайт.

7. Системы, оснащенные памятью объемом 256 Мбайт и более.

8. Кодовое название данного набора микросхем — Grantsdale.

9. Объем памяти зависит от задач и общего объема системной памяти. Подробности — на сайте компании Intel.

Intel 3D with Direct AGP — поддержка базовых функций ускорения двумерной и трехмерной графики.

Intel Extreme Graphics — поддержка альфа-смешивания, тумана, анизотропной фильтрации, аппаратной компенсации движения, а также ряда дополнительных функций.

Intel Extreme Graphics 2 — улучшенная версия графического ядра Extreme Graphics; добавлены улучшенное управление памятью, зонный рендеринг, а также быстрый рендеринг пикселей и текстур.

Intel Graphics Media Accelerator 900 — изначально данное ядро называлось Extreme Graphics 3; улучшенная версия ядра Extreme Graphics 2, получившая поддержку большинства функций DirectX 9 (отсутствует поддержка вершинных шейдеров). Возможна поддержка вывода изображений на два монитора (необходимо наличие платы ADD2), а также поддержка широкоформатных жидкокристаллических панелей.

Intel Graphics Media Accelerator 950 — ускоренная версия Intel Graphics Media Accelerator 900.

Intel Graphics Media Accelerator 3000 — включает элементы выполнения, поддерживающие вершинные шейдеры в трехмерной графике (поддержка DirectX 9.0c) и обработку воспроизведения видео. Поддерживает расширения OpenGL 1.4+.

Intel Graphics Media Accelerator X3000 — улучшенная версия GMA 3000 с поддержкой визуализации HDR и технологии Clear Video для улучшенного воспроизведения видео. Аппаратный T&L. Поддержка OpenGL 1.5.

Intel Graphics Media Accelerator 3100 — включает поддержку DirectX 10 Shader Model 4 для визуализации HDR и технологии Clear Video для улучшенного воспроизведения видео. Аппаратный T&L. Поддержка OpenGL 1.5.

Таблица 13.14. Видеофункции интегрированных наборов микросхем от других компаний с поддержкой PCI-Express

Поставщик	Набор микросхем	Поддерживаемые процессоры	Интегрированное ядро	Поддерживаемый тип графики AGP	Объем видеопамяти, Мбайт
AMD	AMD 690 (RS690)	AMD Athlon 64 X2, прочие процессоры AMD с гнездом AM2 processors	ATI RADEON X1250	PCI Express x16	256
AMD	RADEON Xpress 1150 для AMD	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	ATI RADEON X300	PCI Express x16	128
ATI	RADEON Xpress 200 for Intel	Intel Pentium 4, Celeron 4	ATI RADEON X300	PCI Express x16	256
ATI	RADEON Xpress 200 для AMD	Семейство AMD Athlon 64, включая Socket 754 Sempron	ATI RADEON X300	PCI Express x16	128
NVIDIA	NVIDIA nForce 630a	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	GeForce 7050PV	PCI Express x16	256 или 512
NVIDIA	NVIDIA nForce 630a	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	GeForce 7025	PCI Express x16	256
NVIDIA	NVIDIA nForce 430	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	GeForce 6150 SE	PCI Express x16	256
NVIDIA	NVIDIA nForce 430	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	GeForce 6100	PCI Express x16	128
NVIDIA	NVIDIA nForce 405	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	GeForce 6100	PCI Express x16	128
SiS	SiS771	AMD Athlon 64 X2, Athlon 64 FX, FX/X2, Athlon 64, Sempron	SiS Mirage 3	PCI Express x16	256
SiS	SiS671	Intel Core 2 Duo, Pentium D, Pentium 4	SiS Mirage 3	PCI Express x16	256
SiS	SiS672	Intel Core 2 Duo, Pentium D, Pentium 4	SiS Mirage 3+	PCI Express x16	256
SiS	SiS672FX	Intel Core 2 Duo, Pentium D, Pentium 4	SiS Mirage 3+	PCI Express x16	256
SiS	SiS662	Intel Core 2 Duo, Pentium D, Pentium 4	SiS Mirage 1	PCI Express x16	64
SiS	SiS761GX	AMD Athlon 64 FX	SiS Mirage 1	PCI Express x16	128
VIA	K8M890	AMD Athlon 64, FX, X2, Sempron	VIA Chrome 9 HC	PCI-Express x16	256
VIA	P4M900	Intel Core 2 Duo, Pentium D, Pentium 4, Celeron	VIA Chrome 9 HC	PCI-Express x16	128
VIA	KM960	AMD Athlon 64, FX,	VIA Chrome 9 HC	PCI-Express x16	256

RADEON X1250 — DirectX 9.0b (Shader Model 2.0x). Поддержка DVI и HDMI с HDCP. Основан на Radeon X700.

RADEON X300 — DirectX 9 (Shader Model 2.0). Поддержка дополнительного порта DVI.

GeForce 7050PV — DirectX 9.0c (Shader Model 3.0). DVI и HDMI с HDCP. Воспроизведение видео PureVideo. Основан на серии GeForce 7.

GeForce 7025 — DirectX 9.0c (Shader Model 3.0), DVI с HDCP. Основан на серии GeForce 7.

GeForce 6150 SE — DirectX 9.0c (Shader Model 3.0), DVI. Основан на серии GeForce 6.

GeForce 6100 — DirectX 9.0c (Shader Model 3.0), DVI только на nForce 430. Основан на серии GeForce 6.

Mirage 3 — DirectX 9 (Shader Model 2.0). Поддержка RealVideo для Windows Vista.

Mirage 3+ — DirectX 9 (Shader Model 2.0). RealVideo. Уменьшает энергопотребление, когда 3D не используется.

Mirage 1 — DirectX 7. Ускорение MPEG2/DVD. Поддержка HD Video.

Chrome9 HC (DeltaChrome) — DirectX 9 (Shader Model 2.0). Ускорение видео MPEG.

Компоненты видеосистемы

Для работы видеоадаптера необходимы следующие основные компоненты:

- видео-BIOS;
- графический процессор, иногда называемый графическим акселератором;
- видеопамять;
- цифроаналоговый преобразователь DAC (ранее используемый в качестве отдельной микросхемы, DAC зачастую встраивается в графический процессор новых наборов

микросхем; необходимость в подобном преобразователе в полностью цифровых системах — цифровая видеокарта плюс цифровой монитор — отпадает, однако, пока живы аналоговый интерфейс VGA и аналоговые мониторы, DAC еще некоторое время будет использоваться);

- разъем;
- видеодрайвер.

Один из самых производительных видеоадаптеров показан на рис. 13.18. Большинство его компонентов скрыто под кожухом системы охлаждения графического процессора (GPU), включающей в себя вентилятор и теплоотвод.

Практически все видеоадаптеры, представленные сегодня на рынке, используют наборы микросхем, обеспечивающие ускоренную обработку трехмерной графики. В следующих разделах мы рассмотрим эти компоненты и функции более подробно.

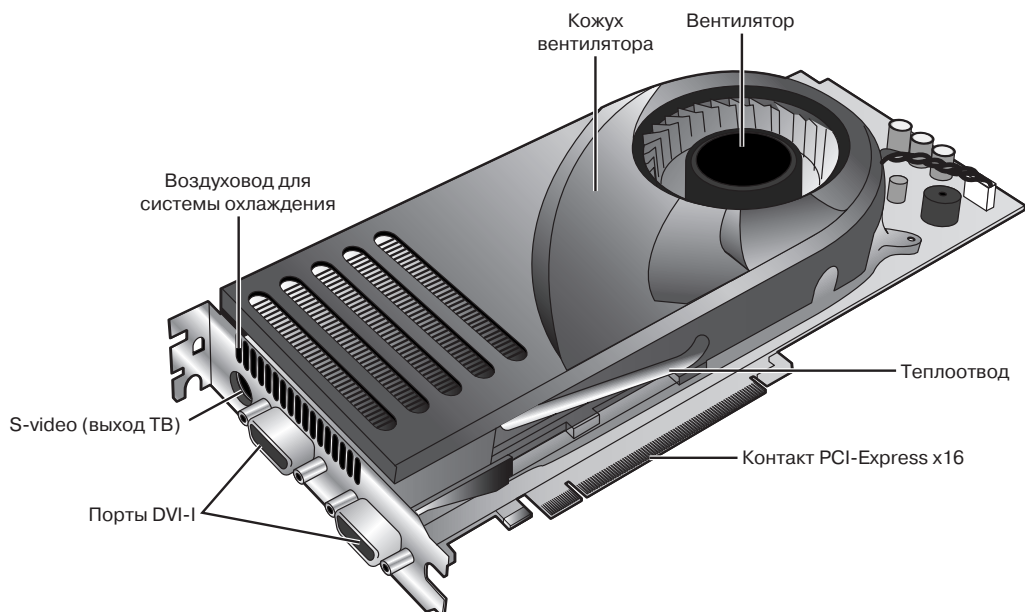


Рис. 13.18. Типичный высокопроизводительный видеоадаптер nVidia GeForce 8800 GTX, оптимизированный для компьютерных игр и работы с двумя мониторами

BIOS видеоадаптера

Видеоадаптеры имеют свою BIOS, которая подобна системной BIOS, но полностью независима от нее. (Другие устройства в компьютере, такие как адаптеры SCSI, также могут иметь собственную систему BIOS.) Если вы включите монитор первым и сразу же посмотрите на экран, то увидите опознавательный знак BIOS видеоадаптера в самом начале запуска системы.

Хранится BIOS видеоадаптера, подобно системной BIOS, в микросхеме ПЗУ; она содержит основные команды, которые предоставляют интерфейс между оборудованием видеоадаптера и программным обеспечением. Программа, которая обращается к функциям BIOS видеоадаптера, может быть автономным приложением, операционной системой или системной BIOS. Обращение к функциям BIOS позволяет вывести информацию о мониторе во время выполнения процедуры POST и начать загрузку системы до загрузки с диска любых других программных драйверов.

Модернизировать BIOS видеоадаптера, как и системную BIOS, можно двумя способами. Если BIOS записана в микросхеме EEPROM, то ее содержимое можно обновить с помощью специальной программы, поставляемой изготовителем адаптера. В противном случае микросхему можно заменить новой, также поставляемой изготовителем. BIOS, которую можно модифицировать с помощью программного обеспечения, иногда называется Flash BIOS. В настоящее время большинство производителей отдают предпочтение обновлению драйверов, а не BIOS.

Обновление BIOS видеоадаптера (“прошивка”) может потребоваться в том случае, если старый адаптер используется в новой операционной системе или изготовитель обнаружил существенный дефект в первоначальном коде программы. Но не впадайте в соблазн модернизировать BIOS видеоадаптера только потому, что появилась новая, пересмотренная версия. Старайтесь следовать правилу “Не модернизируйте, если в этом нет необходимости”. Ознакомьтесь с документацией и проверьте, есть ли необходимость в обновлении в вашем конкретном случае.

Графический процессор

Графический процессор, или набор микросхем, является “сердцем” любой видеокарты и характеризует быстродействие адаптера и его функциональные возможности. Два видеоадаптера различных производителей с одинаковыми процессорами зачастую демонстрируют схожую производительность и функции обработки графических данных. Кроме того, программные драйверы, с помощью которых операционные системы и приложения управляют видеоадаптером, как правило, разрабатываются именно с учетом параметров конкретного набора микросхем. Зачастую драйвер, предназначенный для видеоадаптера с определенным набором микросхем, можно использовать с другим адаптером, в котором есть тот же набор микросхем. Безусловно, разница в быстродействии видеоадаптеров с одинаковыми графическими процессорами зависит от типа и объема установленной видеопамяти.

В видеоадаптерах используется несколько основных типов процессоров, которые представлены в табл. 13.15.

Таблица 13.15. Графические процессоры

Тип процессора	Устройство обработки данных	Относительная скорость	Цена	Сфера применения
Структура с сохранением кадра изображения (frame-buffer)	Центральный процессор компьютера	Очень медленная	Очень низкая	Устаревший тип; использовался в видеоадаптерах с интерфейсом ISA
Графический сопроцессор	Собственный процессор видеоадаптера	Очень быстрая	Очень высокая	CAD-системы и инженерные рабочие станции
Графический акселератор	Видеопроцессор формирует прямые линии, окружности, формы; центральный процессор компьютера отправляет адаптеру соответствующие инструкции	Быстрая	От низкой до средней	Все современные видеоадаптеры; объединен с процессором трехмерной графики
Процессор трехмерной графики	Представляет собой блок обработки 3D-графики, располагается в наборе микросхем акселератора и используется для формирования изображения многоугольников, создания световых эффектов и различных типов затухевки	Быстрое отображение двух- и трехмерных объектов	Зависит от типа набора микросхем, видеопамяти и скорости RAMDAC	Все видеоадаптеры, предназначенные для игр, и почти все обычные графические платы

Выбор графического и системного наборов микросхем

Перед покупкой системы или видеоадаптера необходимо определить, какой графический процессор видеоадаптера или тип интегрированного набора микросхем системы будет использоваться. Это позволит сделать следующее:

- сравнить видеоадаптеры или системы различных производителей;
- ознакомиться с технической спецификацией;
- просмотреть различные обзоры и тестовые испытания;
- мотивировать свой выбор;
- познакомиться с производителями видеоадаптеров или наборов микросхем, схемами клиентской поддержки и предоставляемыми драйверами.

Поскольку быстродействие видеоадаптера и состав необходимых функций играют важнейшую роль для конечного пользователя, перед покупкой конкретного продукта узнайте о нем как можно больше, просмотрите обзоры и журнальные статьи, посетите сайт производителя. Использование некорректно написанных драйверов или драйверов с ошибками может привести к возникновению определенных проблем, поэтому следите за появлением их обновленных версий, которые следует по мере необходимости устанавливать. При использовании графических плат очень важное значение может иметь послепродажное сервисное обслуживание. Для того чтобы узнать, предоставляет ли производитель необходимую поддержку, посетите его сайт и посмотрите, имеются ли на нем обновленные версии драйверов.

Лидирующий производитель графических процессоров, компания NVIDIA, создает исключительно наборы микросхем, в то время как ее ближайший конкурент, компания ATI, занимается непосредственной компоновкой видеоадаптеров собственными процессорами, которые также поставляются сторонним производителям.

Видеопамять

Большинство видеоадаптеров для хранения изображений при их обработке обходятся собственной видеопамятью; хотя некоторые видеокарты AGP используют системную оперативную память для хранения трехмерных текстур, эта функция редко находит применение. В основном современные графические адаптеры оснащены собственной видеопамятью объемом от 256 Мбайт и подключены к системе через порт AGP или интерфейс PCI Express x16. Во многих малобюджетных системах встроенные графические системы используют оперативную память компьютера посредством унифицированной архитектуры UMA. В любом случае с помощью как собственной, так и заимствованной видеопамяти выполняются одни и те же операции.

От объема видеопамяти зависят максимальная разрешающая способность экрана и глубина цвета, поддерживаемая адаптером. На рынке в настоящее время предлагаются модели с различными объемами видеопамяти: 128, 256 или 512 Мбайт. Хотя больший объем видеопамяти не сказывается на скорости обработки графических данных, при использовании расширенной шины данных (64–128 бит) или системной оперативной памяти для кэширования часто отображаемых объектов скорость видеоадаптера может существенно увеличиться. Кроме того, объем видеопамяти позволяет видеоадаптеру отображать больше цветов и поддерживать более высокое разрешение, а также хранить и обрабатывать трехмерные текстуры в видеопамяти адаптера AGP, а не в ОЗУ системы.

В качестве видеопамяти могут использоваться микросхемы различных типов (табл. 13.16).

Таблица 13.16. Типы видеопамяти

Тип памяти	Относительное быстродействие	Область применения
FPM DRAM (Fast Page-Mode RAM)	Медленная	Устаревшие видеоадаптеры ISA
VRAM (Video RAM) ¹	Очень быстрая	Дорогая; устаревшая
WRAM (Window RAM) ¹	Очень быстрая	Дорогая; устаревшая
EDO DRAM (Extended Data Out DRAM)	Средняя скорость	Дешевые видеоадаптеры PCI; устаревшая
SDRAM (Synchronous DRAM)	Быстрая	Малобюджетные видеоадаптеры PCI/AGP
MDRAM (Multibank DRAM)	Быстрая	Используется редко; устаревшая
SGRAM (Synchronous Graphics DRAM)	Очень быстрая	Высококачественные видеоадаптеры PCI/AGP (заменена DDR SDRAM)

Тип памяти	Относительное быстродействие	Область применения
DDR SDRAM	Очень быстрая	Высококачественные видеоадаптеры AGP (заменена DDR2 и GDDR3 SDRAM)
DDR2 SDRAM (4-битовая DDR SDRAM)	Чрезвычайно высокая	Высококачественные видеоадаптеры AGP и PCI Express
GDDR3 SDRAM	Чрезвычайно высокая	Адаптеры PCI Express и AGP
GDDR4 SDRAM	Чрезвычайно высокая	Адаптеры PCI Express

1. В этом типе двухпортовой памяти операции чтения и записи данных могут выполняться одновременно, что уменьшает время задержки при доступе к видеопамяти по сравнению с FPM DRAM и EDO DRAM и, следовательно, увеличивает быстродействие видеоадаптера.

Устаревшие типы видеопамяти VRAM, WRAM и MDRAM были вытеснены высокоскоростной памятью SGRAM, SDRAM, DDR SDRAM, DDR2 SDRAM и GDDR3 SDRAM — популярными стандартами системной оперативной памяти. Высокое быстродействие и относительно низкая цена производства привели к тому, что видеоадаптеры с объемом видеопамяти менее 64 Мбайт уже давно исчезли с прилавков магазинов.

Память SDRAM

В компьютерах с процессорами Pentium III, Pentium 4, Athlon и Duron в качестве основной используется синхронная динамическая память SDRAM (Synchronous DRAM). Микросхемы SDRAM обычно припаяны; в некоторых ранних моделях они вставлялись в соответствующие разъемы. Этот тип памяти может работать на частоте шины до 200 МГц, но по быстродействию несколько уступает SGRAM. Память SDRAM используется в недорогих видеоадаптерах NVIDIA GeForce2 MX и ATI RADEON VE.

Память SGRAM

Память SGRAM (Synchronous Graphics RAM) предназначалась для высококачественных моделей видеоадаптеров. Как и SDRAM, она может работать на частоте шины (до 200 МГц). Однако в SGRAM добавлена дополнительная схема для блочной записи данных, что увеличивает скорость прорисовки изображения или трехмерных операций с Z-буфером. Хотя SGRAM более производительная, чем SDRAM, она вытеснена более популярной и быстрой памятью стандарта DDR SDRAM.

Память DDR SDRAM

Память Double Data Rate SDRAM (также называемая DDR SDRAM) — наиболее распространенный тип памяти, которым оснащаются видеоадаптеры. Она позволяет передавать данные со скоростью, в два раза превышающей быстродействие традиционной памяти SDRAM, так как данные передаются по переднему и заднему фронтам импульса. В настоящее время памятью DDR SDRAM оснащены адаптеры семейства GeForce FX от компании NVIDIA, а также адаптеры семейств Radeon 9xxx и X300–X600 от компании ATI.

Память DDR2 SDRAM

Память второго поколения DDR2 SDRAM за каждый такт выполняет выборку 4 бит данных, чем и отличается от DDR SDRAM, для которой характерна выборка 2 бит данных за такт.

GDDR3 SDRAM

Память стандарта GDDR3 SDRAM начала использоваться в дорогих адаптерах NVIDIA GeForce 8 и GeForce 7 и сериях HD и X1xx от ATI, основана на памяти DDR2, однако имеет два существенных отличия.

- GDDR3 разделяет циклы чтения и записи, используя несимметричный однонаправленный импульс, в то время как стандарт DDR2 предполагает использование диффе-

рещиональных двунаправленных импульсов. Благодаря этому значительно увеличивается скорость передачи данных.

- GDDR3 использует механизм *псевдооткрытого дрена*, при котором вместо напряжения используется ток. Благодаря этому обеспечивается совместимость с GDDR-3 графических процессоров, предназначенных для использования с памятью DDR или DDR-II. В результате множество современных видеокарт оборудованы памятью DDR2 или GDDR3. Для определения типа памяти, используемой в конкретной плате, ознакомьтесь со спецификациями поставщика.

GDDR4 SDRAM

Память GDDR4 SDRAM была представлена в видеокарте ATI X1950 XTX, после чего использовалась в адаптерах RADEON HD2600 и 2900. По сравнению с GDDR3 она обладает следующими преимуществами:

- большая пропускная способность (для обеспечения того же быстродействия, что и GDDR3, ей необходимо вдвое меньшая частота);
- большая плотность памяти, что позволяет достигать большего объема в одной микросхеме.

Подробнее о типах памяти речь шла в главе 6.

Быстродействие видеопамати

Быстродействие видеопамати обычно измеряется в мегагерцах, но производители часто оснащают памятью с разным быстродействием видеоадаптеры на базе одного и того же графического процессора, работающего с разными частотами, например NVIDIA GeForce 8800 Ultra (2160 МГц GDDR2) и NVIDIA GeForce 8800 GTS (1600 МГц GDDR2). Более быстрая память и производительное ядро обеспечивают повышенное быстродействие, хотя обходится такой видеоадаптер значительно дороже. Если в основном вы запускаете офисные и бизнес-приложения, можно отдать предпочтение видеоадаптеру, оснащенному более медленными графическим ядром и памятью, и сэкономить деньги.

Если не углубляться в технические детали работы того или иного графического ядра, то сложно разобраться в преимуществах и недостатках памяти SDRAM, DDR SDRAM, DD2, SGRAM или GDDR3. Поскольку ни один из современных видеоадаптеров не поддерживает увеличение объема видеопамати, настоятельно рекомендую изучить результаты тестирования различных видеоадаптеров, после чего приобрести видеоадаптер, функциональность, быстродействие и цена которого вас устраивают.

Вычисление необходимого объема видеопамати

Объем памяти, необходимый для создания режима с заданным разрешением и количеством цветов, вычисляется следующим образом. Для кодирования каждого пикселя изображения необходим определенный объем памяти, а общее количество пикселей определяется заданным разрешением. Например, при разрешении 1024×768 на экране отображается 786432 пикселя.

Если бы это разрешение поддерживало только два цвета, то для отображения каждого пикселя понадобился бы всего один бит памяти, при этом бит со значением 0 определял бы черную точку, а со значением 1 — белую. Отведя на каждый пиксель 24 бит памяти, можно отобразить более 16,7 млн. цветов, так как число возможных комбинаций для 24-разрядного двоичного числа составляет 16777216 (т.е. 2^{24}). Перемножив количество пикселей, используемых при заданном разрешении экрана, на число битов, требующихся для отображения каждого пикселя, получим объем памяти, необходимый для формирования и хранения изображений в этом формате. Ниже приведен пример подобных вычислений.

$$\begin{aligned} 1024 \times 768 &= 786432 \text{ пикселя} \times 24 \text{ бит/пиксель} \\ &= 18874368 \text{ бит} = \\ &= 2359296 \text{ байт} \\ &= 2,25 \text{ Мбайт} \end{aligned}$$

Итак, для отображения картинки с глубиной цвета 24 бит и разрешением 1024×768 пикселей потребуется 2,25 Мбайт видеопамяти на видеоадаптере. Поскольку объем модулей памяти “физически” кратен степеням двойки, т.е. можно установить 256 либо 512 Кбайт, 1, 2 либо 4 Мбайт и т.д., для поддержки такого режима необходимо хотя бы 4 Мбайт.

Чтобы иметь еще более высокое разрешение и большее количество оттенков на плате SVGA, объем памяти должен существенно превышать 256 Кбайт, установленных на плате стандартного адаптера VGA. В табл. 13.17 перечислены требования к объему памяти для ряда стандартных разрешений и значений глубины цвета при выполнении операций с двухмерной графикой, таких как редактирование фотографий, подготовка презентаций, работа с настольными издательскими системами, а также веб-дизайн.

Таблица 13.17. Объемы памяти видеоадаптера для различных режимов отображения (двухмерная графика)

Разрешение, пикселей	Глубина цвета, бит	Количество цветов	Объем модуля, Мбайт	Необходимый объем видеопамяти, байт
640×480	16	65536	1	614400
640×480	24	16777216	1	921600
640×480	32	4294967296	2	1228800
800×600	16	65536	1	960000
800×600	24	16777216	2	1440000
800×600	32	4294967296	2	1920000
1024×768	16	65536	2	1572864
1024×768	24	16777216	4	2359296
1024×768	32	4294967296	4	3145728
1280×1024	16	65536	4	2621440
1280×1024	24	16777216	4	3932160
1280×1024	32	4294967296	8	5242880
1400×1050	16	65536	4	2940000
1400×1050	24	16777216	8	4410000
1400×1050	32	4294967296	8	5880000
1600×1200	16	65536	4	3840000
1600×1200	24	16777216	8	5760000
1600×1200	32	4294967296	8	7680000

Из таблицы видно, что все современные видеоадаптеры (в том числе и интегрированные) способны формировать изображение, содержащее 16,8 млн. цветовых оттенков, при любом разрешении; более того, они оснащаются гораздо большим, чем указано в таблице, объемом памяти, так как того требуют функции трехмерной графики.

Видеоадаптерам, поддерживающим функции трехмерной графики, при заданных глубине цвета и разрешении потребуется больший объем видеопамяти, поскольку данные видеоадаптеры используют еще три буфера: передний буфер, задний буфер и Z-буфер. Объем видеопамяти, который требуется для выполнения той или иной операции, зависит от настроек глубины цвета и Z-буфера. При тройной буферизации трехмерным текстурам выделяется больший объем видеопамяти, чем при двойной, однако при этом может снижаться быстродействие некоторых игр. Режим буферизации, как правило, задается в диалоговом окне свойств видеоадаптера.

В табл. 13.18 представлены требования к объему видеопамяти в некоторых режимах работы видеоадаптеров, поддерживающих функции обработки трехмерной графики.

Примечание

Хотя 3D-адаптеры обычно работают в 32-разрядном режиме (см. табл. 13.18), это вовсе не означает, что они могут воспроизвести больше 16277216 цветов, характерных для 24-разрядного режима. Многие графические процессоры и шины видеопамяти оптимизированы для передачи данных в виде 32-битовых слов; однако на самом деле они отображают 24-разрядный цвет, хотя и работают в 32-разрядном цветовом режиме, которому, казалось бы, соответствуют 4294967296 цветов, характерных для 32-битовой глубины цвета.

Таблица 13.18. Объемы памяти видеоадаптера для различных режимов отображения (трехмерная графика)

Разрешение	Глубина цвета, бит	Глубина Z-буфера, бит	Режим буфера	Объем используемой памяти, Мбайт	Необходимый объем встроенной видеопамати, Мбайт
640×480	16	16	Двойной/тройной	1,76	2
				2,34	4
	24	24	Двойной/тройной	2,64	4
				3,52	4
800×600	16	16	Двойной/тройной	3,52	4
				4,69	8
	24	24	Двойной/тройной	2,75	4
				3,66	4
1024×768	16	16	Двойной/тройной	4,12	8
				5,49	8
	24	24	Двойной/тройной	5,49	8
				7,32	8
1280×1024	16	16	Двойной/тройной	4,50	8
				6,00	8
	24	24	Двойной/тройной	6,75	8
				9,00	16
1600×1200	16	16	Двойной/тройной	9,00	16
				12,00	16
	24	24	Двойной/тройной	7,50	8
				10,00	16
	16	16	Двойной/тройной	11,25	16
				15,00	16
	24	24	Двойной/тройной	15,00	16
				20,00	32
	16	16	Двойной/тройной	10,99	16
				14,65	16
	24	24	Двойной/тройной	16,48	32
				21,97	32
	32	32	Двойной/тройной	21,97	32
				29,30	32

Как видно из сравнения данных в табл. 13.18 с характеристиками современных видеоадаптеров AGP и PCI Express (даже малобюджетных моделей), последние предлагают существенно больший объем памяти, чем требуется для поддержки даже самого высокого разрешения экрана. Дополнительная видеопамать используется для хранения объемных трехмерных текстур и для увеличения производительности обработки трехмерной графики.

Хотя современные интегрированные графические решения поддерживают функции обработки трехмерной графики, по целому ряду причин их быстродействие оказывается достаточно низким. Это обусловлено менее производительными графическими процессорами, а также более узкой шиной данных, используемой для доступа к памяти. Так как интегрированная графика делит оперативную память с центральным процессором, они вынуждены использовать одну и ту же шину данных. В одноканальных системах это ограничивает ширину шины 64 разрядами. В двухканальных системах существует 128-канальная шина данных, однако современные графические процессоры требуют ширину 512 и более битов. Чем шире шина данных, тем быстрее могут передаваться графические данные.

По этой причине уровень быстродействия в современных компьютерных играх при использовании интегрированного графического ядра вас не устроит (более того, многие игры не удастся даже запустить). Чтобы иметь возможность запускать подобные игры, придется приобрести современный видеоадаптер среднего или высокого уровня на базе графического процессора от компании ATI или NVIDIA, оснащенный памятью объемом 256 Мбайт и больше.

Если вы хотите получить максимальный уровень быстродействия и это позволяет ваш бюджет, приобретите два адаптера с интерфейсом PCI Express, поддерживающих работу в паре.

Примечание

Если система оснащена интегрированным графическим ядром и при этом в ней установлено меньше 256 Мбайт ОЗУ, можете увеличить объем памяти, доступной графическому ядру, увеличив общий объем памяти в системе. Многие современные наборы микросхем с интегрированным графическим ядром компании Intel автоматически обнаруживают увеличение объема системной памяти и вносят коррективы в объем памяти, доступный графическому ядру. Подробности представлены в табл. 13.13.

Разрядность шины видеосистемы

Рассматривая память в системе отображения, следует также остановиться на формате обращения к памяти со стороны схем обработки изображения. В современном видеоадаптере все схемы, необходимые для формирования и обработки изображения, реализованы в специализированной микросхеме — графическом процессоре, установленном на этой же плате. Графический процессор и память обмениваются данными по локальной шине. Большинство современных адаптеров высокого класса имеют 256- или 512-разрядную шину, а последние модели от NVIDIA — 320- или 384-разрядную. Кое-кого это может привести в замешательство, ведь платы адаптеров подключаются через разъемы к шине, которая имеет свою, меньшую разрядность. Но здесь речь идет о локальной шине, к которой имеют доступ только микросхемы графического процессора и памяти адаптера. Поэтому пусть вас не пугает, если в описании видеоадаптера указано, что он 128- или 256-разрядный; в действительности это плата с интерфейсом AGP или PCI Express. Если сравнивать две видеокарты с одинаковыми объемами памяти и графическим процессором, предпочтение следует отдавать той, которая имеет более широкую локальную шину данных, так как это сильно сказывается на производительности.

Цифроаналоговый преобразователь

Цифроаналоговый преобразователь видеоадаптера (обычно называемый RAMDAC) преобразует генерируемые компьютером цифровые изображения в аналоговые сигналы, которые может отображать монитор. Быстродействие цифроаналогового преобразователя измеряется в мегагерцах; чем быстрее выполняется преобразование, тем выше вертикальная частота регенерации. В современных высокоэффективных видеоадаптерах быстродействие может достигать 500 МГц. В большинстве современных видеоадаптеров функции преобразователя поддерживаются непосредственно графическим процессором, однако у некоторых адаптеров с поддержкой нескольких мониторов есть отдельная микросхема RAMDAC, которая позволяет второму монитору работать с разрешением, отличным от установленного разрешения основного монитора. В системах с интегрированной графикой RAMDAC обычно встраивается в северный мост или микросхему GMCH набора микросхем системной логики.

При увеличении быстродействия цифроаналогового преобразователя повышается частота вертикальной регенерации, что позволяет достичь более высокого разрешения экрана при оптимальных частотах обновления (72–85 Гц и выше). Как правило, видеоадаптеры с быстродействием от 300 МГц и выше поддерживают разрешения до 1920×1200 при частотах обновления более 75 Гц (т.е. без мерцания). Разумеется, следует убедиться в том, что необходимое разрешение поддерживается как монитором, так и используемым видеоадаптером.

Шина

Из настоящей главы вы уже узнали, что разные видеоадаптеры разрабатывались для совместного использования с различными системными шинами. Первые стандарты шин, такие как IBM MCA, ISA, EISA и VL-Bus, использовались совместно с адаптерами стандартов VGA и др. В связи с низким быстродействием подобных решений сейчас они практически не применяются. Современные видеоадаптеры выпускаются для шин PCI, AGP и PCI-Express.

В современных и будущих системах будет доминировать шина PCI Express x16, которая очень быстро вытесняет шину AGP 8x. Некоторые системы поддерживают установку видеоадаптеров обоих типов, что позволяет выполнять модернизацию системы постепенно: сначала приобрести системную плату, а уже затем — видеоадаптер PCI Express x16. Видеоадаптеры PCI сейчас продаются разве что как средства модернизации систем, в которых отсутствует порт AGP или PCI Express.

Видеоадаптеры AGP

В 1997 году компания Intel представила выделенную шину AGP (Accelerated Graphics Port — ускоренный графический порт) для установки видеоадаптера; эта шина обеспечивает полосу пропускания, которая в 16 раз превышает таковую в шине PCI. Долгие годы шина AGP была основной шиной для установки видеоадаптеров, и только относительно недавно она стала сдавать позиции, так как ее начала вытеснять более универсальная шина PCI Express x16.

На самом деле шина AGP представляет собой расширение шины PCI, однако она была предназначена исключительно для видеоадаптеров, которых обеспечивала более скоростным доступом к основной памяти. Это позволяло адаптерам обрабатывать трехмерные элементы видео, такие как текстуры, взаимодействуя напрямую с системной памятью, а не дополнительно копировать данные в память адаптера. Такой подход экономил время и избавлял от необходимости увеличения объема видеопамати для лучшей поддержки функций работы с трехмерной графикой. Несмотря на то что была разработана спецификация AGP 3.0, предусматривающая два порта AGP, она так и не была реализована на практике. Все системы, оснащенные шиной AGP, имели только один разъем.

Примечание

Самые первые платы AGP имели сравнительно малый объем встроенной памяти. Их современные реализации отличаются не только большим объемом встроенной памяти, но и использованием апертуры основной памяти (выделенного адресного пространства, расположенного выше области, используемой физической памятью) для увеличения скорости передачи данных в собственную память видеоплаты или из нее. Интегрированные наборы микросхем со встроенным AGP используют системную память для выполнения любых операций, в том числе для создания текстурных карт.

Хотя шина AGP была представлена практически в то же время, что и Windows NT 4.0 и Windows 95, данные версии Windows не поддерживали такую функцию стандарта AGP, как DIME (Direct Memory Execute). Средство DIME использует оперативную память вместо памяти видеоадаптера для выполнения некоторых задач и тем самым сокращает объем передаваемой информации от адаптера и к адаптеру. Эта функция используется во всех системах, начиная с Windows 98. Тем не менее, благодаря большому объему памяти, имеющемуся в современных графических платах AGP, эта функция используется довольно редко.

В настоящее время существует четыре разновидности шины AGP — 1x, 2x, 4x и 8x (табл. 13.19). Современные видеокарты AGP поддерживают стандарт 8x, хотя могут вставляться и в разъемы AGP 4x или даже 2x.

Таблица 13.19. Характеристики стандартов шины AGP

Стандарт AGP	Спецификация AGP	Частота генератора, МГц	Скорость передачи данных, Мбайт/с	Напряжение питания разъема, В
1x	1.0	66	266	3,3
2x	1.0	133	533	3,3; 1,5 ¹
4x	2.0	266	1066	1,5
8x	3.0	533	2132	1,5 ²

1. Зависит от особенностей конкретного видеоадаптера.

2. Для внутренних сигналов напряжение составляет 0,8 В.

В связи с шириной полосы пропускания AGP 3.0 системы с поддержкой этого интерфейса также должны поддерживать память стандарта DDR333 или более быструю. Данная память работает значительно быстрее памяти DDR266 (также известной как PC2100). Стандарт AGP 3.0 был анонсирован в 2000 году, однако системные платы с его поддержкой впервые появились на рынке в середине 2002 года. Практически все современные системные платы с поддержкой AGP поддерживают стандарт AGP 8x; однако в связи с использованием графических процессоров разной архитектуры, работающих на разных частотах, а также разными быстродействием, объемом памяти и наконец шириной шины одни адаптеры для шины AGP 8x могут работать гораздо быстрее, чем другие.

Несмотря на то что ряд системных плат оснащен разъемом AGP 4x или AGP 8x, в который можно установить AGP-видеоадаптеры с напряжением питания как 3,3, так и 1,5 В, некоторые системные платы такой возможности не предоставляют. Если видеоадаптер стандарта AGP 2x (3,3 В) установить в разъем системной платы, поддерживающей только стандарт AGP 4x (1,5 В), плата будет повреждена.

Внимание

Обязательно проверьте совместимость, прежде чем устанавливать старый видеоадаптер (стандарта AGP 1x/2x) в современный компьютер. Даже при физической совместимости несоответствие между внутренним напряжением питания видеоадаптера и напряжением питания разъема AGP может привести к повреждению системной платы. Соответствующие сведения можно найти в руководстве пользователя, прилагаемом к системной плате.

Некоторые видеоадаптеры AGP допускают использование напряжения питания 3,3 или 1,5 В, что задается с помощью специальной перемычки на плате. Как правило, такие платы предназначены для установки в разъемы AGP 2x или AGP 4x (подробности приведены в главе 4). Прежде чем устанавливать подобные видеоадаптеры в разъемы AGP, поддерживающие только напряжение питания 1,5 В (такими разъемами, например, оснащены системные платы на основе набора микросхем Intel 845 или Intel 850), обязательно установите перемычку в соответствующее положение.

Видеоадаптеры PCI Express

Шина PCI Express, пришедшая на смену шинам AGP и PCI, впервые была представлена в середине 2004 года. Несмотря на свое название она использует высокоскоростной двунаправленный последовательный метод передачи данных, а каналы PCI Express (также называемые линиями) можно объединять для увеличения скорости передачи данных (каждая линия в каждом направлении обеспечивает скорость передачи данных 250 Мбайт/с). В отличие от PCI разъемы PCI Express могут различаться скоростью передачи данных. Например, видеоадаптеры PCI Express используют 16 линий (на это указывает индекс x16), что обеспечивает скорость передачи данных 4 Гбайт/с в каждом направлении; адаптеры PCI Express других типов используют меньшее количество линий.

Шины PCI, AGP и PCI Express x16 обладают рядом различий, что отражено в табл. 13.20.

Таблица 13.20. Спецификации высокоскоростных шин для подключения видеоадаптеров

Характеристика	PCI	AGP	PCI Express
Теоретическая максимальная скорость передачи данных	133 Мбайт/с ¹	533 Мбайт/с (2X); 1066 Мбайт/с (4X) ² ; 2133 Мбайт/с(8X) ²	250 Мбайт/с (1 линия) ³ ; 4 Гбайт/с (x16) ³
Количество разъемов ²	4 или 5 (обычно)	1	1 или больше ⁴

1. При частоте шины 33 МГц и ширине шины 32 бит.

2. Современные системы поддерживают только стандарт AGP 4X/8X.

3. В каждом направлении; при двунаправленной передаче данных используется коэффициент умножения 2.

4. Обычная реализация PCI Express предполагает наличие одного разъема x16 для видео и двух или более разъемов x1 для прочих адаптеров, а также обычные разъемы PCI. Системы, поддерживающие технологию SLI от NVIDIA или CrossFire от ATI, предназначенные для спаривания видеокарт, содержат два разъема PCI Express x8 или x16, предназначенных для видео.

Видеодрайвер

Программный драйвер — важный и часто проблематичный элемент видеосистемы, с помощью которого осуществляется связь программного обеспечения с видеоадаптером. Видеоадаптер может быть оснащен самым быстрым процессором и наиболее эффективной памятью, но плохой драйвер способен свести на нет все эти преимущества.

Видеодрайверы используются для поддержки процессора видеоадаптера. Несмотря на то что видеоадаптеры поставляются изготовителем вместе с драйверами, часто используются драйверы, поставляемые с набором микросхем системной логики. Все зависит от того, какой из драйверов обеспечивает большую производительность и создает меньше проблем.

Большинство производителей видеоадаптеров и наборов микросхем системной логики имеют свои сайты, на которых можно найти информацию о последних версиях драйверов. Хотя может пригодиться драйвер, поставляемый с набором микросхем системной логики, лучше использовать драйверы, поставляемые производителем адаптера. Перед покупкой видеоадаптера желательно посетить сайт производителя и выяснить, какие драйверы для него предлагаются. Частые ревизии драйверов можно расценивать не только как реакцию производителя на жалобы пользователей, но и как признак ненадежности оборудования.

Примечание

Несмотря на то что для большинства типов устройств всегда лучше использовать самые новые версии драйверов, видеоадаптеры оказываются исключением из правил. Компании NVIDIA и ATI выпускают унифицированные драйверы, предназначенные для использования с целым рядом моделей видеоадаптеров. В некоторых случаях вместе с устаревшими наборами микросхем лучше использовать более ранние версии видеодрайверов. Если вы столкнулись с проблемами быстродействия или стабильности системы (особенно это касается трехмерных игр) после обновления версии драйвера, попробуйте вернуться к более ранней его версии.

Видеодрайвер также обеспечивает интерфейс, который используется для настройки методов управления дисплеем, применяемых адаптером. Во вкладке **Параметры** диалогового окна **Свойства:Экран** системы Windows 9x/2000/XP приведены параметры монитора и используемый режим видеоадаптера. В системе Vista те же настройки можно найти, щелкнув на ссылке **Параметры дисплея** окна **Персонализация**. В этой же вкладке можно выбрать глубину цвета и разрешающую способность экрана. Драйвер можно настроить так, чтобы никто не мог выбрать параметры, которые не поддерживаются оборудованием. Например, нельзя установить разрешающую способность, не поддерживаемую дисплеем, даже если видеокарта его поддерживает.

После щелчка на кнопке **Дополнительно** откроется диалоговое окно свойств конкретного адаптера. Содержимое этого окна зависит от драйвера и возможностей оборудования. Обычно во вкладке **Общие** этого диалогового окна можно установить размер шрифтов (большой или малый), наиболее подходящий, по вашему мнению, для выбранной разрешающей способности. Можно также поместить пиктограмму для открытия этого окна на панель задач Windows 9x; тогда для изменения параметров не потребуется открывать панель управления. Такая функция иногда называется **QuickRes**. Во вкладке **Адаптер** приведена подробная информация об адаптере и драйвере, установленных в системе. В этой же вкладке можно настроить частоту регенерации для дисплея. В Windows XP/Vista после щелчка на кнопке **Список всех режимов** откроется список, в котором можно выбрать нужное разрешение, глубину цвета и частоту регенерации экрана. Во вкладке **Монитор** можно просмотреть и изменить характеристики монитора, а также установить новый драйвер. Кроме того, в Windows XP и Vista эта вкладка позволяет выбрать частоту обновления экрана, поддерживаемую монитором.

Если адаптер имеет графический акселератор, то во вкладке **Быстродействие** будет расположен ползунок для управления функцией аппаратного ускорения. В Windows XP и Vista этот ползунок расположен во вкладке **Диагностика**.

Примечание

Хотя в Windows Vista и содержится страница Диагностика, большинство видеодрайверов, поддерживаемых системой, не позволяет изменять аппаратное ускорение. Если все-таки такая возможность имеется, обратитесь к табл. 13.21, из которой можно узнать, как это сделать. Учтите, что для изменения аппаратного ускорения необходимы привилегии администратора.

Установив ползунок Аппаратное ускорение в положение Полное, можно активизировать все возможности используемого адаптера. Настройки, которые помогут решить те или иные проблемы, приведены в табл. 13.21 для Windows XP и в табл. 13.22 для других версий Windows.

Таблица 13.21. Настройки аппаратного ускорения, используемые в Windows XP

Положение ползунка	Когда используется	Полученный эффект	Решение проблемы
Крайнее левое положение ¹	Монитор работает в режиме защиты от сбоев или в режиме VGA; в других режимах изображение искажается	Функции ускорения не задействованы	Обновление драйверов монитора, DirectX и мыши
Первая метка слева ¹	Проблемы с графическими драйверами двух- и трехмерного изображения, а также с драйверами мыши	Отмена всех функций, кроме базового ускорения	Обновление драйверов монитора, DirectX и мыши
Вторая метка слева ¹	Проблемы с 3D-ускорением	Отключение ускорения DirectX, DirectDraw и Direct 3D (используемых главным образом в компьютерных трехмерных играх)	Обновление драйверов DirectX
Вторая метка справа ¹	Проблемы с драйвером монитора	Отключение аппаратной поддержки курсора и функций прорисовки	Обновление драйверов монитора
Первая метка справа ¹	Искажение указателя мыши	Отключение функций ускорения мыши и указателя	Обновление драйверов мыши
Крайнее правое положение	Работа в нормальном режиме	Включение всех функций ускорения	Отсутствует

1. Отключите функцию совместной записи (write combining), представляющую собой метод ускоренного вывода изображения на экран, который используется при выборе любого параметра, кроме функции полного ускорения. После инсталляции обновленных драйверов необходимо снова включить эту функцию и повторить попытку.

Таблица 13.22. Настройки аппаратного ускорения, используемые при решении проблем в других версиях Windows

Положение ползунка	Когда используется	Полученный эффект	Долгосрочное решение
Крайнее левое положение	Монитор работает в режиме защиты от сбоев или в режиме VGA; в других режимах изображение искажается	Функции ускорения не задействованы	Обновление драйверов монитора и мыши
Первая метка слева	Проблемы с графическими драйверами двух- и трехмерного изображения и с драйверами мыши	Только основные функции ускорения	Обновление драйверов монитора и мыши
Первая метка справа	Искажение указателя мыши	Отключение аппаратной поддержки указателя	Обновление драйверов мыши
Крайнее правое положение	Работа в нормальном режиме	Включение всех функций ускорения	Отсутствует

Переместив ползунок с помощью мыши на одну позицию влево, можно отключить аппаратное управление указателем в драйвере дисплея. Это эквивалентно добавлению строки SWCursor=1 в раздел [Display] файла System.ini систем Windows 9x/Me.

В том случае, если в Windows XP любые приложения с трехмерной графикой работают должным образом, а проблемы возникают только при обработке двухмерной графики, отключите функции аппаратной прорисовки изображения и ускорения указателя, переместив ползунок на вторую метку справа.

При перемещении ползунка еще на одну позицию влево (на третью метку справа в Windows XP или на вторую метку справа в более ранних версиях Windows) в адаптере отключаются аппаратные функции перемещения блока битов. В некоторых драйверах при таком по-

ложении также отключается возможность отображения памяти при операциях ввода-вывода. Это эквивалентно добавлению строки `Mmio=0` в раздел `[Display]` файла `System.ini` и строки `SafeMode=1` в раздел `[Windows]` файла `Win.ini` (и упомянутой выше строки `SWCursor`) в Windows 9x/Me.

Перемещение ползунка в позицию **Нет** (крайнюю слева) эквивалентно добавлению строки `SafeMode=2` в раздел `[Windows]` файла `Win.ini` в Windows 9x/Me. Это отключает все аппаратные функции ускорения: при выводе изображений операционная система может использовать только не зависящий от устройства механизм DIB (Device-Independent Bitmap), а не функции перемещения блоков битов. К этому режиму следует обращаться лишь в том случае, если компьютер часто “зависает” или вы часто получаете сообщения об ошибках страниц памяти.

Примечание

Необходимость в отмене представленных ранее функций монитора и видеоадаптера часто возникает по вине драйвера мыши или видеоадаптера. Установите новые драйверы, после чего определите полное аппаратное ускорение.

В некоторых случаях отображается еще одна вкладка — **Управление цветом**. Она позволяет выбрать цветовой профиль для монитора и установить более точное соответствие цветовой гаммы для программ работы с графикой и цветных принтеров.

Видеоадаптеры с функциями ускорения трехмерной графики имеют дополнительные параметры, которые обсуждаются далее.

Использование нескольких мониторов

В системах Macintosh такая возможность была предусмотрена еще несколько лет назад. Теперь она появилась в Windows 98/2000/XP/Vista. Так, в Windows 98 эта система позволяет использовать до девяти мониторов и видеоадаптеров (в Windows 2000/XP — десять), каждый из которых может отображать различные представления (виды) рабочего стола. Механизм поддержки работы нескольких мониторов в Windows Vista отличается от Windows XP — здесь все зависит от используемого драйвера WDDM монитора. При настройке поддержки нескольких мониторов операционная система создает в видеопамяти виртуальный рабочий стол (или дисплей), причем этот виртуальный дисплей может быть больше изображения, фактически отображаемого на одном мониторе. Чтобы отобразить различные части виртуального рабочего стола, можно использовать несколько мониторов, причем окна для различных приложений можно размещать на отдельных мониторах и перемещать по желанию.

Если у вас нет видеоадаптера с несколькими портами, для подключения каждого монитора потребуется отдельный адаптер. Если в компьютере нет девяти свободных разъемов для установки видеоадаптера, вам вряд ли удастся увидеть рабочий стол Windows, занимающий экраны девяти мониторов. Однако даже два монитора позволяют значительно повысить продуктивность работы. Например, на экране одного монитора можно отобразить окно почтового клиента или браузера, а на экране второго — основной рабочей программы.

Поддержка нескольких мониторов в Windows 98/XP

В Windows один из подключенных мониторов является основным. Основной монитор может быть подключен к VGA-видеоадаптеру AGP, использующему мини-драйвер Windows с поддержкой линейного буфера кадров и упакованного формата, а значит, подходят практически все современные видеоадаптеры. Все остальные мониторы подключаются к дополнительным адаптерам, требования к которым оказываются более низкими. Чтобы установить поддержку нескольких мониторов, сначала установите один адаптер, после чего перезагрузите систему; затем последовательно добавляйте по одному все остальные адаптеры. В табл. 13.23 перечислены статьи с сайта технической поддержки Microsoft (<http://support.microsoft.com>), посвященные поддержке нескольких мониторов в Windows 98 и более новых версиях.

Таблица 13.23. Статьи о поддержке нескольких мониторов из базы знаний Microsoft Knowledge Base

Название статьи	Поддерживаемая версия Windows	Номер статьи
Video card chipsets with multiple-monitor support (Наборы микросхем для видеоадаптеров с поддержкой нескольких мониторов)	Windows 98	182708
Enabling multiple-monitor support (Обеспечение поддержки нескольких мониторов)	Windows 98	179602
Troubleshooting multiple displays (Устранение проблем при использовании нескольких мониторов)	Windows 98/Me	182930
Setting up and troubleshooting multiple monitors (Настройка и устранение проблем при использовании нескольких мониторов)	Windows 2000	238886
Video card chipsets with multiple-monitor support (Наборы микросхем для видеоадаптеров с поддержкой нескольких мониторов)	Windows XP	296538
Supported display adapters for multiple monitors/DualView (Видеоадаптеры с поддержкой нескольких мониторов и технологии DualView)	Windows XP	307397
DualView	Windows XP	283674
Configuring multiple monitors (Конфигурирование нескольких мониторов)	Windows XP	307873

Важно, чтобы компьютер правильно определил, какой из видеоадаптеров является первичным. Это функция системной BIOS; если же BIOS компьютера не позволяет выбрать первичный монитор VGA, то это решается на основании приоритета (порядка) разъемов PCI. Необходимо установить первичный адаптер в разъем PCI с самым высоким приоритетом. В некоторых случаях видеоадаптер AGP будет считаться вторичным по отношению к адаптеру PCI. Найдите в BIOS нужный параметр, позволяющий определить первичный монитор VGA. Например, в BIOS компании AMI, используемой в системной плате MSI KT4 Ultra стандарта Socket A, этот параметр расположен в меню PCI/PnP и называется **Primary Graphics Adapter** (Основной VGA-адаптер). В другой BIOS компании Intel/AMI, установленной на системной плате Intel D865PERL, этот параметр называется **Primary Video Adapter** (Основной видеоадаптер) и расположен в меню **Video Configuration** (Конфигурация видео).

После установки оборудования можно настроить каждый монитор с помощью средств операционной системы. Первичный монитор всегда отображает левый верхний угол виртуального рабочего стола, но дополнительные мониторы можно (виртуально) перемещать так, чтобы была видна любая его область. Можно также установить разрешающую способность экрана и глубину (количество разрядов) цвета для каждого монитора отдельно. В Windows XP также поддерживается технология DualView — расширение функции использования нескольких мониторов в Windows 2000. Эта технология позволяет использовать разнообразные видеоадаптеры с двумя видеовыходами, а также портативные компьютеры, подключаемые к внешним дисплеям. В системах, поддерживающих DualView, первый видеопорт автоматически резервируется для основного монитора. В портативном компьютере основным монитором считается встроенная жидкокристаллическая панель.

Примечание

Для определения, поддерживает ли портативный компьютер функцию DualView, откройте диалоговое окно свойств экрана и перейдите во вкладку Параметры. Если увидите два значка монитора, значит, компьютер функцию DualView поддерживает. Для активизации поддержки второго монитора его сначала необходимо подключить к порту VGA.

Даже если BIOS позволяет найти первичный видеоадаптер и применяются совместимые видеоадаптеры, может оказаться, что определить адаптеры, которые позволяют работать с несколькими мониторами, совсем непросто. Исходя из изложенного, следует подчеркнуть, что перед установкой нескольких мониторов в Windows 2000/XP необходимо получить самые свежие сведения о видеоадаптере и используемом графическом процессоре.

Новые наборы микросхем системной логики и различные сочетания адаптеров дисплея — источник постоянной головной боли при работе с несколькими мониторами. Поэтому рекомендуем воспользоваться следующими ресурсами:

- <http://www.realtime.com/ultramon> — начальная страница программы поддержки нескольких мониторов UltraMon и обширная база данных пользовательских многомониторных конфигураций;
- <http://www.digitalroom.net> (щелкните на ссылке **Tech Articles**, а затем на **Multiple Monitor Guide**) — советы по установке нескольких мониторов, а также ссылки на другие ресурсы.

Поддержка нескольких мониторов в Windows Vista

Для рабочего стола Aero 3D в Windows Vista необходима новая модель драйвера монитора, называемая WDDM. Однако, если видеокарта имеет драйверы только для Windows XP, можно использовать не трехмерные цветовые схемы, такие как Vista Basic. В этих драйверах применяется модель XPDM. Вместе с драйверами видео Windows XP можно использовать адаптеры AGP и PCI или PCI Express и PCI с графическими процессорами от разных производителей, как и в Windows XP. В этом случае воспользуйтесь материалом, представленным в предыдущем разделе.

Если же устанавливаются драйверы WDDM, применяющие новую архитектуру, разработанную для повышения устойчивости работы компьютера, совместно использовать можно только видеокарты, которые поддерживает один и тот же драйвер WDDM. Так как компании ATI и NVIDIA применяют уникальные архитектуры драйверов для поддержки своих модельных линий видеоадаптеров, для создания систем с двумя и более мониторами можно использовать адаптеры только одного из этих производителей. В одной системе нельзя использовать адаптеры, имеющие графические ядра, поддерживаемые разными драйверами WDDM.

В системе можно запускать драйверы только одного типа: либо XPDM, либо WDDM, в противном случае система откроет окно сообщения об ошибке несовместимости адаптеров (“Incompatible display adapter has been disabled”).

Более полную информацию о поддержке нескольких мониторов в Windows Vista можно найти по адресу:

www.microsoft.com/whdc/device/display/multimonVista.mspx

Устройства поддержки нескольких мониторов

Для поддержки нескольких мониторов в одной системе необходимо сделать следующее:

- установить отдельную графическую плату PCI Express, AGP или PCI для каждого используемого монитора;
- установить одну графическую плату PCI Express, AGP или PCI, поддерживающую два или более мониторов.

Видеоадаптер, поддерживающий несколько мониторов (плата с двумя разъемами для подключения), позволяет более рационально использовать имеющиеся разъемы расширения системной платы и избежать лишних проблем с настройкой BIOS, совместимостью драйверов и изменением конфигурации системы. Большинство современных адаптеров с поддержкой нескольких мониторов оснащены либо 15-контактным разъемом VGA для подключения ЭЛТ-дисплея и цифроаналоговым DVI-I для ЖК-панели (который через переходник также можно подключить к аналоговому монитору), либо двумя разъемами DVI-I и разъемом S-Video для подключения телевизора, либо композитным выходом для телевизора или видеокамеры. В Северной Америке для подключения телевизора используется разъем S-Video; в картах, предназначенных для других рынков сбыта, — обычно применяется композитный разъем. Таким образом, к этим картам можно подключить следующие комбинации устройств:

- два цифровых жидкокристаллических монитора (карты с двумя разъемами DVI-I);
- один аналоговый жидкокристаллический или ЭЛТ-монитор и один цифровой жидкокристаллический монитор;

- два аналоговых жидкокристаллических или ЭЛТ-монитора (при использовании адаптера DVI-I-to-VGA);
- один аналоговый жидкокристаллический или ЭЛТ-монитор и один телевизор;
- один цифровой жидкокристаллический или ЭЛТ-монитор и один телевизор.

Практически все видеокарты, поддерживающие DirectX 8, позволяют установить два или более мониторов, большинство поддерживает два ЭЛТ-монитора или ЖК-дисплей и телевизионный выход. В то же время малобюджетные адаптеры не всегда оснащены всеми выходами, которые позволяют установить их графический процессор. Для определения возможности подключения к видеокарте двух устройств ознакомьтесь с соответствующей документацией.

Внимание

Некоторые производители, чьи адаптеры оснащены одним портом VGA или DVH (который с помощью адаптера может быть преобразован в VGA) и одним портом TV-out, называют свои карты "поддерживающими несколько мониторов".

Добавление поддержки нескольких мониторов к ноутбукам и настольным ПК с интегрированной графической подсистемой

Компания Matrox предлагает две модельные линии модулей расширения графики, которые позволяют разделить один сигнал VGA от ноутбука или настольного компьютера на два или более сигналов. К этим каналам можно подключить несколько мониторов и запустить на них разные приложения, как и в системе со встроенной поддержкой нескольких мониторов:

- **DualHead 2Go Analog Edition** позволяет подключить два аналоговых монитора;
- **DualHead 2Go Digital Edition** позволяет подключить два цифровых монитора;
- **TripleHead 2Go Analog Edition** позволяет подключить три аналоговых монитора;
- **TripleHead 2Go Digital Edition** позволяет подключить два цифровых монитора.

Устройство Matrox, поддерживаемое драйвером, преобразует видеосигнал, поступающий с интегрированной графической системы компьютера, в сигнал сверхширокого экрана, используя технологию EDID (Extended Display Identification Data), который уже разделяет его на две или три части, направляемые к разным мониторам. Каждый подключенный к устройству монитор может отображать окно отдельной программы; также можно растянуть окно одной программы на все дисплеи. На рис. 13.19 показаны примеры таких конфигураций.

Более подробно об устройствах DualHead2Go и TripleHead2Go, поддерживаемых системами Windows 200/XP/Vista, а также MacOS X 10.4, можно узнать по адресу:

www.matrox.com/graphics/en/gxm

Ускорители трехмерной графики

С конца 1990-х годов ускорители трехмерной графики, некогда бывшие предметом роскоши, использовавшимся лишь заядлыми игроками и аниматорами, стали общепризнанными и популярными устройствами. С появлением операционных систем Windows XP и Vista трехмерные изображения стали доступны и в интерфейсе пользователя, став обязательным элементом современных компьютерных игр. Поскольку сегодня даже малобюджетные системы с интегрированной графикой предлагают поддержку трехмерной графики, а видеоадаптеры уже перешагнули в развитии десятое поколение, практически каждый пользователь современного ПК получает возможность насладиться трехмерным освещением, перспективой, красивыми текстурами и эффектами затенения в своих любимых играх. Современные трехмерные спортивные игры, позволяющие изменять освещение и угол обзора, настолько реалистичны, что случайный наблюдатель вполне может принять игру за обычную телевизионную передачу. Последние процессоры трехмерной графики позволили высокоскоростным персональным компьютерам вступить в конкурентную борьбу со специализированными игровыми приставками, такими как Sony PlayStation 3, Nintendo Wii и Microsoft Xbox 360.



Рис. 13.19. Использование устройства Matrox DualHead2Go для запуска нескольких приложений (вверху) или для отображения одной программы на экранах нескольких мониторов (внизу). Фотографии предоставлены компанией Matrox Graphics

Примечание

Минимальное требование Windows Vista к графической подсистеме — поддержка API DirectX 7 3D; однако для обеспечения работы “объемного” интерфейса пользователя 3D Aero графическая подсистема должна поддерживать DirectX 9 и выше. Последние игры требуют наличия интерфейса DirectX 10, который доступен только в Windows Vista.

Как работает ускоритель трехмерной графики

Для создания анимированной последовательности трехмерных изображений компьютеру необходимо математически интерполировать последовательность кадров между ключевыми позициями. В ключевом кадре определяются специальные точки смещения. У прыгающего мяча, например, есть три ключевые позиции: подскок вверх, падение вниз и соприкосновение с поверхностью. Используя эти позиции в качестве шаблона, компьютер создает промежуточные изображения между разными позициями перемещения мяча, в результате чего движение будет отображаться самым естественным образом.

После создания основной последовательности система окрашивает изображения, улучшая тем самым их внешний вид. Самый примитивный метод заполнения называется *плоскостным затенением*, при котором объект “заполняется” каким-либо однородным цветом. *Затенение Гуро* — это более эффективная технология, позволяющая присвоить цвет определенным точкам формы. Затем эти точки объединяются, и переход одного цвета в другой становится более плавным.

Более требовательный к вычислительной мощности процессора, но и гораздо более эффективный метод — *наложение текстур*. Трехмерная программа использует шаблоны или текстуры в качестве небольших растровых карт изображения, которые складываются в форму изображения, что похоже на многократное использование одного образца растровой карты

для покрытия рабочего стола Windows. Единственное отличие состоит в том, что трехмерная программа имеет возможность изменять внешний вид каждой карты путем использования перспективы и затенения для получения эффекта трехмерности. При добавлении таких эффектов освещения, как туман, направленные тени, отблеск от гладких объектов и др., трехмерная анимация максимально приближается к реальному изображению.

Вплоть до конца 1990-х годов трехмерные программы существенно зависели от обработки данных, благодаря которой абстракции преобразовывались в непосредственное изображение. Все это становилось тяжелой ношей для процессора ПК, которому приходилось не только обрабатывать визуальные данные, но и одновременно выполнять другие приложения и системные службы. В 1996–1997 годах наборы микросхем большинства видеоадаптеров стали принимать участие в визуализации трехмерных изображений, существенно уменьшая нагрузку на центральный процессор и тем самым многократно увеличивая быстродействие системы.

Всего существует десять поколений графических ускорителей, которые представлены в табл. 13.24.

Таблица 13.24. Краткая история ускорителей трехмерной графики

Поколение	Дата появления	Технологии	Пример
Первое	1996–1997 гг.	3D-ускоритель в виде платы PCI, который подключался через обычную видеоплату, предназначенную для отображения двумерной графики; API OpenGL и GLIDE	3dfx Voodoo
Второе	1997–1998 гг.	PCI-видеоадаптер, поддерживающий функции как двумерной, так и трехмерной графики	ATI Rage, NVIDIA RIVA 128
Третье	1999 г.	Видеоадаптер, поддерживающий функции как двумерной, так и трехмерной графики; стандарт AGP 1x/2x	3dfx Voodoo 3, ATI Rage Pro, NVIDIA TnT2
Четвертое	1999–2000 гг.	API DirectX 7, стандарт AGP 4x	NVIDIA GeForce 256, ATI RADEON
Пятое	2001 г.	API DirectX 8, программируемые вершинные и пиксельные шейдеры	NVIDIA GeForce 3, NVIDIA GeForce 4 Ti
Шестое	2001–2002 гг.	API DirectX 8.1	ATI RADEON 8500, ATI RADEON 9000
Седьмое	2002–2003 гг.	API DirectX 9, стандарт AGP 8x	ATI RADEON 9700, NVIDIA GeForce FX 5900
Восьмое	2004–2005 гг.	Стандарты AGP 8x и PCI Express	ATI X800, NVIDIA GeForce 6800
Девятое	2005 г. — настоящее время	Два видеоадаптера PCI-Express x8, x16	ATI X1K, NVIDIA GeForce 7800; ATI CrossFire, системные платы на базе набора микросхем NVIDIA nForce SLI и совместимые видеоадаптеры
Десятое	С 2007 г.	DirectX 10, Windows Vista	ATI HD 2xxx, NVIDIA GeForce 8x

Поскольку практически все современные видеоплаты, присутствующие на рынке, поддерживают функции DirectX 9.0 или даже более расширенный набор функций, вам не придется тратить много денег при желании получить трехмерную графику высокого уровня. Выпускается немало видеоплат ценового диапазона 75–200 долларов, основанных на менее производительных версиях современных графических наборов микросхем или же графических наборах микросхем предыдущего поколения. Подобные решения обеспечивают высочайший уровень быстродействия в двумерных приложениях. Большинство современных 3D-ускорителей также поддерживают работу с двумя мониторами и функцию вывода сигнала на телевизор, что позволяет работать и отдыхать одновременно.

Однако не следует забывать, что чем дороже плата 3D-акселератора, тем более быстродействующий ускоритель и больший объем видеопамати она предлагает. Если деньги для вас не являются решающим фактором или если вы как заядлый игрок готовы отдать последнее за самое современное решение, можете приобрести графический адаптер NVIDIA с самым быстродействующим процессором и 768 Мбайт видеопамати примерно за 750 долларов (модели за 900 долларов оснащены водяным охлаждением). В то же время на рынке существует множество моделей от ATI и NVIDIA с памятью 512 Мбайт в ценовом диапазоне 400–500 долла-

ров. Некоторые из этих плат допускают спаривание (NVIDIA SLI и ATI CrossFire), что позволяет объединить мощности двух графических процессоров.

Модельные ряды процессоров NVIDIA 8 и ATI HD 2xxx поддерживают DirectX 10, и это единственный шанс для заядлых геймеров получить доступ к играм новых поколений.

Более дешевые решения, стоимостью 200–300 долларов, часто базируются на функционально усеченных графических процессорах (например, уменьшено количество конвейеров рендеринга или блоков текстурирования). Кроме того, часто занижается частота ядра и памяти, а также уменьшается ширина шины памяти. Подобные платы предназначены для тех пользователей, которые не могут позволить себе приобрести игровую плату высокого уровня.

Практически в любом ценовом диапазоне, начиная от 100 долларов и до мыслимых пределов, можно приобрести графический акселератор, поддерживающий последнюю технологию DirectX 10 3D.

Прежде чем приобретать плату 3D-ускорителя, необходимо ознакомиться с терминами и концепциями, связанными с формированием трехмерного изображения.

Итак, главной функцией программ создания трехмерной графики является преобразование графических абстрактных объектов в изображения на экране компьютера. Обычно абстрактные объекты включают три составляющие.

- **Вершины.** Задают местоположение объекта в трехмерном пространстве, определяемое координатами X, Y и Z.
- **Примитивы.** Это простые геометрические объекты, с помощью которых конструируются более сложные объекты. Их положение задается расположением определяющих точек (обычно вершин). Для конструирования изображений трехмерных объектов при построении примитивов учитывается также эффект перспективы.
- **Текстуры.** Это двухмерные изображения, или поверхности, налагаемые на примитивы. Программное обеспечение усиливает эффект трехмерности, изменяя вид текстур в зависимости от положения примитива (т.е. расстояния до примитива и его наклона); этот процесс называется *перспективной коррекцией*. В некоторых приложениях используется другая процедура, называемая *отображением MIP*, в этом случае применяются различные версии одной и той же текстуры, которые содержат разное количество деталей (в зависимости от расстояния до объекта в трехмерном пространстве). При отображении удаляющихся объектов уменьшается насыщенность и яркость цветов текстуры.

Эти абстрактные математические описания должны быть визуализированы, т.е. преобразованы в видимую форму. Процедура визуализации основывается на двух жестко стандартизированных функциях, предназначенных для составления выводимого на экран целостного изображения из отдельных абстракций. Ниже представлены две стандартные функции.

- **Геометризация.** Определение размеров, ориентации и расположения примитивов в пространстве и расчет влияния источников света.
- **Растеризация.** Преобразование примитивов в пиксели на экране с нанесением нужных затенений и текстур.

В современные видеоадаптеры, в которых графический процессор может выполнять функции ускорения трехмерной графики, встраиваются специальные электронные схемы, выполняющие растеризацию гораздо быстрее, чем программное обеспечение. Ниже перечислены функции растеризации, осуществляемые большинством предназначенных для этого современных наборов микросхем.

- **Растровое преобразование.** Определение того, какие пиксели экрана покрываются каждым из примитивов.
- **Обработка полутонов.** Цветовое наполнение пикселей с плавными переходами между объектами.

- **Наложение текстур.** Наложение на примитивы двухмерных изображений и поверхностей.
- **Определение видимых поверхностей.** Определение пикселей, покрываемых ближайшими к зрителю объектами.
- **Анимация.** Быстрое и четкое переключение между последовательными кадрами движущегося изображения.
- **Сглаживание.** Плавное изменение цветовых границ для сглаживания контуров формируемых объектов.

Типичные трехмерные технологии

Среди типовых технологий обработки трехмерной графики можно выделить следующие.

- **Вуалирование.** Имитация окутывания туманом фоновых объектов, что позволяет в играх неожиданно появляться близко расположенным объектам (сооружениям, врагам и т.д.).
- **Затенение Гуро.** Интерполирование цветов, позволяющее сферическим объектам выглядеть гладкими.
- **Полупрозрачность.** Одна из первых технологий обработки трехмерной графики, позволяющая имитировать полупрозрачную среду, такую как дым, вода или стекло. Полупрозрачность может использоваться для имитации текстур, однако эта технология менее реалистична, чем рельефное текстурирование.
- **Буфер шаблонов.** Активно используется в играх (особенно в жанре авиасимуляторов) при моделировании ландшафтов, самолетов и других объектов вне стеклянной кабины летчика. В данном случае пространство под лобовым стеклом не участвует в обработке полутонов. Это сокращает время обработки и повышает частоту кадров в анимации.
- **Z-буферизация.** Изначально применялась в системах автоматизированного проектирования. Часть видеопамати, отведенная для Z-буфера, содержит информацию о глубине сцены. При визуализации эти данные служат для построения законченного изображения: пиксели, которые располагаются ближе, будут визуализированы, в отличие от пикселей, закрытых другими объектами. Этот метод ускоряет обработку и может использоваться совместно с буфером шаблонов для создания объемных теней и прочих сложных трехмерных объектов.
- **Рельефное текстурирование.** Предназначено для воспроизведения шероховатых текстур, таких как водная рябь, камни и другие сложные поверхности. Это делает игровые сцены и ландшафты более реалистичными. Тем не менее функция, называемая смещением карт, позволяет получить еще более точные результаты.
- **Карты смещения.** Эти специальные полутоновые карты долгое время использовались для создания точных карт поверхности земного шара. Библиотека DirectX 9 и DirectX 10 позволяет использовать аппаратные полутоновые карты смещения в качестве источника точной трехмерной визуализации. Графические ускорители, полностью поддерживающие DirectX 9 и 10, на аппаратном уровне поддерживают карты смещения.

Улучшенные технологии наложения текстур

Для визуализации трехмерных сцен с высокой степенью детализации необходимо применять специальные методы наложения текстур, которые устраняют нежелательные эффекты и делают сцены более реалистичными.

- **Билинейная фильтрация.** Улучшение качества изображения небольших текстур, помещенных на большие многоугольники. Эта технология устраняет эффект “блочности” текстур.
- **Множественное отображение.** Улучшение качества отображения объектов путем формирования последовательности текстур одного и того же изображения с уменьшающимся разрешением; является разновидностью сглаживания.

- **Трилинейная фильтрация.** Комбинация билинейной фильтрации и множественного отображения; вычисляет наиболее реалистичные цвета, необходимые для пикселей каждого из многоугольников, путем сравнения двух множественных образов. Этот метод предпочтительнее обособленного использования множественного отображения или билинейной фильтрации.

Примечание

Билинейная и трилинейная фильтрации обеспечивают наилучшие результаты при просмотре поверхностей под прямым углом.

- **Анизотропная фильтрация.** Этот метод, используемый производителями некоторых видеокарт, позволяет более реалистично отображать текст, нанесенный на наклонные поверхности. Данная технология используется при нанесении текстуры на поверхность, изменяющуюся в трех пространственных измерениях (например, текст, нанесенный на стену, вдоль которой проносится автомобиль). Эта операция требует дополнительных затрат времени, поэтому может быть отключена. Для достижения баланса между качеством изображения и реалистичностью можно скорректировать уровень детализации.
- **T-буфер.** С помощью этой технологии уменьшается эффект “ступенчатости” (искажения в экранном изображении вследствие его масштабирования) в компьютерной графике; например, когда диагональ сформирована “лесенкой”, объект перемещается рывками, неточно визуализированы тени, отражения и внешний вид объекта кажутся смазанными. При использовании этой технологии кадровый буфер заменяется буфером, в котором собирается несколько операций визуализации перед выводом на экран готового изображения. В отличие от других трехмерных технологий, для использования T-буфера нет необходимости модифицировать или оптимизировать уже имеющееся программное обеспечение. Основная сфера применения T-буфера — формирование практически “телевизионного” реализма в визуализированной трехмерной анимации. Ложкой дегтя в использовании T-буфера для включения параметра сглаживания является существенное уменьшение скорости работы приложения. Эта технология зародилась в уже не существующей компании 3dfx. Несмотря на некоторые недостатки поддержка T-буфера внедрена в DirectX 8.0 и выше, благодаря чему он используется в видеоадаптерах сторонних производителей.
- **Интегрированные функции трансформации объектов и распределения освещения (T&L).** При формировании трехмерной анимации объект трансформируется при переходе из одного кадра в другой, после чего освещение изменяется в соответствии с перемещением объекта. T&L — это стандартная функция DirectX начиная с версии 7. Первыми графическими адаптерами, оснащенными блоком T&L, были NVIDIA GeForce 256 и ATI RADEON. Теперь это стандартная функция всех видеокарт.
- **Полноэкранное сглаживание.** Уменьшение неровностей, возникающих при увеличении разрешения, посредством сглаживания цветовых границ для обеспечения плавных цветовых переходов. В первых трехмерных программах сглаживание использовалось только при обработке отдельных объектов; современные графические процессоры, созданные компаниями NVIDIA и ATI, позволяют использовать эту технологию для всего экрана.
- **Сопряжение/сглаживание вершин.** Сглаживание областей сочленений двух полигональных объектов, например рук или ног с телом анимированного персонажа.
- **Интерполяция ключевого кадра.** Оживление перехода от одного выражения лица к другому, что позволяет при отсутствии скелетной анимации сделать мимику более естественной. Для получения подробной информации обратитесь на сайт компании ATI.
- **Программируемая трансформация вершин и обработка полутонов пикселей.** Эта технология стала стандартной частью DirectX, начиная с версии 8.0. Она была введена ком-

панией NVIDIA в функции *nfiniteFX* видеоадаптера GeForce3 и позволяет разработчикам программного обеспечения модифицировать эффекты наподобие сопряжения вершин и обработки полутонов (улучшенный метод преобразования неправильных поверхностей). Это дает возможность избавиться от применения относительно малого количества эффектов с заранее определенными характеристиками. Процессоры, поддерживающие DirectX 8 и 9, используют отдельные вершинные и пиксельные обработки полутонов. В DirectX 10 введена новая архитектура, содержащая унифицированную обработку полутонов, которая может применяться как для вершинной, так и для пиксельной обработки.

- **Вычисления с плавающей запятой.** DirectX 9 и более поздних версий поддерживают данные с плавающей запятой, что позволяет добиться более естественной цветопередачи и точного воспроизведения многоугольников. В DirectX 9 применяется точность 32 разряда для вершинной и 24 разряда для пиксельной обработки полутонов. В версии DirectX 9c точность пиксельной обработки была повышена до 32 разрядов, что позволило в версии DirectX 10 унифицировать обработку полутонов.

В табл. 13.25 перечислены функции визуализации трехмерных сцен, реализованные в DirectX версий от 6.0 до 10.

Таблица 13.25. Визуализация трехмерных сцен в DirectX

Функция	DX 6.0	DX 7.0	DX 8.x	DX 9.0	DX 9.0c	DX 10
Объемные эффекты неба	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
Эффекты дыма и тумана (объемные эффекты)	Нет	Ограниченная поддержка	Да	Да	Да	Да
Динамическая трансформация	Нет	Нет	Ограниченная поддержка	Да	Да	Да
Методы T&L	Фиксированные функции на программном уровне	Фиксированные функции на аппаратном уровне	Шейдерные модели Vertex Shader 1.0	Шейдерные модели Vertex Shader 2.0	Шейдерные модели Vertex Shader 3.0	Шейдерные модели Vertex Shader 4.0
Рельефное текстурирование	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
Разрешение текстур, пикселей	128×128, 256×256	256×256	512×512	512×512	4096×4096	4096×4096
Количество текстур для пиксельной обработки полутонов	—	—	8	16	4	—
Количество текстур для вершинной обработки полутонов	—	—	—	—	16	—
Количество текстур унифицированной обработки полутонов	—	—	—	—	—	128
Разрешение карт смещения	Низкое	Среднее	От среднего до высокого при рельефном текстурировании	Высокое при рельефном текстурировании	Высокое при рельефном текстурировании	Очень высокое при рельефном текстурировании
Внешний вид водной поверхности	Плохой	Средний	Хороший	Превосходный	Превосходный	Реалистичный

Однопроходная или мультипроходная визуализация

В различных видеоадаптерах применяются разные технологии визуализации. В настоящее время практически во всех видеоадаптерах фильтрация и основная визуализация выполняются за один проход, что позволяет увеличить частоту кадров. Видеоадаптеры с функцией однопроходной визуализации и фильтрации обычно являются более быстродействующими при работе с трехмерными программами и позволяют избежать искажений, вызванных ошибками в множественных вычислениях значений с плавающей запятой во время визуализации. Однопроходная визуализация стандартизирована в DirectX 9 и 10.

Аппаратное или программное ускорение

При аппаратной визуализации достигается гораздо лучшее качество изображения и скорость анимации, чем при программной. Используя специальные драйверы, новые видеоадаптеры выполняют все нужные вычисления с неслыханной ранее скоростью. Для работы с приложениями трехмерной графики, а также для современных игр это технологическое решение просто неопределимо. Обратите внимание, что графические системы, подобные перечисленным в табл. 13.13 и 13.14, обеспечивают низкий уровень производительности, поскольку основная нагрузка по трехмерной визуализации возлагается на центральный процессор, а не на графический процессор видеоадаптера.

Чтобы обеспечить такую производительность, большинство видеоадаптеров работают на высоких частотах (иногда превышающих рабочую частоту микросхемы RAMDAC), т.е. разогнаны, а следовательно, выделяют большое количество тепла. В большинстве современных высококачественных видеоадаптеров для охлаждения модулей видеопамати используются теплоотвод и вентилятор (см. рис. 13.18), что упрощает разгон видеокарты.

Программная оптимизация

Следует подчеркнуть, что расширенные функции трехмерной визуализации видеоадаптера совершенно бесполезны до тех пор, пока разработчики игр и программных приложений не оптимизируют свои продукты для использования всех преимуществ таких функций. Несмотря на наличие двух конкурирующих стандартов трехмерной графики (OpenGL и DirectX), производители видеоадаптеров создают драйверы, позволяющие пользователям наслаждаться игрой, оптимизированной под любой из стандартов. Поскольку некоторые видеоадаптеры лучше подходят для определенных игр, перед покупкой очередной игры стоит ознакомиться с ее обзорами в популярных журналах и на сайтах, посвященных компьютерным играм и видеоадаптерам. Обычно выход новой версии DirectX или OpenGL и их реализацию в программах разделяет несколько месяцев.

Для ряда видеоадаптеров можно увеличить быстродействие, настроив параметры оптимизации OpenGL, Direct 3D, RAMDAC, тактовые частоты и другие параметры. Следует заметить, что упрощенные драйверы видеокарт, содержащиеся в операционных системах Windows, не имеют диалоговых окон настройки этих параметров, так что лучше установить драйверы, входящие в комплект поставки видеокарты или загруженные с сайта производителя графического процессора или адаптера. (Иногда лучше устанавливать драйвер производителя адаптера, так как он может обеспечивать более полную поддержку всех функций, реализованных в видеокарте.)

Примечание

Если вы хотите без промедления погрузиться в океан компьютерных игр, приобретите так называемую “коробочную” версию видеоадаптера у розничного продавца. Такие адаптеры поставляются в комплекте с некоторыми играми (нормальными или демонстрационными версиями), которые созданы или скомпилированы для того, чтобы можно было воспользоваться всеми преимуществами видеопроцессора. Дешевые OEM-версии видеоадаптеров (“белой сборки”) зачастую продаются в обычных полиэтиленовых пакетах, только с драйверами и без дополнительного программного обеспечения, а их быстродействие может существенно отличаться от соответствующей “коробочной” версии модели. В некоторых OEM-адаптерах используются некачественные драйверы, занижены частоты видеопамати и RAMDAC, не хватает TV-выхода и других функций. Некоторые производители видеоадаптеров используют для OEM-моделей отдельные названия, что, однако, бывает далеко не всегда. Кроме того, видеоадаптеры могут продаваться в одной большой упаковке и предназначаться для масштабной модернизации систем компании силами ее персонала. К таким видеоадаптерам часто не прилагаются документация и компакт-диск с драйверами, не хватает расширенных программных функций, которые имеются в “коробочных” версиях.

Интерфейс прикладного программирования

Благодаря интерфейсу прикладного программирования (API) разработчикам аппаратного и программного обеспечения предоставляются средства создания драйверов и программ, работающих быстрее на большом количестве платформ. Программные драйверы разрабатыва-

ются для взаимодействия непосредственно с API, а не с операционной системой и программным обеспечением.

В настоящее время ведущими игровыми интерфейсами API являются OpenGL, разработанный компанией SGI, а также Direct3D, разработанный компанией Microsoft как часть DirectX. Все современные видеоадаптеры поддерживают как OpenGL, так и Direct3D. В свое время был распространен еще один игровой API — Glide, который можно считать расширенной версией OpenGL, однако его поддерживали только видеоадаптеры производства компании 3dfx, которая уже давно прекратила свое существование.

OpenGL

Последняя версия данного интерфейса API, OpenGL 2.1, была выпущена 2 сентября 2006 года. Она содержит язык поддержки обработки полутонов OpenGL версии 1.2, программируемые вершинные и фрагментарные шейдеры, множественную обработку полутонов, поддержку не квадратных матриц, текстуры sRGB и не кратные степени двойки, точечные спрайты и отдельные шаблоны для лицевой и тыльной сторон графических примитивов.

OpenGL всегда был популярным интерфейсом в играх, однако широко применяется и в производственной сфере, в том числе в картографии. Системы Windows XP и Vista могут поддерживать OpenGL как на программном уровне, так и посредством графических акселераторов. Для обеспечения в конкретном адаптере поддержки OpenGL изготовитель должен включить в его поставку устанавливаемый клиентский драйвер (ICD). Таким образом, обновление драйвера поможет повысить производительность как Direct3D, так и OpenGL.

Microsoft DirectX 9.0c и 10

Direct3D — это составная часть разработанного компанией мультимедийного API DirectX. Хотя последние версии DirectX (9.0c и 10) поддерживали поверхности высокого порядка (при этом трехмерные поверхности представлялись кривыми), вершинные и пиксельные шейдеры, реализация данных функций в DirectX разных версий кардинально отличается.

В DirectX 9.0c, как в версиях 8.0, 8.1 и 9.0, при формировании трехмерных объектов используются отдельные вершинные и пиксельные шейдеры. Несмотря на то что в DirectX 9.0c повышена точность обработки данных, поддерживается больше инструкций, текстур и регистров, чем в предшествующих версиях, отдельное использование шейдеров замедляет обработку объемных объектов, когда количество отображаемых пикселей превышает количество шейдеров и наоборот. Шейдерная модель версии 3.0, используемая в DirectX 9.0c, является всего лишь развитием первой модели, использованной еще в 2001 году в DirectX 8.0. В ней только увеличено количество инструкций и повышена точность.

Версия DirectX 10, созданная специально для Windows Vista, основана на совершенно другом ядре с новой архитектурой шейдеров Shader Model 4. В ней к вершинному и пиксельному шейдерам добавлен геометрический для повышения реалистичности таких динамических событий, как взрыв. Однако наибольшее изменение в данной модели — это возможность оперативного переключения между операциями вершинного, геометрического и пиксельного шейдеров, позволяющего избежать узких мест в обработке любых трехмерных сцен и повысить общую производительность.

Примечание

С заменой отдельных пиксельного и вершинного шейдеров потоком визуализации трехмерных объектов в DirectX 10 производительность графических процессоров, поддерживающих DirectX 10, стала измеряться в количестве процессоров потоков. Каждый процессор потока может обеспечить вершинную, геометрическую и пиксельную обработку полутонов по мере необходимости.

При сравнении двух графических акселераторов, имеющих одни и те же процессор, объем памяти и шину памяти, более производительным оказывается тот, который имеет большее число процессоров потока.

Среди прочих архитектурных изменений в DirectX 10 — оптимизация процесса, уменьшающая нагрузку на центральный процессор. По сравнению с DirectX 9 при обработке различных типов изображений командные циклы в DirectX 10 сокращены примерно на 90%.

Важно отметить, что графические процессоры, поддерживающие DirectX 10, полностью совместимы с более ранними версиями этого интерфейса, что позволяет запускать не только новые, но и старые игры. Ссылки для обновления DirectX версий 9.0с и 10 можно найти по адресу: www.gamesforwindows.com/en-US/AboutGFW/Pages/DirectX10.aspx

Примечание

Версия DirectX 9.0с поддерживает все версии от Windows 98 до Windows XP SP1 (в Windows XP SP2 она включена как составляющий компонент).

Хотя этот факт и не афишируется, но интерфейс DirectX 9.0с интегрирован в Windows Vista и даже используется для запуска рабочего стола Aero 3D. Чтобы поддерживать в обновленном состоянии DirectX как в Windows XP, так и в Windows Vista, установите последнюю версию DirectX End-User Runtime. Предварительно ознакомьтесь с системными требованиями, чтобы убедиться в поддержке вашей версии Windows.

Подробнее о версиях 8.0, 8.1 и 9.0 DirectX можно узнать из 17-го издания данной книги (глава 13), которое содержится на прилагаемом диске.

Рендеринг сцен с использованием двух графических процессоров

В табл. 13.24 я упомянул разработку решений на базе двух адаптеров PCI Express как девятое поколение решений ускорения трехмерной графики. Идея объединения двух видеоадаптеров для ускорения визуализации сцены отнюдь не нова. Еще адаптеры 3dfx Voodoo 2 поддерживали режим SLI (Scan Line Interleave — чередование строк кадра); при этом пара плат Voodoo 2 обрабатывала сцену последовательно: один адаптер обрабатывал нечетные линии (первую, третью, пятую и т.д.), а второй — четные (вторую, четвертую, шестую и т.д.). Несмотря на все преимущества данной технологии использование двух адаптеров Voodoo 2 в режиме SLI оказалось дорогим удовольствием, доступным только обеспеченным поклонникам компьютерных игр.

Некоторые компании также экспериментировали с использованием двух графических процессоров на одной плате с целью увеличения быстродействия, однако подобные решения не снискали особой популярности. Тем не менее идея повышения быстродействия графической подсистемы благодаря использованию двух видеоадаптеров оказалась достаточно жизнеспособной и продолжила свое развитие даже после того, как компания 3dfx прекратила существование.

NVIDIA SLI

Когда компания NVIDIA приобрела все, что осталось от компании 3dfx, она также получила в свое распоряжение торговую марку “SLI”; в середине 2004 года NVIDIA представила собственную концепцию использования двух видеоадаптеров для визуализации сцены, назвав разработанную ею технологию также “SLI”. При этом с технической точки зрения версия SLI от компании NVIDIA не имеет практически ничего общего с одноименной технологией, изначально разработанной компанией 3dfx.

Компания NVIDIA расшифровывает термин *SLI* как “Scalable Link Interface” (масштабируемый связующий интерфейс). Под *масштабированием* понимается балансирование нагрузки, которое определяет, какой объем работ выполняет каждый из адаптеров при рендеринге определенной сцены в зависимости от сложности последней. Для обеспечения работы режима SLI необходимы следующие компоненты.

- **Системная плата с шиной PCI Express на базе набора микросхем с поддержкой SLI, содержащая два разъема PCI Express, которые можно использовать в режиме SLI.** Среди таких наборов микросхем — все модели серии nForce Professional, равно как и модели SLI серий nForce 4, nForce 5 и nForce 6. Версии этих графических процессоров доступны как для Intel, так и для AMD.

- Два видеоадаптера на базе графических процессоров производства компании NVIDIA, относящиеся к семействам GeForce 6, 7 и 8 с поддержкой SLI. Для соединения адаптеров используется специальный “мост” MIO (multipurpose I/O). Он поставляется вместе с системными платами с поддержкой SLI.

Примечание

Изначально режим SLI предполагал использование совершенно идентичных видеоадаптеров. Однако после выпуска компанией NVIDIA драйверов ForceWare версии 81.85 и более поздних в этом нет необходимости. Как и в случае с аналогичной разработкой от компании ATI, CrossFire, необходимы две платы на базе графических процессоров одного семейства (две платы GeForce 7800, две платы GeForce 6800 или две платы GeForce 6600), однако они могут быть производства разных компаний. Обновленные версии драйверов можно загрузить с сайта компании-производителя или непосредственно с сайта компании NVIDIA (www.nvidia.com). Более полную информацию о технологии SLI и совместимых с ней наборах микросхем и адаптерах можно получить на сайте SLI Zone (<http://sg.slizone.com>).

Для обеспечения наилучших результатов режим SLI следует использовать при запуске игр, оптимизированных для данного режима. Более 500 игр поддерживаются панелью управления SLI, однако в ней можно создать и дополнительные профили.

На рис. 13.20 представлена типичная система SLI. Обратите внимание на мост MIO, соединяющий оба видеоадаптера.

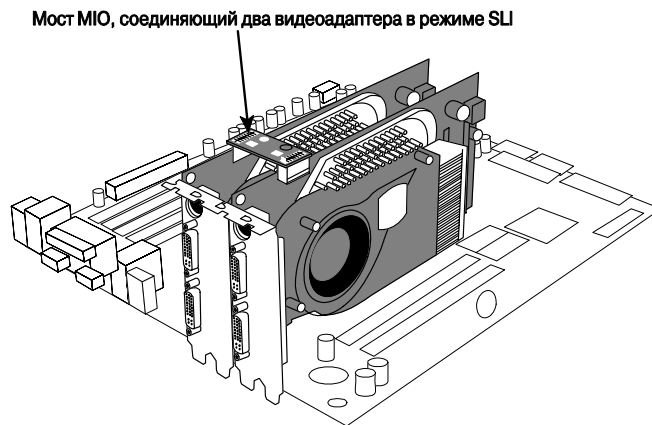


Рис. 13.20. Так выглядит система, поддерживающая технологию NVIDIA SLI

ATI CrossFire

Технология использования нескольких графических адаптеров от компании ATI, которая получила название CrossFire, использует три метода ускорения рендеринга трехмерных сцен: чередование рассчитываемых кадров; построчное, шахматное или иное чередование рассчитываемых пикселей, предполагающее разделение сцены на несколько частей, параметры которых рассчитываются разными адаптерами; разделение экрана на несколько непересекающихся зон (данный подход можно сравнить с балансировкой нагрузки при использовании режима SLI). Драйвер ATI Catalyst использует чередование рассчитываемых кадров для обеспечения наилучшего быстродействия, однако автоматически переключается на другие режимы, если запущенная игра не поддерживает чередование рассчитываемых кадров.

Для обеспечения более высокого качества изображения по сравнению с одиночным видеоадаптером режим CrossFire предлагает целый ряд дополнительных вариантов сглаживания SuperAA, которые позволяют накладывать результаты сглаживания каждым из адаптеров. Точно так же режим CrossFire позволяет улучшить результаты анизотропной фильтрации, накладывая результаты, полученные каждым из адаптеров.

Для обеспечения работы режима CrossFire необходимы следующие компоненты.

- **Системная плата с шиной PCI Express на базе набора микросхем с поддержкой CrossFire, содержащая два разъема PCI Express, которые можно использовать в режиме CrossFire.** Среди таких наборов микросхем — AMD 580X и 480X, ATI CrossFire Xpress 3200 и Intel 975X и P965 Xpress.
- **Комбинация видеоадаптеров, которые поддерживают работу в режиме ATI CrossFire.** Эту поддержку обеспечивают карты Radeon X850, X1300, X1550, X1600, X1650, X1800, X1900, X1950, HD 2600XT и 2900XT.

Примечание

Конкретные модели материнских плат, видеокарт, блоков питания, модулей памяти и корпусов, поддерживающих технологию CrossFire, можно найти по адресу:

<http://ati.amd.com/technology/crossfire/buildyourown.html>

Первое поколение карт CrossFire требовало от пользователей покупки специальных карт CrossFire Edition, которые содержали объединительную микросхему Xilinx XC3S400, а также уникальный порт DMS-59, предназначенный для объединения плат. Одна из этих карт была спарена со стандартной платой Radeon той же серии с помощью внешнего кабеля, идущего от порта DVI стандартной карты к порту DMS специальной. В моделях X1300 и X1600 для передачи информации между картами уже использовалась шина PCI Express.

Современные реализации CrossFire предполагают использование объединяющего моста (подобного компоненту SLI MIO). Такой мост обеспечивает работу пар соответствующих карт моделей X1950, X1650, HD 2900XT и HD 2600XT.

Поддержку технологии можно отключить, при этом две карты смогут поддерживать два монитора. Также карты CrossFire можно использовать для реализации эффектов в играх, поддерживающих технологию HavokFX (www.havok.com).

Более подробно о технологии CrossFire можно узнать на сайте компании AMD:
<http://ati.amd.com>

Наборы микросхем для обработки трехмерной графики

В настоящее время практически в каждом видеоадаптере есть набор микросхем, совместимый с трехмерным графическим акселератором. Поскольку на рынке присутствует уже несколько поколений видеоадаптеров от ведущих производителей, сделать правильный выбор для неискушенного пользователя порой весьма сложно. В табл. 13.26 представлены основные производители видеоадаптеров, выпускаемые ими наборы микросхем и видеоадаптеры, в которых они применяются.

Профессиональные графические адаптеры для рабочих станций от таких компаний, как 3Dlabs (www.3dlabs.com), ATI и NVIDIA, в табл. 13.26 не перечислены, поскольку подобные решения не используются в стандартных настольных ПК. Информация о данных решениях доступна на сайтах компаний-производителей.

Примечание

Табл. 13.26 можно рассматривать как справочник по современным графическим процессорам (и графическим картам) от основных производителей: AMD (ATI), Matrox и NVIDIA. В нее включены преимущественно графические процессоры пятого поколения (поддерживающие DirectX 8) или более новые. Поскольку большинство производителей используют название графического процессора как часть коммерческого названия продукта, в табл. 13.26 названия продуктов не приводятся. Постарайтесь использовать приведенную в таблице информацию совместно с результатами прикладных и игровых тестов для того, чтобы выбрать наиболее подходящее решение для конкретной ситуации. Информацию о графических картах сторонних производителей можно получить на сайтах изготовителей их акселераторов.

Большинство наборов микросхем, перечисленных в табл. 13.26, поддерживают подключение двух мониторов, предлагая выходы VGA, DVI-I и TV-out. Подробные сведения о каждом конкретном наборе микросхем приведены в таблице.

Таблица 13.26. Производители графических процессоров и видеоадаптеры на их основе

Графический процессор (кодвое название)	Поддержи- ваемая версия DirectX	Аппаратный блок транс- формации и преобразо- вания	Кол-во пиксельных шейдеров	Кол-во вершинных шейдеров	Кол-во каналов рендеринга
RADEON 8500 (R200), 8500 LE	8.1	Да	4	2	4
RADEON 9000 PRO, 9000 (RV250)	8.1	Да	4	1	4
RADEON 9200, SE, std (RV280)	8.1	Да	4	1	4
RADEON 9250 (RV280)	8.1	Да	4	1	4
RADEON 9500 (R300)	9	Да	4	4	4
RADEON 9500 PRO (R300)	9	Да	8	4	8
RADEON 9600 PRO, XT, std (RV350)	9	Да	4	2	4
RADEON 9600 LE (RV350)	9	Да	4	2	4
RADEON 9600XT (RV360)	9	Да	4	2	4
RADEON 9700 PRO, 9700 (R300)	9	Да	8	4	8
RADEON 9800 PRO, 9800 (R350)	9	Да	8	4	8
RADEON 9800 PRO, 9800 std (R350)	9	Да	8	4	8
RADEON 9800 SE (R350)	9	Да	4	4	4
RADEON 9800XT (R360)	9	Да	8	4	4
RADEON X300 SE, X300 (RV370)	9	Да	4	2	4
RADEON X550 SE, X550 (RV370)	9	Да	4	2	4
RADEON X600 PRO, XT (RV380)	9	Да	4	2	4
RADEON X700, PRO, XT (RV410)	9.0b	Да	8	6	8
RADEON X800 (R430)	9.0b	Да	12	6	12
RADEON X800 SE, GT (R420)	9.0b	Да	8	6	8
RADEON X800 PRO (R423)	9.0b	Да	12	6	12
X800GTO, GTO2 (R423, R480)	9.0b	Да	12	6	12
RADEON X800 XT, XT Platinum(R420)	9.0b	Да	16	6	16
RADEON X800 XT, XT Platinum(R423)	9.0b	Да	16	6	16
RADEON X800 GT 128, GT 256 (R423, R480)	9.0b	Да	8	6	8
RADEON X800 XL (R423)	9.0b	Да	16	6	16
RADEON X800 XL (R430)	9.0b	Да	12	6	12
RADEON X850 PRO (R480)	9.0b	Да	12	6	12
RADEON X850 XT, XT PE (R480)	9.0b	Да	16	6	16
RADEON X850 PRO (R481)	9.0b	Да	12	6	12
RADEON X850 XT, XT PE (R481)	9.0b	Да	16	6	12
RADEON X1050 (RV370)	9	Да	4	2	12
RADEON X1300 (RV515)	9.0c	Да	4	2	4
RADEON X1300 PRO (RV515)	9.0c	Да	4	2	4
RADEON X1300 XT (RV535)	9.0c	Да	12	5	4
RADEON X1550 (RV516)	9.0c	Да	12	5	4
RADEON X1600 PRO XT; CrossFire Edition (RV530)	9.0c	Да	12	5	4
RADEON X1650, PRO, (RV530, RV535) .08 (RV535)	9.0c	Да	12	5	4

Кол-во унифицированных шейдеров	Разрядность шины, бит	Тип и объем памяти, Мбайт	Технологический процесс, мкм	Интерфейс	Примечания
---	128	64, 128 DDR	0,15	AGP 4x	LE медленнее
---	128	64 DDR	0,15	AGP 8x	Обновленное ядро 8500
---	64 (SE); 128	128, 256 (AGP)	0,15	AGP 8x, PCI	
---	128	128, 256	0,15	AGP 8x	
---	128	128 DDR	0,15	AGP 8x	
---	128	128 DDR	0,15	AGP 8x	
---	128	128 DDR	0,13	AGP 8x	
---	64	128 DDR	0,13	AGP 8x	
---	128	128, 256 DDR	0,13	AGP 8x	
---	256	128 DDR	0,15	AGP 8x	AIW
---	128	128, 256 DDR	0,15	AGP 8x	Pro быстрее
---	256	128 DDR (PRO/std), 256 GDDR2 (PRO)	0,15	AGP 8x	Pro быстрее
---	128, 256	128 DDR, DDR2 (256 бит)	0,15	AGP 8x	
---	256	256	0,15	AGP 8x	
---	64 (SE), 128	64, 128, 256 DDR или GDDR2	0,11	PCIe	
---	64 (SE), 128	64, 128, 256 DDR или GDDR2	0,11	PCIe	Ускоренная версия модели X300
---	128	128, 256 DDR или GDDR2	0,13	PCIe	XT --- ускоренная версия
---	128	128 и 256 DDR, GDDR2, GDDR3 (PRO, XT)	0,11	PCIe	XT быстрее, чем PRO
---	256	128 и 256 DDR, GDDR2, GDDR3	0,11	PCIe	
---	256	256 DDR, GDDR2, GDDR3	0,13	AGP 8x	GT --- ускоренная версия
---	256		0,13	PCIe	
---	256	128, 256 DDR, GDDR2, GDDR3	0,13	PCIe	GTO использует GDDR1 или GDDR2; GTO2 использует GDDR3
---	256	256 GDDR3	0,13	AGP 8x	Platinum работает на ускоренном ядре и памяти; AIW
---	256	256 GDDR3	0,13	PCIe	Platinum работает на ускоренном ядре и памяти
---	256	128, 256 DDR, GDDR2, GDDR3	0,13	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,11	AGP 8x	
---	256	256, 512 GDDR3	0,11	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,13	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,13	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,13	AGP 8x	
---	256	256 GDDR3	0,13	AGP 8x	
---	64, 128	256 DDR, DDR2	0,11	PCIe, AGP 8x	
---	64 или 128	128, 256, 512	0,09	PCIe, AGP 8x, PCI	
---	128	256	0,09	PCIe, AGP 8x	
---	128	256	0,09	PCIe	
---	128	256	0,09	PCIe, AGP 8x, PCI	
---	128	128, 256 (XT и PRO), 512 GDDR2, GDDR3 (XT)	0,09	PCIe, AGP 8x	
---	128 GDDR2	256, 512	0,09 (RV530)	PCIe, AGP 8x	PRO --- ускоренная версия

Графический процессор (кодовое название)	Поддерживаемая версия DirectX	Аппаратный блок трансформации и преобразования	Кол-во пиксельных шейдеров	Кол-во вершинных шейдеров	Кол-во каналов рендеринга
RADEON X1650 XT (RV560) .08 (RV535)	9.0c	Да	24	8	8
RADEON X1800 GTO (R520)	9.0c	Да	12	8	12
RADEON X1800 XL, XT	9.0c	Да	16	8	16
RADEON X1900 GT (R580)	9.0c	Да	36	8	12
RADEON X1900 AIW, CF (R580)	9.0c	Да	48	8	16
RADEON X1900 XTX, XT, CrossFire Edition (R580)	9.0c	Да	48	8	16
RADEON X1950 GT, PRO (RV570)	9.0c	Да	36	12	12
RADEON X1950 XT 256, XT 512 (R580)	9.0c	Да	48	16	48
RADEON X1950 XTX (R580+)	9.0c	Да	48	16	16
RADEON HD 2400 PRO, XT (RV610)	10	Да	—	—	4
RADEON HD 2600 PRO, XT (RV630)	10	Да	—	—	4
RADEON HD 2900 XT (R610)	10	Да	—	—	16
Производитель: Matrox					
Millennium P650	8.1	Да	2	2	2
Millennium P750	8.1	Да	2	2	2
Parhelia 128MB, 256MB	8.1	Да	4	4	4
Parhelia APVe	8.1	Да	4	4	4
Parhelia PCI 256MB	8.1	Да	4	4	4
Parhelia DL256 PCI	8.1	Да	4	4	4
QID	8.1	Да	4	4	4
QID PRO	8.1	Да	4	4	4
QID LP PCIe	8.1	Да	4	4	4

Кол-во унифицированных шейдеров	Разрядность шины, бит	Тип и объем памяти, Мбайт	Технологический процесс, мкм	Интерфейс	Примечания
---	128 GDDR2	256, 512	0,09 (RV530)	PCIe, AGP8x	PRO — ускоренная версия
---	256	256 GDDR3	0,09	PCIe	
---	256	256, 512 (только XT) GDDR3	0,09	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,09	PCIe	
---	256	256 (AIW), 512 (CF) GDDR3	0,09	PCIe	
---	256	512	0,09	PCIe	XTX имеет ускоренное ядро и память, за ним следуют XT и CrossFire 1 Edition
---	256	256, 512 GDDR3	0,08	PCIe, AGP8x	PRO --- ускоренная версия
---	256	256 (XT 256), 512 (XT 512) GDDR3	0,09	PCIe, AGP8x	
---	256	512 GDDR4	0,09	PCIe	
40	64	256 (DDR2 PRO, GDDR3 XT)	0,065	PCIe	
120	128	256 DDR2 (PRO), GDDR3, GDDR4 (XT)	0,065	PCIe	
320	512	512, 1024 GDDR3, GDDR4	0,08	PCIe	
---	128	64, 128 DDR	0,15	PCIe, AGP 8x, или PCI	Поддержка 3-аналоговых или 2-аналогового/цифрового монитора
---	128	64 DDR	0,15	AGP 8x или PCIe	Поддержка 3-аналоговых или 2-аналогового/цифрового монитора
---	256	128, 256 DDR	0,15	AGP 8x	Некоторые функции DirectX 9; поддержка 3-аналоговых или 2-аналогового/цифрового монитора
---	256	128 DDR	0,15	PCIe	Некоторые функции DirectX 9; поддержка 3-аналоговых или 2-аналогового/цифрового монитора
---	256	256 DDR	0,15	PCI 64 бит/66 МГц	Некоторые функции DirectX 9; поддержка 3-аналоговых или 2-аналогового+цифрового мониторов
---	256	256 DDR	0,15	PCI 64 бит/66 МГц	Некоторые функции DirectX 9; поддержка 2-аналогового+цифрового мониторов
---	256	128 DDR	0,15	AGP 4x	Некоторые функции DirectX 9; поддержка до 4 мониторов
---	256	256 DDR	0,15	PCI 64 бит/66 МГц	Некоторые функции DirectX 9; поддержка до 4 мониторов
---	256	128 DDR	0,15	PCIe	Некоторые функции DirectX 9; поддержка до 4 мониторов

Графический процессор (кодовое название)	Поддерживаемая версия DirectX	Аппаратный блок трансформации и преобразования	Кол-во пиксельных шейдеров	Кол-во вершинных шейдеров	Кол-во каналов рендеринга
QID LP PCI	8.1	Да	4	4	4
Производитель: NVIDIA					
GeForce3, GeForce Ti 200, 500 (NV20)	8	Да	4	1	4
GeForce4 Ti 4600, 4400, 4200 (NV25)	8	Да	4	2	4
GeForce4 Ti 4600-8x, 4200-8x (NV28)	8	Да	4	2	4
GeForce FX 5800 (NV30)	9	Да	8	1	8
GeForce FX 5600 (NV31)	9	Да	4	1	4
GeForce FX 5200 (NV34)	9	Да	4	1	4
GeForce FX 5900 (NV35)	9	Да	4	1	4
GeForce FX 5700 (NV36)	9	Да	4	1	4
GeForce FX 5950 Ultra (NV38)	9	Да	8	1	4
GeForce 6200 (NV43V, NV44)	9.0c	Да	4	3	2
GeForce 6200 TurboCache (NV44)	9.0c	Да	4	3	2
GeForce 6200 (NV44a)	9.0c	Да	4	3	2
GeForce 6500 (NV44)	9.0c	Да	4	4	4
GeForce 6600 LE (NV43)	9.0c	Да	4	3	4
GeForce 6600, 6610 XL, 6700 XL (NV43)	9.0c	Да	8	3	8
GeForce 6600, 6600GT(NV43)	9.0c	Да	8	3	8
GeForce 6800, GS (NV40)	9.0c	Да	12	5	12
GeForce 6800, GS (NV42)	9.0c	Да	12	5	12
GeForce 6800 GT, Ultra (NV40)	9.0c	Да	16	6	16
GeForce 6800 GS, GT, Ultra (NV45)	9.0c	Да	16	6	16
GeForce 6800 GT (NV42)	9.0c	Да	16	6	16
GeForce 7100 GS (G70 он же NV47)	9.0c	Да	4	3	2

Кол-во унифицированных шейдеров	Разрядность шины, бит	Тип и объем памяти, Мбайт	Технологический процесс, мкм	Интерфейс	Примечания
---	256	128 DDR	0,15	PCI	Некоторые функции DirectX 9; поддержка до 4 мониторов
---	128		0,15	AGP 4x	
---	128		0,15	AGP 4x	Большинство 4200 использует стандартную память, остальные — быструю VGA
---	128		0,15	AGP 8x	Основан на GeForce4; T1 4600 and 4200; 2 монитора
---	128		0,13	AGP 8x	
---	128		0,13		
---	128		0,13	AGP 8x	
---	256		0,13	AGP 8x	Требует двух разъемов для вентилятора
---	128		0,13	AGP 8x	Основан на FX 5900
---	256		0,13	AGP 8x	Требует двух разъемов для вентилятора
---	64 или 128	128, 256, 512 DDR	0,11	PCIe или AGP 8x (только 64 бит)	Ранние версии PCIe основаны на ядре NV42
---	32 или 64	16, 32, 64, 128 DDR	0,11	PCIe	Карты 16/32 используют до 96 Мбайт системной памяти для достижения 128 Мбайт видеопамяти; карты 64/128 используют до 192 Мбайт системной памяти для достижения 256 Мбайт видеопамяти
---	128	128, 256 DDR или DDR2	0,11	AGP 8x или PCI	
---	64	128, 256 DDR	0,11	PCIe	Ускоренная версия модели 6200
---	128	128, 256 DDR	0,11	AGP 8x или PCIe	
---	128	128 DDR	0,11	PCIe	6700 XL быстрее
---	128	128 GDDR3	0,11	PCIe	
---	256	128 DDR	0,13	AGP 8x	
---	256	128 DDR	0,11	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,13	AGP 8x	Ultra быстрее
---	256	256 GDDR3	0,13	PCIe	Использует интегрированный мост PCIe; Ultra быстрее
---	256	256 GDDR3	0,11	PCIe	Native PCIe
---	64	128 DDR	0,11	PCIe	

Графический процессор (кодовое название)	Поддерживаемая версия DirectX	Аппаратный блок трансформации и преобразования	Кол-во пиксельных шейдеров	Кол-во вершинных шейдеров	Кол-во каналов рендеринга
GeForce 7200 GS (G72)	9.0c	Да	2	2	2
GeForce 7300 SE (G72)	9.0c	Да	2	2	2
GeForce 7300 LE, GS (G72)	9.0c	Да	4	3	2
GeForce 7500 LE (G72)	9.0c	Да	2	2	2
GeForce 7300 GT (G73)	9.0c	Да	8	4	8
GeForce 7600 GS (G73)	9.0c	Да	12	5	8
GeForce 7600 GT (G73)	9.0c	Да	12	5	8
GeForce 7800 GT (G70)	9.0c	Да	20	7	16
GeForce 7800 GTX (G70)	9.0c	Да	2	48	16
GeForce 7800 GS (G70)	9.0c	Да	16	6	8
GeForce 7900 GS (G71)	9.0c	Да	20	7	16
GeForce 7900 GT, GTO (G71)	9.0c	Да	2	48	16
GeForce 7900 GTX, GTX 512 (G71)	9.0c	Да	2	48	16
GeForce 7900 GX2 (два G71)	9.0c	Да	24x2	8x2	16x2
GeForce 7950 GT (G71)	9.0c	Да	2	48	16
GeForce 7950 GX2 (два G71)	9.0c	Да	24x2	8x2	16x2
GeForce 8400 GS, GT (G86)	10	Да	4	—	—
GeForce 8600 GT, GTS (G84)	10	Да	8	—	—
GeForce 8800 GTS (G80)	10	Да	20	—	—
GeForce 8800 GTX, Ultra (G80)	10	Да	24	—	—

CrossFire Edition — специальная версия платы, которая может использоваться совместно со стандартной платой Radeon той же серии на системной плате с поддержкой технологии CrossFire.

Модернизация или установка нового видеоадаптера

Если вам нужна более производительная обработка трехмерных объектов, поддержка DVI или двух мониторов, повышенная детализация в играх, значит, пришло время модернизации графического адаптера. Естественно, свой выбор можно остановить на самой современной модели, обеспечивающей поддержку реалистичной трехмерной графики, DirectX 10 и OpenGL 2.1, нескольких мониторов, а также обладающую 768 Мбайт видеопамяти, однако, скорее всего, свои желания придется немного ограничить. Если вы хотите использовать свой компьютер в качестве телевизора или устройства видеозахвата, то потребуются следующее оборудование:

- TV-тюнер, позволяющий смотреть широкоэвещательные или кабельные телепередачи с помощью монитора;
- устройства захвата видео, позволяющие записывать неподвижные или видеоизображения в отдельный файл.

Во многих случаях одно устройство поддерживает обе функции.

Кол-во унифицированных шейдеров	Разрядность шины, бит	Тип и объем памяти, Мбайт	Технологический процесс, мкм	Интерфейс	Примечания
---	64	64, 128, 256 DDR2	0,09	PCIe	
---	64	128, 256 DDR	0,09	PCIe	
---	64	128, 256 DDR (LE), DDR2 (GS)	0,09	PCIe	
---	64	128 DDR2	0,09	PCIe	OEM-продукт для HP и Packard Bell; TurboCache использует до 128 Мбайт системной памяти ниже 1 Гбайт и 384 Мбайт выше 1 Гбайт
---	128	256 DDR2, DDR3	0,09	PCIe, AGP 8x	
---	128	256, 512 DDR2, DDR3	0,09	PCIe, AGP 8x	
---	128	256 GDDR3	0,09, 0,08	PCIe, AGP 8x (только 0,09 мкм)	0,08 мкм быстрее
---	256	256 GDDR3	0,11	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,11	PCIe	
---	256	256 GDDR3	0,11	AGP 8x	
---	256	256 GDDR3	0,09	PCIe	
---	256	256 (GT), 512 (GTO) GDDR3	0,09	PCIe	GTO быстрее
---	256	256 (GTX), 512 (GTX 512)	0,11	PCIe	GTX 512 быстрее
---	256 x2	512x2 GDDR3	0,09	PCI	Первые конструкции GeForce использовали 2 процессора; Quad-SLI при использовании с другим 7900 GX2; продается только как OEM
---	256 x2	256, 512 GDDR3	0,09	PCIe, AGP 8x	
---	256 x2	512x2 GDDR3	0,09	PCIe, AGP 8x	
16	64 (GS), 128 (GT)	256 DDR2	0,08	PCIe	
32	128	256 GDDR3	0,08	PCIe	GTS быстрее
96	320	320, 640	0,08	PCIe	
128	384	768	0,08	PCIe	Ultra быстрее

PCIe — PCI Express x16.

TurboCache — использование части системной памяти в дополнение к установленной в плате.

TV-тюнеры и устройства захвата видеоизображений

За исключением таких решений, как серии карт RADEON All-in-Wonder компании ATI, Personal Cinema компании NVIDIA и адаптеров с видеовходом и видеовыходом (VIVO), большинство современных видеоплат не имеют встроенного телевизионного тюнера или устройства захвата изображения. Эта тенденция, скорее всего, сохранится и в будущем. К примеру, компания AMD, которая приобрела ATI, не собирается разрабатывать адаптеры All-In-Wonder, поддерживающие функции медиацентра системы Windows Vista. Компания NVIDIA со времени выхода линейки адаптеров GeForce 6 не выпустила ни одного продукта модельного ряда "Personal Cinema".

Чтобы захватывать аналоговый видеосигнал и сигнал с видеокамеры, видеомагнитофона или телевидения высокой четкости или просто смотреть телевизор на компьютере, потребуется отдельная карта телевизионного тюнера и/или видеозахвата.

Телевизионные тюнеры и карты видеозахвата можно подключить и к порту USB 2.0, главное при этом — обеспечить совместимость с существующим в системе графическим адаптером. Подобные модели выпускаются компаниями Dazzle, Hauppauge и др. Ввиду того, что на

рынке представлено великое множество самых разнообразных моделей видеокарт и прочих устройств обработки видеосигнала, перед покупкой какого-либо из них рекомендуется тщательно продумать вопросы совместимости. В этом могут помочь компьютерные обзоры на сайтах reviews.cnet.com, www.epinions.com и др. Для поддержки телевидения высокой четкости (HDTV) ищите продукты, совместимые с этой технологией. Тюнеры HDTV выпускаются как во внутреннем (разъем PCI), так и во внешнем (порт USB 2.0) исполнениях. Они позволяют просматривать телетрансляции HDTV на любом (в том числе широкоформатном) мониторе или проекторе, подключенном к компьютеру.

Гарантия и поддержка

Поскольку каждая видеокарта претерпевает за свою жизнь несколько смен драйверов, связанных с эволюцией операционных систем (в среднем каждые 2–3 года выходит новая ОС), лучше покупать графические адаптеры известных производителей (это гарантирует лучшую ее поддержку в течение срока эксплуатации). Если производитель прекращает поддержку видеоадаптера, основанного на наборе микросхем одного из крупнейших производителей (таких, как ATI или NVIDIA), то можно использовать драйверы, предоставляемые изготовителем графического процессора, а также обобщенные драйверы операционной системы.

Однако учтите, что при использовании обобщенных драйверов (уровня графического ядра) или драйверов от другого производителя могут возникнуть проблемы, так как изготовитель адаптера мог несколько отойти от архитектурных рекомендаций производителя графического процессора. Качество поддержки изготовителя конкретного адаптера можно оценить по техническим форумам, статьям в компьютерных журналах и обзорам на таких сайтах, как ZDNet. Если возникают сложности с использованием какого-либо адаптера или набора микросхем, в этих источниках можно найти альтернативные решения. При работе в системах Windows Me/2000/XP для получения лучших результатов рекомендуется использовать WHQL-сертифицированные драйверы. Обычно они проходят тестирование в лабораториях Microsoft Windows Hardware Quality Lab, после чего становятся доступными на сайте Windows Update, а также на сайте производителя оборудования. При работе в Windows Vista обязательно устанавливайте драйверы WDDM с цифровой подписью.

Примечание

В связи с ростом популярности Linux многие производители графических карт и процессоров теперь предлагают драйверы и для этой операционной системы. Обязательно обращайте внимание на совместимость, так как некоторые изготовители предлагают драйверы только для определенных версий ядра Linux или же драйверы XFree86.

Сравнение видеоадаптеров на основе одного набора микросхем

Многие производители выпускают несколько моделей видеоадаптеров на основе одного и того же набора микросхем. Какой же модели отдать предпочтение? В табл. 13.27 приведены наиболее важные критерии, на которые следует обратить внимание, приобретая современный видеоадаптер.

Таблица 13.27. Критерии, используемые при сравнении видеоадаптеров

Критерий	Описание
Быстродействие RAMDAC	В большинстве современных видеоадаптеров используется RAMDAC с частотой 400 МГц и выше, что обеспечивает комфортную работу без видимого мерцания при разрешении экрана 1280×1024 и выше. Быстродействие цифроаналогового преобразователя недорогих видеоадаптеров невысокое, т.е. получить качественное изображение на большом ЭЛТ-мониторе (например, 17-дюймовом) очень сложно
Объем видеопамяти	Хотя видеоадаптеры AGP могут использовать оперативную память системы для размещения текстур, собственная видеопамять является более эффективной и быстродействующей. Адаптеры PCI Express и PCI вообще могут не иметь собственной памяти. Более дешевые карты семейства адаптеров на основе одного и того же набора микросхем могут предлагать меньший объем памяти, а видеопамять уже много лет как нельзя наращивать. Рекомендуется видеоадаптер с объемом памяти, достаточным для современных игр и приложений ближайшего будущего: 128 Мбайт — для бизнес-сектора и 256 Мбайт и более — для игр. Если планируется установка системы Windows Vista, рассматривайте варианты от 256 Мбайт с поддержкой DirectX 10 для возможности использования интерфейса Aero GUI и новых игр

Критерий	Описание
Тип видеопамяти	В высококачественных видеоадаптерах чаще всего устанавливается видеопамять GRRD2, GDDR3 или GDDR4 SDRAM. Эти типы памяти обеспечивают приемлемую производительность, однако будущее за стандартом GDDR4 SDRAM, позволяющим наслаждаться высококачественными трехмерными играми при высоком разрешении экрана
Основная тактовая частота	Многие поставщики видеоадаптеров увеличивают рекомендованную тактовую частоту ядра графического процессора, пытаясь “выжать” из него максимальную производительность; при этом частота может перейти границу, обусловленную производителем набора микросхем. Будьте внимательны: повышение частоты увеличивает риск перегрева графического процессора. “Разогнанное” устройство может стабильно работать при нормальном охлаждении или же выйти из строя через месяц из-за перегрева интегральной схемы. Более подробная информация относительно рекомендованных тактовых частот представлена на сайтах производителей наборов микросхем. Многие уважаемые компании выпускают модули памяти и графические процессоры с увеличенными тактовыми частотами, при этом устанавливая большие радиаторы или вентиляторы охлаждения, а в некоторых случаях — даже встроенную систему мониторинга температуры
Скорость видеопамяти	Как системная оперативная память увеличивает быстродействие компьютера, так и быстрая видеопамять существенно сказывается на характеристиках видеоадаптера. Чем быстрее память, тем производительнее видеоплата, при условии равенства всех остальных ее характеристик (процессор, архитектура шейдеров и каналов и ширина шины памяти)
TV-выход	Большинство видеоадаптеров средней и высшей ценовых категорий включают в себя TV-выход, позволяющий просматривать фильмы DVD или играть в компьютерные игры на большом телеэкране. Этот выход обычно реализован в виде порта S-video, который при необходимости можно преобразовать в композитный. В некоторых моделях видеоадаптеров реализована аппаратная поддержка компрессии MPEG-2, обеспечивающего высокое качество видео и экономию дискового пространства. В ряде видеоадаптеров теперь присутствует порт VIVO, позволяющий подключить видеоадаптер к телевизору или видеомagneфону с композитным портом (“тюльпаном”) или разъемом S-video

Устройства формирования видеосигнала

Первые попытки обработать изображение были предприняты на телевидении. Но телевизионные сигналы существенно отличаются от сигналов в компьютерах. В США стандарты для цветного телевидения были введены в действие в 1953 году Национальным комитетом по телевизионным системам (National Television System Committee — NTSC). Некоторые страны, например Япония, поддерживают этот стандарт, а в Европе были разработаны собственные стандарты: PAL (Phase Alternate Line) и SECAM (SEquential Couleur Avec Memoire). Различия между телевизионными стандартами приведены в табл. 13.28.

Таблица 13.28. Стандарты на телевизионные сигналы и видеосигналы в мониторах компьютеров

Стандарт	Год ввода в действие	Страна	Количество строк	Частота кадров, Гц
Телевизионный				
NTSC	1953 (цветной); 1941 (черно-белый)	США, Япония	525	60
PAL	1941	Европа ¹	625	50
SECAM	1962	Франция	625	25
HDTV ²		Различные страны	1080i 720p	25 60
Компьютерный				
VGA	1987	США	640×480 ³	72

1. Англия, Голландия, Германия.

2. Различные аналоговые и цифровые стандарты HDTV были представлены во многих странах, начиная с Франции в 1948 году (SECAM 755i, теперь уже неподдерживаемая аналоговая версия); японского аналога MUSE 1035i (1979 год — настоящее время). В таблице приведено два американских стандарта (оба цифровые); в других странах используются другие аналоговые и цифровые стандарты.

3. Стандарт VGA основан на пикселях (480), а не на линиях развертки; внешняя синхронизация позволяет трансформировать пиксели в линии и синхронизировать компьютер с телевизионным стандартом вещания.

С помощью адаптеров VGA/NTSC можно просматривать созданные компьютером изображения на обычном телевизоре и записывать их на видеомagneфон. Подобные устройства делятся на две категории: с полной “привязкой” (для взаимной синхронизации многих источни-

ков видеосигналов или телевизионных устройств и компьютера) и без таковой. Первые обеспечивают высокую стабильность сигналов; они необходимы, например, для качественной записи на ленту, однако при обычной демонстрации можно обойтись более простыми конвертерами.

Конвертеры выпускаются либо как встраиваемые платы, либо как отдельные устройства (для портативного компьютера). Такие внешние устройства не заменяют адаптер VGA, а подключаются к нему извне с помощью кабеля. Во встраиваемых конвертерах, помимо входного и выходного портов VGA, устанавливаются стандартные видеоразъемы. На задней панели многих видеоадаптеров высшей и средней ценовой категорий от компаний NVIDIA и ATI расположены TV-выходы. Как правило, конвертеры поддерживают телевизионные стандарты NTSC и PAL. Разрешение, отображаемое на экране телевизора и фиксируемое видеомагнитофоном, обычно не превышает 640×480 пикселей; однако TV-выходы новейших видеоадаптеров позволяют получать разрешающую способность экрана 800×600. На платах могут устанавливаться схемы, позволяющие избавиться от мерцания картинки, которое возникает из-за различия в частотах кадровой синхронизации в телевизионном и VGA-стандарте.

Для подключения ПК к монитору HDTV используйте кабель HDMI, если в системе предусмотрен такой порт. В противном случае можно воспользоваться адаптером DVI-D-HDMI или DVI-I-компонентным. Если для просмотра телевидения высокой четкости требуется поддержка HDCP, и монитор, и адаптер должны поддерживать эту спецификацию; в противном случае просмотр программ будет либо вообще невозможен, либо возможен, но с пониженным разрешением.

Устройства захвата изображения

Для захвата с экрана как отдельных кадров, так и видеороликов можно использовать следующие устройства:

- 3D-ускоритель с портом TV-in;
- TV-тюнер;
- внешние TV-тюнеры с интерфейсом USB или параллельным интерфейсом;
- веб-камеры с портами захвата видео.

Подобные устройства способны захватывать статические изображения и видеоряд, работая с источниками видео, такими как видеокамеры и видеомагнитофоны. Хотя качество изображения ограничено входным сигналом, результаты все еще достаточно хороши для презентаций и настольных издательских систем. Данные устройства работают в паре с видеоадаптерами VGA в 24- или 32-разрядном режиме, а также поддерживают в качестве устройств ввода устройства VHS, Super VHS и Hi-8. Наилучшие результаты обеспечивают источники Super VHS и Hi-8, а также конфигурации, позволяющие отображать более 256 цветов. Чтобы получить высококачественные результаты, используйте цифровые видеокамеры, оснащенные портом IEEE 1394 (i.LINK/FireWire), которые позволяют передавать цифровой видеосигнал непосредственно в компьютер без аналогово-цифровых преобразований. Если компьютер не оснащен портом IEEE 1394a или IEEE 1394b, следует оснастить его адаптером IEEE 1394, чтобы иметь возможность работать с цифровой видеокамерой.

Совет

Если необходимо преобразовать аналоговую видеозапись с имеющейся кассеты в цифровой формат, изучите документацию к своей DV-видеокамере, чтобы узнать, поддерживает ли она функцию передачи аналогового видео. Подобные устройства позволяют захватывать аналоговый видеосигнал через порт 1394, что обеспечивает более высокое качество, чем в случае использования устройства с интерфейсом USB.

HD Video — это новый HDTV-совместимый видеостандарт, который может быть захвачен картами HDTV с портом HDMI.

Платы Desktop Video (DTV)

Компьютер можно использовать для сохранения, редактирования и последующего воспроизведения телевизионных сигналов (обычных или РВ) от какого-либо источника. Когда речь идет о таком использовании компьютера, приходится вновь возвращаться к цифровому и аналоговому способам передачи и хранения информации. Для редактирования видео его нужно захватить, т.е. преобразовать в цифровой вид и сохранить в файле.

Для того чтобы записывать и сохранять видео в виде файлов, нужны специальные устройства, называемые платами-преобразователями, TV-тюнерами или платами захвата кадров.

Примечание

В данном контексте термин “видео” означает полноэкранное изображение на компьютерном мониторе. При оценке возможностей аппаратного обеспечения для работы с видео следует различать устройства, захватывающие неподвижные изображения с видеисточника, и устройства, способные захватывать полноэкранные видеопотоки.

Сегодня существует два вида источников видеосигналов: аналоговый и цифровой.

Аналоговые видеосигналы могут быть получены из традиционных источников, к которым относятся телевидение и кабельное телевидение, видеомагнитофоны и видеокамеры, использующие магнитную ленту стандарта VHS или ему подобных. Этот процесс, в отличие от обработки фотографических изображений, требует большого объема памяти и немалых системных ресурсов.

Обычная система отображения компьютера разрабатывалась для вывода в основном статических изображений. Запись и считывание изображений связаны с обработкой файлов огромных размеров. Например, одна полноэкранная цветная картинка в несжатом формате занимает около 2 Мбайт дискового пространства, при этом для записи телепрограммы продолжительностью всего в одну секунду потребуется 45 Мбайт. Кроме того, при передаче изображения в компьютер необходимо предварительно преобразовать аналоговый сигнал NTSC в цифровую форму. Внутри компьютера видеосигналы должны передаваться со скоростью, в 10 раз превышающей возможности обычной шины ISA. Следовательно, нужны не только хорошие видеоадаптер и монитор, но и шина PCI Express или AGP.

Поскольку файлы с телепрограммами (и изображениями) занимают на диске очень много места, их следует сжимать. Сжатие используется при обработке как видео-, так и аудиоинформации. Сжатый файл занимает меньше места на диске и благодаря меньшему объему данных проще в обработке. При воспроизведении телепрограммы файл распаковывается. В любом случае для возможности работы с видео необходим достаточно большой и быстродействующий жесткий диск.

Программы и устройства сжатия/декомпрессии называются *кодеками*. Существует два вида систем сжатия: с использованием аппаратных средств и с применением только программных методов (аппаратно-независимые). Быстродействие первых обычно выше, но их применение связано с установкой дополнительных устройств. Вторые представляют собой набор специализированных программ для сжатия и воспроизведения файлов, но их качество и коэффициент сжатия ниже. Ниже приведены два основных алгоритма работы систем сжатия.

- **JPEG (Joint Photographic Experts Group).** Изначально этот алгоритм был разработан для неподвижных изображений, но впоследствии оказалось, что он подходит для сжатия со скоростью, соответствующей телевизионной развертке (30 кадров в секунду). Согласно алгоритму JPEG исходный сигнал преобразуется в последовательность неподвижных изображений, которые затем можно отредактировать. При сжатии происходит частичная потеря информации, но этого можно избежать. Избыточные данные из каждого кадра удаляются (внутрикадровое сжатие). Средняя степень сжатия — 30:1 (от 20:1 до 40:1).
- **MPEG (Motion Pictures Experts Group).** Степень сжатия приблизительно равна 30:1, но с помощью отбора опорных кадров ее можно довести до 100:1 (а иногда даже 200:1);

при этом скорость и качество изображения остаются высокими. При междукадровом сжатии записываются только различия между двумя последовательными кадрами (приращения — положительные или отрицательные). Данный алгоритм нельзя использовать при моделировании или редактировании отдельных фаз движения.

Если вы собираетесь захватывать или сжимать видео на своем компьютере, установите на нем программное обеспечение, основанное на одном из следующих стандартов: Microsoft DirectShow (наследник Video for Windows и ActiveMovie), Windows Vista и Microsoft Media Foundation, Real Producer от Real Network или QuickTime Pro от Apple. Программы воспроизведения файлов, созданных с помощью этих технологий, можно бесплатно загрузить с сайтов производителей.

Для воспроизведения или записи изображения на специализированном компьютере для мультимедиа понадобятся дополнительные программные и аппаратные средства.

- Пакет программ для обработки изображений, например QuickTime for Windows компании Apple или Windows Media Player компании Microsoft.
- Видеоплата для преобразования изображений в цифровую форму, сжатия и воспроизведения больших видеофайлов. При записи видео его можно сохранить в одном из множества форматов, в частности в AVI (Audio Video Interleave), MOV (формат Apple QuickTime) или MPG (формат MPEG).
- Адаптер, осуществляющий прямое и обратное преобразование телевизионных и компьютерных видеосигналов, с выходом для записи на видеомагнитофон.

Существует несколько вариантов захвата аналоговых видеосигналов, которые зависят от используемого видеоадаптера; наилучшим является технология составного видеосигнала. При этом используются три гнезда RCA-типа для передачи сигнала яркости (Y) и двух цветоразностных сигналов (PR и PB); разъем этого типа обычно применяется в DVD-проигрывателях, высококачественных телевизорах и телевизионных приставках HDTV. Следует заметить, что устройства захвата кадров, предназначенные для внутреннего рынка, как правило, не поддерживают технологию составного видеосигнала. Стоимость типичного профессионального адаптера захвата кадров, совместимого с этой технологией, например Avid Liquid Pro от Pinnacle Systems, достигает 1000 долларов.

Соединитель S-Video (S-VHS), поддерживаемый многими устройствами захвата кадров, представленными на рынке систем для дома и малого бизнеса, является лучшим вариантом. Этот кабель передает параметры цветности и яркости отдельными сигналами. Без него придется использовать полный видеосигнал, который передает сигналы цветности и яркости единым форматом, что ухудшает качество изображения. Понятно, что качество видеоизображения напрямую зависит от качества видеосигнала.

Для захвата телевизионных сигналов используется TV-тюнер с возможностями записи. Эти устройства подключаются к порту USB 2.0 либо вставляются в разъемы PCI или PCI-Express и содержат один или несколько тюнеров. Некоторые TV-тюнеры сопровождаются программным обеспечением, позволяющим записывать телевизионные программы или приостанавливать их воспроизведение в реальном времени. В качестве альтернативы можно использовать программу Media Center соответствующих редакций Windows XP и Vista. Если вы хотите использовать функции записи телевизионного сигнала, приобретайте устройства, поддерживающие дистанционное управление и доступ к программам передач (эту функцию поддерживает Media Center).

До недавнего времени TV-тюнеры поддерживали только эфирное и кабельное телевидение; сегодня некоторые тюнеры позволяют воспроизводить сигнал эфирного HDTV (ATSC). Устройства, поддерживающие технологию Clear QAM, позволяют записывать нерасшифрованный сигнал HDTV, а тюнер TV Wonder Digital Cable Tuner от ATI поддерживает устройства CableCARD, используемые многими операторами кабельного телевидения для приема содержимого HDTV.

Примечание

Тюнер TV Wonder Digital Cable Tuner от ATI не поступает в розничную продажу; сборщики укомплектовывают им компьютеры мультимедиа. Это связано с тем, что системная BIOS должна содержать поддержку управления цифровыми правами (DRM). Подробнее этот вопрос освещен на сайте компании AMD.

TV-тюнеры, поддерживаемые драйверами для Windows Vista, можно использовать с программой Media Center для записи, приостановки и воспроизведения телевизионного сигнала на ПК. Среди производителей TV-тюнеров – ADS Tech, AMD (ATI), AVerMedia, DVICO, Hauppauge, Macro Image, Pinnacle, Plextor, V-Box и др.

Примечание

Некоторые TV-тюнеры оснащены композитными и S-video разъемами, что позволяет использовать одно устройство для захвата телевизионного сигнала, а также сигнала видеомagneфона и аналоговой видеокамеры.

В табл. 13.29 приведены некоторые современные устройства, поддерживающие описанные функции.

Таблица 13.29. Устройства для работы с мультимедиа

Тип устройства	Пример
TV-тюнер PCI, PCI Express	ATI TV Wonder 650
TV-тюнер USB	Hauppauge WinTV-PVR-USB2
Устройство видеозахвата USB	Dazzle Digital Video Creator
IEEE 1394 (FireWire)	AVerMedia DVD EzMaker

На рис. 13.21 представлен типичный адаптер ATI TV Wonder 650, оснащенный TV-тюнером и функцией видеовхода и видеовыхода. Данный экземпляр оснащен интерфейсом PCI Express x1, однако в других платах реализован интерфейс PCI.

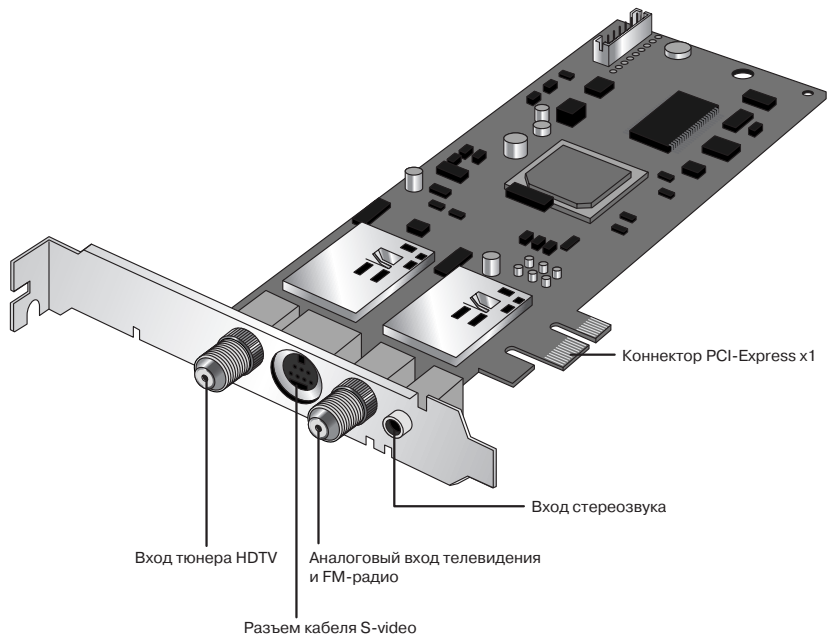


Рис. 13.21. Адаптер TV Wonder 650 с интерфейсом PCI Express x1 имеет входы аналогового телесигнала, FM-радио, S-video, композитный вход видео, стерео-аудио и телесигнала HDTV

Достоинства и недостатки устройств мультимедиа представлены в табл. 13.30.

Таблица 13.30. Достоинства и недостатки устройств мультимедиа

Тип устройства	Достоинства	Недостатки
Видеоадаптер со встроенным TV-тюнером TV-тюнер	Занимает один разъем системной платы Упрощается процедура модернизации	При модернизации необходимо менять видеоадаптер Версии с интерфейсом PCI не поддерживают последние стандарты HDTV; версии с интерфейсом PCI Express не совместимы со старыми системами
Устройство, подключаемое к порту USB	Простота установки в новые компьютеры; интерфейс USB 2.0 достаточно скоростной для поддержки высококачественного видео	Достаточную производительность имеет только порт USB 2.0. Некоторые устройства не поддерживают аппаратный кодек
IEEE-1394 (FireWire)	Качественное изображение; не требуется дополнительных преобразований сигнала; высокая производительность; высокое качество без искажений компрессии	Необходима интерфейсная плата IEEE-1394 для подключения к цифровому видео; не совместимо с источниками аналогового телесигнала. Многие модели требуют дополнительных программ для видеозахвата

Неисправности устройства захвата видео

Рекомендации по устранению неисправностей устройств данного типа приведены в табл. 13.31. Обратите внимание, что конфликты прерываний встречаются как для параллельного порта, так и для плат расширения. Кроме того, каналы с низкой пропускной способностью (параллельный порт и порт USB 1.1) не позволяют проводить полноэкранный захват видео.

Таблица 13.31. Рекомендации по устранению неисправностей устройств мультимедиа

Тип устройства	Проблема	Решение
TV-тюнер (встроенный на видеоадаптере и в виде отдельной платы)	Изображение низкого качества или отсутствует	Проверьте правильность подключения кабеля и настройки программного обеспечения. В программе Media Center проверьте совместимость устройства и обновите его драйверы. В устройствах с несколькими коаксиальными входами проверьте правильность подачи всех сигналов. Используйте антенный усилитель. Перенаправьте антенну для лучшего приема сигнала HDTV
Все устройства	Видео воспроизводится "рывками"	Слишком низкая частота смены кадров; для ее увеличения может понадобиться проведение захвата видео в меньшем окне; используйте самые быстрые параметры параллельного порта; необходим быстрый центральный процессор и большой объем оперативной памяти
Все устройства	Видео воспроизводится со значительными паузами	Жесткий диск может останавливаться для тепловой калибровки; используйте жесткие диски SCSI (AV-класса) или UDMA EIDE; чтобы увеличить скорость работы, установите нужные драйверы EIDE для набора микросхем системной платы. Включите поддержку DMA каналов IDE. Переустановите программу воспроизведения и обновите драйвер устройства. Используйте устройства видеозахвата для аппаратной дешифровки сигнала
Устройство, подключаемое к USB-порту	Устройство не определено или работает неверно	При использовании концентратора USB к нему должно быть подведено питание. Порт USB должен работать в скоростном режиме. Используйте только устройства USB 2.0. Обновите драйверы устройств
Все типы адаптеров	Адаптер не определен или работает неверно	Проверьте в диспетчере устройств наличие аппаратных конфликтов. Переставьте адаптер в другой разъем. Если карте нужно дополнительное питание, подведите его
Адаптер IEEE 1394	Адаптер не определен или работает неверно	Убедитесь в том, что к плате подключен кабель питания, если в плате есть 4-контактный разъем типа Molex. Установите новые драйверы
Все устройства	Проблемы при установке и во время работы	Загрузите последние версии драйверов; прочитайте документацию и рекомендации производителя, документы FAQ и др.

Неисправности адаптеров и мониторов

Большинство проблем, связанных с графическими адаптерами и мониторами, решается довольно просто, но стоит это дорого, поскольку устройство приходится заменять. Прежде

чем пойти на это, убедитесь, что других способов решить возникшую проблему нет. Как ни странно, очень часто пользователи забывают настроить монитор, например контрастность и яркость, и таким образом устранить одну из проблем. Большинство современных мониторов оснащены управляющими элементами на передней панели.

Кроме устройств для настройки контрастности и яркости, некоторые мониторы, например компании NEC, имеют регулировочный винт для настройки фокуса. Поскольку винт находится глубоко в корпусе, единственным признаком его существования может быть отверстие в пластиковой решетке. Не забывайте также заглядывать в документацию и посещать сайт изготовителя.

Стоимость современных плат такова, что их дешевле заменить, чем отремонтировать, тем более что добыть документацию к адаптеру и монитору удается далеко не всегда. Для большинства адаптеров и мониторов принципиальные схемы, перечни элементов, монтажные схемы и тому подобное найти просто невозможно. Во многих платах используется печатный монтаж, и на соответствующие инструменты для самостоятельного ремонта, а также на подготовку рабочего места можно потратить уйму денег. Обычным паяльником в данном случае не обойтись.

Сервисное обслуживание мониторов проводится по-разному. Хотя некоторые мониторы заменяются целиком, мониторы с большим экраном (20 дюймов и более), а также жидкокристаллические дисплеи зачастую дешевле отремонтировать, чем заменить. Если монитор требует ремонта, обратитесь в компанию, где он был приобретен, или в специализированную ремонтную мастерскую. Если у вас 15-дюймовый монитор, его лучше заменить моделью с большей диагональю, поскольку ремонт небольшого монитора обходится довольно дорого, а цены на дисплеи с большой диагональю весьма демократичны.

Определить неисправность монитора очень просто. Если монитор погас, подключите к компьютеру другой монитор и проверьте, работает ли он; если работает, значит, проблема в погасшем мониторе, если нет, значит, в карте видеоадаптера.

Многие современные мониторы имеют встроенную функцию самодиагностики (обратитесь к документации). Эта функция позволяет установить, с чем связана проблема: с монитором, кабелем или чем-то еще. Если функция самодиагностики отображает на экране информацию, значит, проблема кроется в каком-либо другом компоненте видеосистемы.

Иногда источником проблем может стать кабель монитора. Согнутый контакт в разъеме, к которому подключается видеоадаптер, может привести к тому, что монитор не будет включаться. Согнутый контакт можно выправить пассатижами или пинцетом, но, если он сломан или разъем поврежден как-нибудь иначе, нужно заменить кабель. В некоторых мониторах кабель подключения к видеоадаптеру отсоединяется, но есть и закрепленные "намертво". В первом случае можно заменить кабель и самому, во втором монитор придется нести в сервисный центр.

Если источник проблемы локализован и им оказался монитор, посмотрите в документации, где находится ближайший авторизованный сервисный центр. Сторонние сервисные центры также могут выполнить послегарантийный ремонт большинства моделей мониторов, и их цены обычно ниже.

Внимание

Не пытайтесь отремонтировать монитор самостоятельно. Прикосновение к высоковольтным цепям может оказаться смертельным. Иногда высокое напряжение на отдельных участках схемы сохраняется в течение нескольких часов и даже дней после отключения питания. Опытные техники сначала разряжают электронно-лучевую трубку и высоковольтные конденсаторы.

В большинстве моделей мониторов можно выполнять простейшую настройку. Тонкая настройка цветного монитора — дело непростое, особенно если у вас нет соответствующего опыта. Даже персонал сервисных центров часто не имеет необходимой для этого документации. Обычно они заменяют неисправный аппарат, а ремонтируют его уже в специализированной мастерской или на заводе.

Обращаться непосредственно к производителю стоит еще и потому, что там обычно собирают все сведения о неисправностях и отказах аппаратуры. Эти сведения затем используются для улучшения качества выпускаемой продукции.

Запомните, что большинство неполадок в системе отображения связано не с неисправностью аппаратуры, а с неправильной настройкой программных драйверов. Поэтому первое, что нужно сделать при обнаружении сбоев в работе системы, — обратиться к производителю или его представителю и проверить, та ли версия драйвера установлена в системе и правильно ли он настроен.

Устранение неисправностей мониторов

Проблема

Нет изображения.

Решение

Если индикатор на передней панели монитора мигает или стал желтым, следовательно, монитор находится в режиме энергосбережения. Переместите мышь или нажмите комбинацию клавиш <Alt+Tab> и подождите несколько секунд.

Если индикатор постоянно зеленый, значит, монитор в нормальном рабочем режиме (получает сигнал видеоадаптера), однако неправильно настроены контрастность и яркость изображения.

Если индикатор не светится, проверьте разъем питания монитора, кабель и выключатель. Попробуйте заменить кабель питания и кабель данных. Если причина неисправности не найдена, подключите заведомо исправный монитор и выясните, в дисплее ли источник проблемы.

Проблема

Изображение на экране монитора “дрожит”.

Решение

Жидкокристаллические мониторы. Используйте специальное программное обеспечение или экранное меню для уменьшения эффекта дрожания или размытости пикселей. Используйте цифровые порты DVI как адаптера, так и монитора, чтобы избежать излишних преобразований сигнала.

Все мониторы. Проверьте кабель данных.

- Если кабель подсоединен к удлинителю, уберите его и подключите монитор непосредственно к видеоадаптеру; если проблема исчезла, замените удлинитель.
- Попробуйте заменить кабель заведомо исправным.
- Выясните, нет ли вблизи монитора источника электромагнитного излучения, например микроволновой печи.

ЭЛТ-мониторы. Проверьте частоту обновления экрана; уменьшайте ее до тех пор, пока не будет достигнуто приемлемое качество изображения.

- Воспользуйтесь экранным меню настройки изображения.
- Если проблема случается время от времени и может быть “устранена” путем легкого хлопка по корпусу монитора, следовательно, поврежден энергокабель или некоторые контакты. Монитор нужно отремонтировать или заменить.

Устранение неисправностей видеоадаптеров и драйверов

Проблема

Монитор работает только в режиме MS-DOS.

Решение

Если при загрузке системы до появления изображения рабочего стола монитор работает нормально, то проблема в драйвере видеоадаптера Windows. Чтобы удостовериться в том, что во всем “виноват” драйвер, загрузите компьютер в режиме защиты от сбоев — в этом режиме

используется стандартный драйвер VGA. Если компьютер работает нормально, необходимо переустановить драйвер видеоадаптера.

Если частота работы процессора или памяти видеоадаптера с помощью какой-либо программы была увеличена, она могла оказаться слишком высокой. Перезагрузите систему в безопасном режиме и установите первоначальные параметры видеоплаты. Если в настройках BIOS была изменена скорость портов AGP/PCI/PCI Express, перезагрузите систему и восстановите в BIOS обычную частоту.

Проблема

Не удастся заменить встроенный видеоадаптер внешним видеоадаптером с интерфейсом PCI, AGP или PCI Express.

Решение

Производитель такой системной платы должен предусмотреть возможность отключения интегрированного видеоадаптера. Попробуйте использовать видеоадаптер с другим набором микросхем. Проверьте параметры BIOS, расположение переключателей на системной плате или конфигурационные настройки видеоадаптера, с помощью которых можно отключить интегрированную графическую систему. Поместите плату расширения в другой слот PCI.

Проблема

Невозможно установить нужную глубину цвета и разрешение экрана.

Решение

Проверьте, правильно ли идентифицирована плата в Windows, а также корректно ли работает память видеоадаптера. Для тестирования видеопамати воспользуйтесь диагностическими программами, которые прилагаются к видеоадаптеру или наборам микросхем. Если аппаратные средства работают нормально, попробуйте установить новые драйверы.

Проблема

Невозможно установить нужную частоту обновления экрана.

Решение

Проверьте, правильно ли идентифицированы в Windows видеоадаптер и монитор. Постарайтесь установить последние версии драйверов видеоплаты и монитора.

Проблема

Невозможно задать настройки OpenGL или Direct3D (DirectX).

Решение

Установите последние версии драйверов графического адаптера и набора микросхем; не следует использовать версии драйверов, поставляемые в составе Microsoft Windows. Стандартные драйверы Microsoft часто не поддерживают настройку параметров 3D и др.

Проблема

Не удастся вывести изображение на второй монитор.

Решение

Если используется видеоадаптер с двумя портами, убедитесь в том, что вывод изображения на второй монитор активизирован в драйвере. Для этого может потребоваться обратиться к дополнительным настройкам драйвера. Если используется два видеоадаптера в режиме SLI (NVIDIA) или CrossFire (ATI), следует отключить режим SLI или CrossFire, прежде чем добавлять вывод на дополнительные мониторы. При использовании видеоадаптеров AGP и PCI в отдельных разъемах изучите настройки VGA в BIOS. Измените текущие настройки и перезапустите систему. Обновите драйверы видеоадаптера.

Проблема

Не удастся активизировать режим SLI.

Решение

Убедитесь в том, что SLI-мост (MIO) корректно установлен на оба видеоадаптера (см. рис. 13.20). Если вы не используете видеоадаптеры от одного производителя (наличие идентичных графических процессоров 7800, 6800 и т.д. — это обязательное требование), для активизации режима SLI вам потребуется установить драйверы NVIDIA ForceWare версии 81.85 или более новой, после чего активизировать режим SLI.

Проблема

Не удается активизировать режим CrossFire.

Решение

Если используются платы Radeon X800, Radeon X850 или Radeon X1800, убедитесь в том, что у вас одна плата стандартная, а вторая — плата версии CrossFire Edition семейства Radeon. Также убедитесь, что обе платы должным образом соединены с использованием портов DMS и DVI.

Загрузите и установите последнюю версию драйверов ATI CATALYST. Затем не забудьте активизировать режим CrossFire в драйвере.

Проблема

Невозможно активизировать рабочий стол Aero 3D в Windows Vista.

Решение

Убедитесь, что интегрированное видео или плата видеоадаптера поддерживает DirectX 9.0 или более позднюю версию. Также должен быть установлен драйвер WDDM устройства. Если для карты драйверы WDDM недоступны, замените ее.

Программа DisplayMate

Для тщательного тестирования монитора и видеоадаптера предназначена программа DisplayMate. Причем она может быть использована при тестировании не только монитора, но и видеосистемы в целом.

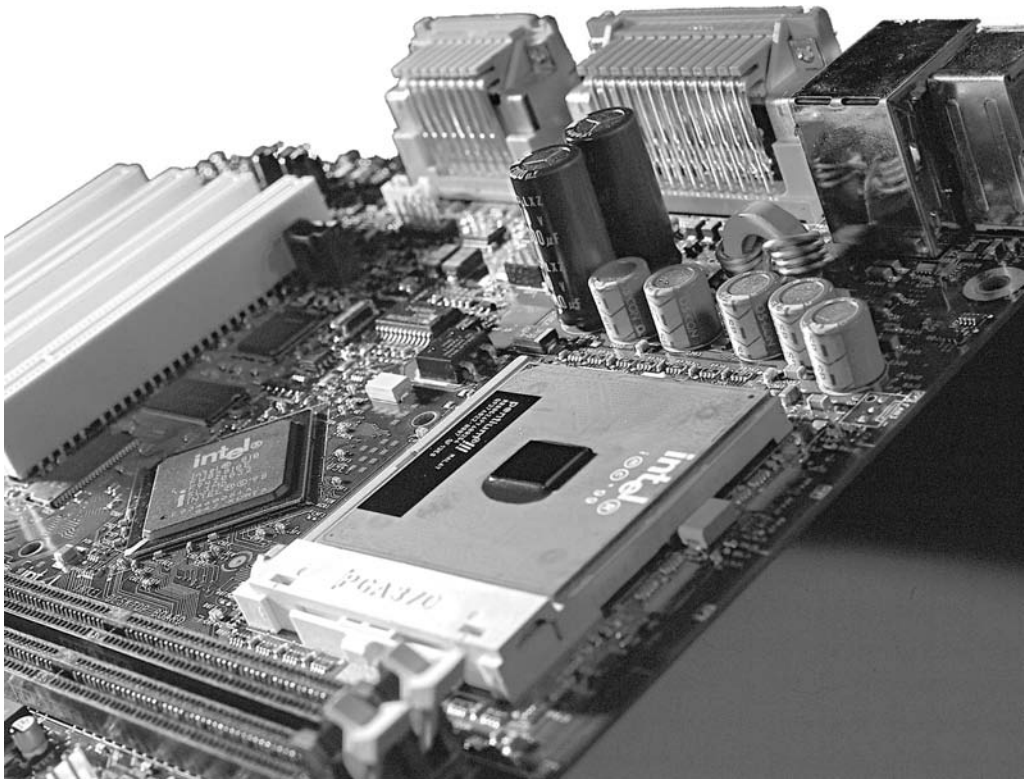
С ее помощью можно проверить качество системы сведения лучей (фокусировку), систему центрирования, настройку яркости и контрастности, отсутствие искажений, а также качество отображения цветов. Поэтому при покупке монитора рекомендуется проверять его с помощью этой программы. Если с компьютером используется проектор, она может оказаться полезной и для его точной настройки.

Проверка видеоадаптера с помощью этой программы состоит в определении производительности, а также в его испытании во всех возможных режимах (при всех поддерживаемых разрешающих способностях).

Для получения дополнительной информации по программе DisplayMate (бывшая Senega) обратитесь к разделу Vendor List, который находится на прилагаемом к книге компакт-диске, или посетите сайт www.displaymate.com.

Глава 14

Аудиоустройства



С тех пор как в 1988 году вышло первое издание этой книги, в мире аудиоаппаратуры очень многое изменилось. Несмотря на то что еще в первые компьютеры IBM PC были встроены элементарные возможности обработки звуковых сигналов, эти звуки использовались исключительно для оповещения пользователя об ошибках, а не для решения творческих задач. Компьютеры Macintosh, появившиеся в 1984 году, содержали встроенную высококачественную систему воспроизведения звука, однако компьютеры PC так и оставались с относительно ограниченными звуковыми возможностями, пока компании типа Ad Lib в конце 1980-х не представили миру первые внешние звуковые карты.

Благодаря конкурентной борьбе между разными компаниями сегодня мы имеем возможность пользоваться устройствами и программами высококачественной обработки и воспроизведения звука. Звуковые устройства перестали быть дорогостоящей экзотикой, а стали неотъемлемой частью конфигурации практически любой компьютерной системы.

В современных компьютерах аппаратная поддержка звука может быть реализована в одной из следующих форм:

- звуковая плата, устанавливаемая в разъем шины PCI;
- микросхема AC'97 на системной плате, выпускаемая компаниями Crystal, Analog Devices, Sigmatel, ESS и др.;
- звуковые устройства, интегрированные в основной набор микросхем системной платы; в разряд недорогих наборов микросхем, обладающих подобными возможностями, входят продукты компаний Intel, SiS, AOpen и VIA Technologies.

Независимо от места расположения звуковые устройства имеют разъемы для подключения микрофона и акустических систем; могут присутствовать и разъемы для подключения MIDI-устройств (старые модели также были оборудованы игровым портом). Как будет показано ниже, многие адаптеры среднего и высокого классов оборудованы сложными цифровыми входами и выходами. С программной точки зрения звуковые адаптеры требуют поддержки драйверами, либо содержащимися в конкретных программах, либо установленными в операционную систему. В этой главе мы сконцентрируем внимание на аудиопродукции, которую можно встретить в современных компьютерах, а также на способах ее установки и использования.

Первые звуковые адаптеры

Первые звуковые адаптеры были предназначены в основном для любителей компьютерных игр и выпускались компаниями AdLib, Roland и Creative Labs. Они стоили порядка сотен долларов и часто были не совместимы друг с другом.

Примечание

Примерно в то же время для персональных компьютеров стал доступен интерфейс MIDI (Musical Instrument Digital Interface — цифровой интерфейс музыкальных инструментов), однако он использовался только для специализированных записывающих приложений.

Плату Game Blaster, совместимую только с некоторыми играми, заменил стандарт Sound Blaster, который был совместим со звуковыми платами AdLib и Creative Labs Game Blaster и вскоре стал общепринятым. Оригинальная плата Sound Blaster имела встроенный разъем для микрофона, стереовыход и MIDI-порт для подключения к компьютеру синтезаторов и других музыкальных инструментов. Таким образом, было положено начало новой эры звуковых адаптеров с определенным набором функций, которая продолжается по сей день и охватывает как отдельные платы, так и интегрированные в системную плату звуковые микросхемы. Следующая модель, Sound Blaster Pro, обладала еще более “продвинутой” функциями и улучшенным качеством звучания. Со временем Sound Blaster Pro и ее преемники стали, по сути, мировым стандартом воспроизведения звука на компьютере.

Примечание

Помимо юридически узаконенных стандартов, к числу которых относится IEEE-1394, являющийся официальным стандартом Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), существуют стандарты де-факто, которые стали таковыми благодаря широкому признанию, полученному тем или иным видом продукции в определенном сегменте рынка. В качестве одного из многочисленных примеров можно привести Sound Blaster Pro. Плата VGA, созданная в IBM, стала базовым стандартом для видеосистем, а программные языки управления печатью, разработанные в HP и Apple (HP PCL и Adobe PostScript), в настоящее время фактически стали стандартом для принтеров.

Ограничения совместимости Sound Blaster Pro

В те времена, когда MS-DOS была стандартом операционных систем, наибольшее распространение получили звуковые платы, совместимые с Sound Blaster Pro. К сожалению, некоторые платы требовали задания двух отдельных наборов ресурсов, таких как прерывания IRQ, каналы DMA и адреса порта ввода-вывода. Один из этих наборов был предназначен для “родного” режима, а второй — для режима совместимости с Sound Blaster Pro. Другие платы достаточно хорошо работали в среде Windows или во время сеанса MS-DOS, осуществляемого при работе Windows в фоновом режиме, но требовали от пользователя установки драйвера резидентной программы, позволяющей работать непосредственно в MS-DOS.

Однако в процессе развития 32-разрядных игр для Windows поддержка звука стала более простой. Приложения Windows используют драйверы операционной системы, поставляемые производителем звуковой платы. Таким образом, программист перестал быть заложником вопросов совместимости с разными звуковыми картами, ускорителями трехмерной графики и другими устройствами. Для объемного звука и трехмерной графики система Windows стала использовать технологию DirectX, впервые представленную в декабре 1995 года. В настоящее время компания Microsoft поддерживает два различных семейства DirectX: версию 9.0c для Windows XP и версию 10 для Windows Vista.

DirectX и звуковые адаптеры

Microsoft DirectX представляет собой целую серию интерфейсов прикладного программирования (API), которые реализуют промежуточный слой между программами и устройствами. В отличие от программ MS-DOS, разработчикам которых приходилось обеспечивать аппаратную поддержку с многочисленными моделями и марками звуковых плат, видеоадаптеров и игровых контроллеров, приложения Windows “общаются” с интерфейсом DirectX, который позволяет им управлять устройствами напрямую, а не через их драйверы. Это повышает эффективность программ и освобождает разработчиков от необходимости изменять параметры приложений при работе с различными устройствами, так как можно использовать разные подпрограммы универсального интерфейса DirectX.

Интерфейс DirectX служит гарантией того, что новые звуковые платы и наборы микросхем системной логики будут должным образом работать с современными и последующими версиями Windows. В то же время изменения, которые пережил интерфейс DirectX с выходом системы Vista, добавили дополнительные сложности производителям звуковых устройств.

Поддержка старых звуковых устройств посредством виртуализации

А что же можно предложить любителям старых программ? Любителям старых игр под управлением DOS современные внешние и интегрированные адаптеры должны предлагать усовершенствованные решения, связанные с глобальным аппаратным отличиям старых разъемов ISA, использовавшихся классическими звуковыми картами, от современных устройств.

Некоторое время удавалось поддерживать жизнеспособность старых игр с помощью древних операционных систем, таких как MS-DOS 6.x (при необходимости — с установленной настройкой Windows 3.1), и звуковых карт ISA, совместимых с Sound Blaster Pro. Однако в современных компьютерах шина ISA уже не поддерживается. Некоторые первые звуковые карты ISA обеспечивали режим эмуляции Sound Blaster Pro, однако требовали для этого установки специ-

альных драйверов. Современные звуковые устройства нацелены на поддержку Windows и не способны обеспечить эмуляцию старых стандартов, если старая программа запущена непосредственно в современной операционной системе, такой как Windows XP или Vista.

Однако теперь уже существует возможность запускать старые операционные системы и написанные для них программы с полной поддержкой старых устройств, создав среду *виртуального компьютера*. Для этого можно воспользоваться программами Microsoft Virtual PC 2007 (для Windows XP Professional, Tablet и некоторых редакций Windows Vista), Parallels Desktop (для системы Mac OS, запущенной на PC-совместимых компьютерах), VMWare Workstation (Windows, Linux, FreeBSD, Solaris) и некоторыми другими.

После установки приложения виртуализации в реальную операционную систему создается виртуальный компьютер. Затем на этой машине устанавливается нужная операционная система, в ней выполняется конфигурирование звуковой системы, после чего устанавливаются старые игры. Программа виртуальной машины преобразует все запросы, создаваемые старой игрой и операционной системой на язык управляющей ОС, которая, в свою очередь, обеспечивает поддержку установленного в ней оборудования. В результате игра, запущенная в среде MS-DOS виртуальной машины, “думает”, что взаимодействует с реальным адаптером Sound Blaster Pro или совместимым с ним, даже если на самом деле в компьютере установлена совершенная звуковая карта последнего поколения. Пользователь слышит создаваемые игрой звуковые эффекты так, будто на его компьютере установлен старый звуковой адаптер.

История развития мультимедиа

Сегодня практически любой компьютер оснащен того или иного типа звуковым адаптером и приводом оптических дисков, таким как CD-RW или DVD. После принятия стандартов MPC-1, MPC-2 и MPC-3, используемых для классификации компьютеров, системы, оборудованные звуковой платой и CD-ROM-совместимым накопителем, зачастую называются *мультимедийными* компьютерами. Первый стандарт MPC-1 был представлен в 1990 году. С 1996 года все компьютеры, оснащенные звуковыми платами и CD-ROM или совместимым с ним оптическим приводом, вышли за рамки стандарта MPC-3.

Примечание

Более подробно о стандартах MPC можно узнать из 11-го издания данной книги (глава 20).

Поскольку спецификации MPC отражают далекое прошлое компьютерного мира, тем, кто смотрит в будущее, необходимо за руководством к действию обращаться к другим источникам. Несмотря на то что последняя версия руководства PC Systems Design Guide была опубликована еще в 2001 году (предыдущая версия, 1999 года, была названа PC 99) и с тех пор ни разу не переиздавалась, она и в настоящее время является полноценным путеводителем в мире мультимедийного оборудования. К примеру, большинство устройств ввода-вывода современных систем все еще используют стандарт кодировки цвета PC 99.

Примечание

Спецификацию PC 2001 и предыдущие версии руководства PC System Design Guide можно загрузить с сайта компании Microsoft по адресу:

<http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/platform/pcdesign/desguide/pcguides.mspx>

Обновленные рекомендации компании Microsoft по проектированию компьютерных систем доступны по адресу:

<http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/platform/pcdesign/desguide/default.mspx>

Хотя в настоящее время практически любой компьютер можно назвать “мультимедийным”, знание функций конкретного звукового адаптера помогут определить специализированные сферы применения, доступные для современной мультимедийной системы.

Далее будут очерчены требования к звуковому адаптеру, которые позволяют гарантировать его соответствие потребностям конкретного пользователя.

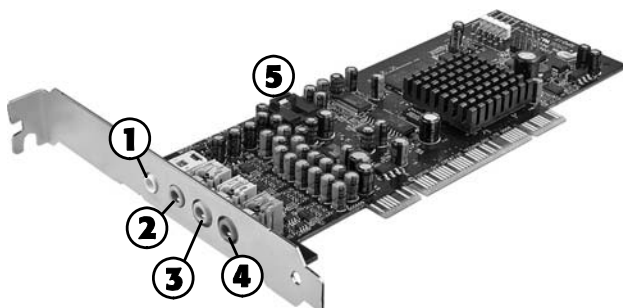
Компоненты аудиосистемы

При выборе аудиосистемы необходимо учитывать параметры ее компонентов. О них и пойдет речь в этом разделе.

Разъемы звуковых плат

Большинство звуковых плат имеют одинаковые разъемы. Через эти миниатюрные (1/8 дюйма) разъемы сигналы подаются с платы на акустические системы, наушники и входы стереосистемы; к аналогичным разъемам подключается микрофон, проигрыватель компакт-дисков и магнитофон. Ноутбуки обычно оборудованы всего двумя разъемами: линейным входом и линейным выходом. Некоторые звуковые адаптеры высокого класса дополнительно содержат разъемы для подключения устройств воспроизведения объемного и цифрового звука стандартов 5.1 и 7.1.

На рис. 14.1 показаны четыре типа разъемов, которые обязательно должны быть установлены на вашей звуковой плате. На рис. 14.2 представлены стандартные разъемы, которые обычно присутствуют на задней панели материнской платы с интегрированным звуком.



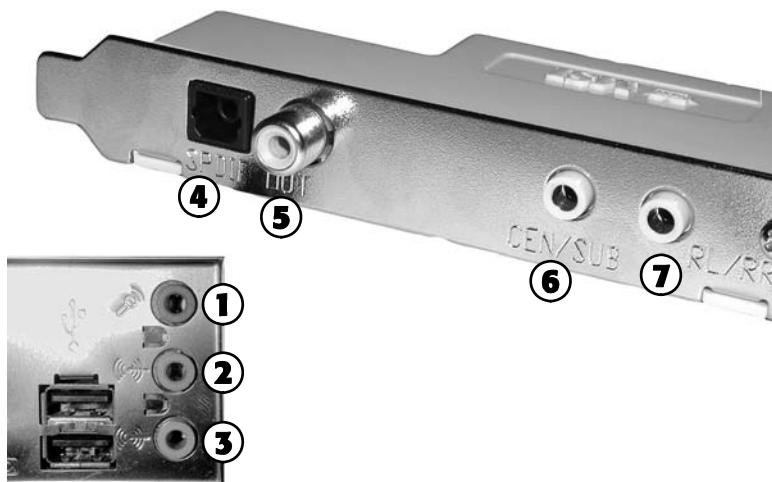
1. FlexJack (программно-управляемый разъем) (белый)
2. Линейный выход (зеленый)
3. Задние динамики (поддержка конфигураций 5.1, 6.1 и 7.1) (серый)
4. Сабвуфер/центральный динамик (поддержка конфигураций 5.1, 6.1 и 7.1) (оранжевый)
5. Аналоговый звук (получение звукового сигнала от внутренних устройств) (черный)

Рис. 14.1. Основные разъемы ввода и вывода, характерные для большинства звуковых адаптеров (Creative Labs Sound Blaster X-Fi XtremeGamer)

Во многих современных системах с интегрированным звуком используется и другой метод: установка универсального разъема, поддерживающего версию AC'97 стандарта 2.3. Когда в этот разъем подключается звуковое устройство, драйвер открывает диалоговое окно, запрашивающее тип подключенного оборудования: микрофон, наушники, акустическая система и т.п. Драйвер автоматически назначает этому разъему сигнал, поддерживающий данное устройство. В таком случае даже при вставке штекера в неверный разъем (т.е. не в соответствии с цветовой кодировкой) драйвер все равно подведет к нему нужный сигнал. Эту функцию иногда называют *автоматическим распознаванием*.

Совет

Чтобы не запутать функцию распознавания, вставляйте штекеры устройств последовательно, затем определяйте тип устройства и только после этого вставляйте следующий штекер.



1. Микрофонный вход (розовый)
2. Линейный вход (синий)
3. Выход на колонки (зеленый)
4. Оптический выход SPDIF (черный)
5. Коаксиальный выход SPDIF (желтый)
6. Выход на сабвуфер/центральную колонку (поддержка конфигурации 5.1) (зеленый)
7. Выход на задние колонки (поддержка конфигурации 5.1) (зеленый)

Рис. 14.2. Типовые звуковые разъемы на материнской плате, оснащенной поддержкой объемного звука 5.1. Разъемы SPDIF и каналов объемного звука обычно расположены на выносной панели

Ниже перечислены разъемы, которые обычно содержит звуковая плата, и указана их цветовая маркировка.

- **Линейный выход (салатовый).** Сигнал с этого разъема можно подать на внешние устройства — акустические системы, наушники или вход стереосистемы. В последнем случае сигнал может быть дополнительно усилен. Как показано на рис. 14.2, в некоторых системах салатовая маркировка используется и для определенных разъемов объемного звука, так что внимательно присмотритесь к дополнительным значкам возле разъема или загляните в документацию.
- **Линейный вход (голубой).** Этот входной разъем используется при микшировании звукового сигнала, поступающего от внешней аудиосистемы, и/или его записи на жесткий диск. Некоторые звуковые адаптеры (в частности, Creative Labs Sound Blaster X-Fi Xtreme Gamer, показанный на рис. 14.1) используют многоцелевой разъем (в данном примере — *FlaxiveJack*) для поддержки различных комбинаций линейного входа, подключения микрофона и цифрового оптического входа/выхода (см. документацию к адаптеру).
- **Разъем для тыльных колонок и наушников (стандартный цвет отсутствует).** Практически все современные звуковые адаптеры и настольные системы с интегрированным звуком содержат разъемы для подключения тыловых, центральной и низкочастотной колонок, которые используются в системах объемного звука стандарта 5.1 и выше. Системы, поддерживающие стандарт 5.1, имеют три разъема: один — для фронтальных (стерео), второй — для тыльных (стерео) и третий — для центральной и низкочастотной (сабвуфер) колонок. Системы с поддержкой стандартов 6.1 и 7.1 могут содержать дополнительный разъем или переназначить с помощью программы для обеспечения

дополнительного выхода разъемы тыловых и центральной/низкочастотной колонок. В зависимости от конкретного драйвера для обеспечения объемного звука может потребоваться программа установки, предоставленная производителем. Правда, в некоторых случаях переключения в режим объемного звучания в настройках звука в операционной системе оказывается вполне достаточно.

Примечание

Если доступен только один разъем линейного выхода, необходимо внимательно подбирать уровни громкости для звуковой карты и активных колонок, чтобы добиться наилучшего качества звучания. Избегайте акустических систем с неизменяемым уровнем усиления.

- **Микрофонный вход (розовый).** К этому разъему подключается микрофон для записи на диск голоса или других звуков. Запись с микрофона является монофонической. Для повышения качества сигнала во многих звуковых платах используется автоматическая регулировка усиления (AGC). Уровень входного сигнала при этом поддерживается постоянным и оптимальным для преобразования. Для записи лучше всего использовать электродинамический или конденсаторный микрофон, рассчитанный на сопротивление нагрузки от 600 Ом до 10 кОм. В некоторых дешевых звуковых платах микрофон подключается к линейному входу.

В дополнение к внешним разъемам некоторые старые звуковые адаптеры имеют один 4-контактный разъем непосредственно на плате — специальный кабель соединяет его с приводом компакт-дисков. Этот кабель обеспечивает прямую передачу звука с музыкальных компакт-дисков непосредственно на адаптер для воспроизведения в акустических системах. Этот тип разъема иногда совпадает с аналогичным разъемом привода CD-ROM.

Примечание

На рис. 14.7 представлен пример типовой звуковой платы с подключенными аналоговым и цифровым аудиокабелями.

Проигрывание музыкальных компакт-дисков выполняется одним из следующих способов: звук воспроизводится либо в аналоговой, либо в цифровой форме. Воспроизведение в аналоговой форме осуществляется с помощью аналогового аудиокабеля, соединяющего накопитель со звуковой платой. Этот кабель не передает системной шине данные, которые считываются с компакт-диска; он соединяет аналоговый аудиовыход накопителя CD-ROM непосредственно с усилителем звуковой частоты, размещенным на звуковой плате. Во многих случаях для проигрывания музыкальных компакт-дисков или прослушивания звукового сопровождения, имеющегося во многих компьютерных играх, требуется соединить дисковод CD-ROM со звуковой платой с помощью аудиокабеля.

Современные звуковые адаптеры (включая интегрированные) поддерживают как цифровое воспроизведение, так и прямое аналоговое подключение. Чтобы определить, поддерживается ли цифровое воспроизведение, откройте диалоговое окно свойств привода оптических дисков. Для этого в **Диспетчере устройств Windows** щелкните правой кнопкой мыши на элементе устройства CD-ROM и выберите в контекстном меню пункт **Свойства**. Обратите внимание на флажок **Использовать цифровое воспроизведение** вкладки **Свойства**: если он недоступен (т.е. не позволяет установить отметку), значит, карта или устройство не поддерживает цифровое воспроизведение.

Оцифрованный звук позволяет использовать различные накопители для проигрывания музыкальных компакт-дисков. Фактически звуковая плата имеет только один аналоговый разъем, поэтому при наличии нескольких накопителей на оптических дисках только один из них, подключенный к звуковой плате с помощью аналогового кабеля, может воспроизводить музыкальные компакт-диски. Чтобы проигрывать аудиодиски на нескольких накопителях, придется активизировать цифровой выход в этих накопителях либо приобрести Y-образный

аудиокабель. Цифровой выход или подключение накопителя с помощью аналогового аудиокабеля дает возможность проигрывать музыкальные компакт-диски на любом накопителе CD-ROM/DVD.

Примечание

Современные версии многих аудиопроигрывателей, таких как проигрыватель Windows Media, способны воспроизводить звук без применения двухжильного цифрового кабеля, с помощью которого накопитель CD-ROM подключается к звуковой плате. Вместо этого подобные программы просто считывают звуковые дорожки с компакт-диска и “на лету” преобразуют их в цифровую форму.

Дополнительные разъемы

Большинство современных звуковых адаптеров и материнских плат поддерживают возможности воспроизведения DVD, обработки звука и т.д., а следовательно, имеют несколько дополнительных разъемов.

- **Вход и выход MIDI.** Старые звуковые карты, оснащенные игровым портом (15-контактный разъем), также поддерживали вход и выход устройств MIDI. В современных звуковых адаптерах высокого класса порт MIDI обычно расположен на выносной панели портов ввода-вывода, которая вставляется в 5,25-дюймовый отсек передней панели системного блока.
- **Вход и выход SPDIF (SP/DIF).** Этот разъем (Sony/Philips Digital Interface) используется для передачи цифровых аудиосигналов между устройствами без приведения к аналоговому виду. Этот разъем может находиться как на основной, так и на выносной задней панели ввода-вывода, пример которой показан на рис. 14.2. Возможно также его включение на переднюю выносную 5,25-дюймовую панель ввода-вывода, как на рис. 14.3.



Рис. 14.3. Выносной блок аудиоадаптера Creative Sound Blaster X-Fi Fatalty содержит разъемы подключения MIDI-устройств, цифровые входы и выходы, удобные регуляторы громкости, стандартные гнезда линейного входа и выхода, подключения наушников, а также поддержку инфракрасного сигнала пульта дистанционного управления. Фотография публикуется с любезного разрешения Creative Technology, Ltd.

Примечание

Интерфейс SPDIF некоторые производители называют *Dolby Digital*. В его разъемы вставляются кабели со стандартными штекерами RCA, имеющие полное сопротивление 75 Ом, как и стандартные композитные видеокабели. Таким образом, к этим разъемам можно подключать и композитные (“тюльпан”) кабели. Некоторые аудиокабели также имеют штекеры RCA, однако их сопротивление отличается, что ухудшает характеристики передачи сигнала.

- **CD SPDIF.** Этот разъем предназначен для подключения накопителя CD-ROM к звуковой плате с помощью интерфейса SPDIF. Типичное месторасположение — верхний торец адаптера (см. рис. 4.7).
- **Вход TAD.** Разъем для подключения к звуковой плате модемов с поддержкой автоответчика для обработки речевых сообщений. Типичное место расположения — верхний торец аудиоадаптера.
- **Оптический вход-выход SPDIF.** Этот выход предназначен для поддержки домашних кинотеатров и цифровых акустических систем с оптическим входом. Обычно располагается на передней выносной 5,25-дюймовой панели ввода-вывода (см. рис. 14.3). В интегрированных на материнской плате решениях может находиться на основной или выносной задней панели (см. рис. 14.2).
- **Вход Aux In.** Предназначен для приема входного сигнала из прочих источников, таких как платы TV-тюнера. Обычно расположен на торцевой стороне адаптера.

Иногда дополнительные разъемы находятся непосредственно на плате адаптера, однако часто они могут быть вынесены на дополнительную панель. В частности, платы семейства Platinum звуковых адаптеров Audigy и X-Fi от компании Creative представляют собой двухмодульные элементы. Несмотря на то что организация вынесения разъемов специфична для каждой конкретной модели, на самой звуковой плате обычно расположены основные разъемы ввода-вывода, а дополнительные порты, а также разъемы подключения внешних компонентов вынесены на дополнительный блок, вставляемый в свободный 5,25-дюймовый отсек устройств в передней части системного блока (см. рис. 4.3). С другой стороны, модель Creative X-Fi Elite Pro использует выносную панель с теми же разъемами.

Добавление дополнительных функций без замены интегрированной звуковой микросхемы

Как правило, возможность замены платы аудиоадаптера доступна пользователям ПК, а вот растущее число владельцев портативных компьютеров остаются «не у дел», если желают расширить функции интегрированной звуковой системы. Однако в настоящее время они получили возможность установки внешнего звукового процессора, подключенного к шине USB.

Если вы планируете приобрести плату с интерфейсом USB, не забывайте о том, что, в отличие от модернизации обычной звуковой платы, в данном случае не придется отключать существующую интегрированную звуковую систему или вынимать уже установленную плату. Звуковые устройства с интерфейсом USB могут спокойно сосуществовать с уже установленными звуковыми платами. Как правило, по умолчанию используется устройство, подключенное последним; при необходимости для переключения устройств всегда можно обратиться к панели управления Windows.

Кроме того, внешние устройства просто незаменимы, если звуковая плата не поддерживает стандарты объемного звучания 5.1 и 7.1 и не может оцифровывать звук в режиме 24 бит (96 кГц); кроме того, на ней могут отсутствовать цифровые выходы. Основные характеристики современных звуковых плат с интерфейсом USB представлены в табл. 14.1.

Передняя и задняя панели Sound Blaster Audigy 2 NX представлены на рис. 14.4.

Совет

Прежде чем приобретать новую звуковую плату, в том числе с интерфейсом USB, необходимо изучить документацию к материнской плате, чтобы узнать, поддерживает ли интегрированная звуковая система многоканальный звук. Если системная плата поддерживает шестиканальный звук (5.1) и более сложные решения, но присутствуют только разъемы, соответствующие обычной стереосистеме (2.0/2.1), достаточно приобрести специальную заглушку с дополнительными разъемами (см. рис. 14.2) (если она не входила в комплект поставки системной платы).

Таблица 14.1. Современные звуковые платы с интерфейсом USB

Производитель	Продукт	Качество выхода	Качество записи	Поддерживаемый стандарт объемного звука	Примечания
Audiotrak	MAYA EX	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	5.1	Dolby Digital AC-3
Audiotrak	MAYA EX7	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	7.1	Dolby Digital AC-3
Creative Labs	Sound Blaster Extigy	24 бит/96 кГц	16 бит/48 кГц	5.1	Dolby Digital AC-3
Creative Labs	Sound Blaster MP3+	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	2.1	Оптические вход и выход SPDIF
Creative Labs	Audigy 2 NX	24 бит/96 кГц	24 бит/96 кГц	7.1	Dolby Digital AC-3, EX; поддержка Hi-Speed USB
Hercules	Gamesurround MUSE Pocket	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	5.1	Отсутствует разъем SPDIF
M-Audio	Sonica	24 бит/96 кГц	—	5.1	Dolby Digital AC-3 только с оптическим выходом
M-Audio	Sonica Theater	24 бит/96 кГц	24 бит/96 кГц	7.1	Dolby Digital AC-3
Philips	PSC805 Aurilium	24 бит/96 кГц	—	5.1	Dolby Digital AC-3; поддержка Hi-Speed USB
TerraTec	Aureon 5.1 USB	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	5.1	Dolby Digital AC-3
Turtle Beach	Audio Advantage Micro	16 бит/48 кГц	—	5.1	Dolby Digital AC-3; DTS
Turtle Beach	Audio Advantage Amigo	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	5.1	Dolby Digital AC-3; DTS
Turtle Beach	Audio Advantage SRM	16 бит/48 кГц	16 бит/48 кГц	До 7.1	Dolby Digital AC-3; DTS

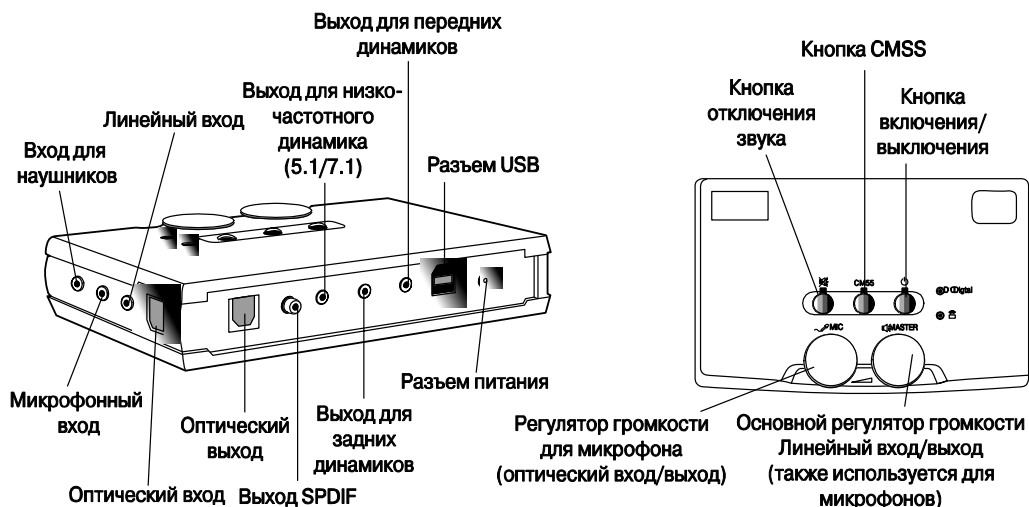


Рис. 14.4. Внешняя звуковая система Sound Blaster Audigy 2 NX избавляет от необходимости замены интегрированной аудиосистемы, так как предоставляет все порты ввода-вывода, имеющиеся на звуковых платах семейства Sound Blaster Audigy 2

Управление громкостью

Уровень выходного аудиосигнала практически всех современных звуковых адаптеров регулируется с помощью специального аплета, доступного в окне **Панель управления** или на панели задач (рядом с часами). При переходе от обычного аудиоадаптера к профессиональной акустической системе Dolby Digital (5.1, 6.1 или 7.1) необходимо настроить параметры в меню **Громкость** и выбрать нужные источники аудиосигнала, а также определить уровень громкости для входящего и исходящего аудиосигналов, генерируемых аудиоадаптером или внешним интерфейсным модулем. Не забывайте, что, если звуковой сигнал передается на некоторый внешний приемник, на нем необходимо согласованно настроить уровень входа. Также, если используется штекер SPDIF, не забудьте включить цифровой выход.

Если усилитель акустической системы включен, но звук не слышен, проверьте, подключены ли динамики к электросети, выбран ли нужный тип динамиков в меню настройки и подключена ли акустическая система к нужному разъему.

MIDI-синтезаторы

Давным-давно при выборе звукового адаптера приходилось принимать сложное решение относительно того, нужна ли поддержка стереозвуча. В настоящее время все выпускаемые платы являются стереофоническими, поддерживающими стандарт MIDI. Этот инструментальный позволяет воспроизводить сценарии звучания, используя стандартный набор синтезируемых тембров и фрагментов, хранимых в звуковой плате.

Стереофонические звуковые платы одновременно воспроизводят (и записывают) несколько сигналов от двух различных источников. Голос — это один звук, производимый аудиоадаптером. К примеру, в струнном квартете используются четыре голоса — по одному на каждый инструмент. С другой стороны, такой полифонический музыкальный инструмент, как пианино, требует для каждой ноты аккорда отдельного голоса. Следовательно, для точного воспроизведения игры пианиста понадобится 10 голосов — по одному на каждый палец. Чем больше параллельных голосов предусмотрено в адаптере, тем естественнее оказывается его звучание. Сегодня наилучшие аудиоадаптеры способны одновременно воспроизводить до 1024 голосов.

Первые звуковые адаптеры использовали синтезатор с частотной модуляцией для поддержки MIDI. Так, модель Yamaha OPL2 (YM33812) позволяла получить 11 голосов, в то время как OPL3 — 20 голосов и стереофоническое звучание. Для поддержки MIDI в большинстве современных звуковых систем используются заранее записанные звуковые схемы. Такие системы называются *таблично-волновыми* адаптерами.

В таблично-волновых звуковых платах вместо синтезированных звуков, генерируемых микросхемой частотной модуляции, используются цифровые записи реальных инструментов и звуковых эффектов. Например, при воспроизведении таким аудиоадаптером звука трубы действительно слышится звук трубы, а не его имитация. Первые звуковые платы, поддерживающие эту функцию, содержали до 1 Мбайт звуковых фрагментов, хранящихся в микросхемах ПЗУ. Но в результате появления высокоскоростной шины PCI и увеличения объема оперативной памяти компьютеров в большинстве звуковых плат в настоящее время используется так называемый *программируемый таблично-волновой метод*, позволяющий загружать в оперативную память компьютера 2–8 Мбайт коротких звуковых фрагментов различных музыкальных инструментов.

В первых компьютерных играх использовались цифровые аудиозаписи (поскольку звуковые адаптеры того времени практически не поддерживали MIDI-интерфейс). Начиная с игр для DOS, в частности DOOM, поддержка таблично-волнового MIDI-синтеза стала общепринятым стандартом большинства аудиоадаптеров середины 1990-х годов. В настоящее время звуковые системы в полной мере поддерживают таблично-волновой синтез, а улучшенные звуковые функции DirectX 8.x и выше сделали возможным использование MIDI для записи игровых фонограмм. На многих специализированных сайтах предлагаются инструкции по обновлению популярных игр для поддержки MIDI, что пригодится как любителям компьютерных игр, так и ценителям высококачественного звука.

Важнейшим фактором популярности MIDI является количество аппаратно реализуемых сигналов. Даже в наилучших звуковых адаптерах, таких как Sound Blaster X-Fi, аппаратно поддерживается только 128 сигналов; все остальные звуки, необходимые для воспроизведения MIDI-фонограммы, реализуются программно. Если звуковая плата поддерживает аппаратно только 32 сигнала MIDI или использует исключительно программный синтез, подумайте о приобретении новой модели. Приличная звуковая плата с поддержкой более чем 100 одновременных голосов и 64 аппаратных сигналов стоит менее полусотни долларов.

Сжатие данных

В большинстве плат качество звучания соответствует качеству компакт-дисков с частотой дискретизации 44,1 кГц. При такой частоте на каждую минуту звучания при записи даже обычного голоса расходуется около 11 Мбайт дискового пространства. Чтобы уменьшить размеры звуковых файлов, во многих платах используется сжатие данных. Например, в плате Sound Blaster ASP 16 оно осуществляется в реальном времени (непосредственно при записи) со степенью сжатия звука 2:1, 3:1 или 4:1.

Поскольку для хранения звукового сигнала необходим большой объем дискового пространства, в большинстве звуковых плат выполняется его сжатие методом адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ADPCM), что позволяет сократить размер файла примерно в 4 раза. Посредством метода ADPCM 16-битовый линейный звуковой сигнал сжимается до 4 бит на каждый сигнал. Однако при этом ухудшается качество звука. Стандарта на ADPCM пока нет, хотя компании Apple и Microsoft внедряют поддержку IMA-ADPCM в свои продукты, правда, несколько по-разному. Форматы AIFF от Apple и WAV от Microsoft несовместимы, но существуют универсальные проигрыватели, способные воспроизводить звуковые файлы самых разнообразных форматов.

Во время установки звукового адаптера происходит инсталляция нескольких *кодексов* (программ, выполняющих компрессию и декомпрессию видеоданных и стереофонического звука). Наряду со многими другими программами устанавливается и одна из разновидностей ADPCM. Чтобы определить, какие программы аудиосжатия установлены в вашей системе, откройте окно **Панель управления** и дважды щелкните на значке **Мультимедиа** в Windows 9x, **Звуки и мультимедиа** в Windows 2000 или **Звуки и аудиоустройства** в Windows XP. В Windows 9x перейдите во вкладку **Устройства** и щелкните на значке "+", который находится рядом с элементом **Программы аудиосжатия**, чтобы открыть список установленных кодеков. Перечень звуковых кодеков и их свойств в Windows 2000/XP расположен в меню **Оборудование**. Все кодеки перечислены в порядке их приоритета, от высшего к низшему. При желании можно изменить приоритеты разных кодеков.

В Windows Vista найти информацию об установленных кодеках несколько сложнее. Для этого нужно запустить программу проигрывателя Windows Media, отобразить классическое меню и выбрать в нем пункт **Справка** ⇒ **О программе Windows Media Player**. В открывшемся окне нужно щелкнуть на ссылке **Техническая поддержка**, после чего прокрутить страницу вниз. Там вы найдете список установленных кодеков.

Если создается собственная звуковая дорожка для воспроизведения на другом компьютере, в обеих системах должен использоваться один и тот же кодек. Используемый кодек можно выбрать в программе звукозаписи. Следует заметить, что встроенная в Windows программа **Звукозапись** позволяет выбрать кодек только в версиях до Windows XP включительно. В системе Windows Vista выбрать кодек при записи в этой программе невозможно.

Однако наиболее популярным стандартным алгоритмом сжатия является MPEG (Motion Pictures Experts Group), с помощью которого можно упаковывать как звук, так и изображение. Он популярен в "некомпьютерной" сфере и применяется в DVD-проигрывателях. С помощью этого метода достигается степень сжатия 30:1 и даже выше. Популярный формат сжатия звуковых файлов MP3 использует схемы сжатия, аналогичные MPEG. Такие файлы могут воспроизводиться в проигрывателе Windows Media, а также в широком спектре других программ и устройств.

Многофункциональные сигнальные процессоры

Во многих звуковых платах используются процессоры цифровой обработки сигналов (DSP). Благодаря им платы стали более "интеллектуальными" и освободили центральный процессор компьютера от выполнения таких трудоемких задач, как очистка сигналов от шума и сжатие данных в реальном времени. Чтобы улучшить качество звука аудиопотоков, можно программно обновить DSP. Благодаря широкому распространению аудиоадаптеров с высококачественными DSP, пользователь может осуществить программное обновление устройства,

а не тратить время и силы на его физическую замену. Более подробная информация о процессах DSP и их производителях приводится далее.

Драйверы звуковых плат

Как и для многих других компонентов ПК, программный драйвер обеспечивает связь между аудиоадаптером и программой или операционной системой. В Windows 9x/Me/2000/XP/Vista существует библиотека драйверов практически для всех аудиоадаптеров, представленных на рынке (поддержка аудиоадаптеров в Windows NT 4.0 реализована более чем скромно). Как правило, драйверы создаются производителем аудиоадаптеров и распространяются исключительно собственными силами Microsoft. Поставляемые с устройством драйверы могут быть более новыми, чем установленные в операционной системе. Традиционно наилучший способ получить самые “свежие” и совершенные драйверы — посетить сайт производителя аудиоадаптера. В то же время для Windows Me/2000/XP желательно использовать драйверы с цифровой подписью, сертифицированные в Microsoft Hardware Quality Labs. Подобные драйверы можно найти на сайте производителя или установить автоматически с помощью функции обновления Windows Update.

Старые звуковые адаптеры ISA Sound Blaster предлагали аппаратную поддержку игр для DOS. В то же время современные модели (такие, как семейства Sound Blaster Audigy и X-Fi) для обеспечения совместимости с Sound Blaster требуют дополнительной программной поддержки. Если для запуска старых игр используется среда виртуализации, можно создать и настроить виртуальный компьютер так, как будто он оснащен картой Sound Blaster, и уже сама среда возьмет на себя все заботы об обеспечении игры необходимой ей поддержкой звуковой системы.

Если игра “зависает” при попытке определить конфигурацию звукового адаптера, его параметры и настройки придется ввести вручную. Подобные случаи особенно свойственны аудиоадаптерам сторонних производителей, которые эмулируют интерфейс Sound Blaster. При возникновении проблем посетите сайт производителя звукового адаптера и поищите там их решения.

Примечание

Требования совместимости со стандартом Sound Blaster Pro предполагали обязательное наличие на звуковой плате стандартного 15-контактного игрового порта. К сожалению, с развитием компьютерных игр для Windows и заменой игрового порта портом USB данное требование более не обеспечивается.

Если вам все-таки нужен игровой порт для запуска игр, примите к сведению, что средства решения данной проблемы описаны в 15-м издании книги.

Звуковые карты для звукооператоров

Звукооператором можно назвать любого, кто создает собственные звуковые файлы. В эту категорию попадают и те, кто наговаривают в микрофон комментарии к созданному видеоряду, и профессиональные музыканты, создающие собственные звуковые дорожки. Каждому из них нужен звуковой адаптер, который реализует максимально возможную обработку звука, не возлагая дополнительную нагрузку на центральный процессор. В данном случае рекомендуются адаптеры, которые используют цифровую обработку сигнала (DSP) для сжатия и выполнения прочих задач. Музыкантам, определенно, потребуется адаптер, позволяющий записать максимально возможное количество каналов и синтезатор с волновой таблицей. В данном случае предпочтительнее те модели, которые допускают расширение массива памяти и поддерживают создание собственных волновых таблиц.

Многие звуковые карты, пригодные для заядлых игроков, подойдут и для звукооператоров; правда, к ним придется добавить поддержку соответствующих программ обработки звука, например Sound Forge. Такие карты должны быть оборудованы интерфейсом MIDI и разъемами для цифрового звука SPDIF. Адаптер Sound Blaster X-Fi Platinum содержит полный набор всех этих возможностей. Адаптер Creative Labs Audigy 2 NX и прочие устройства USB с поддержкой 24-разрядных (96 кГц) образцов звука также имеют указанные возможности и могут быть добавлены в любую систему посредством подключения к порту USB.

Обладая частотой дискретизации записи звука 96 кГц и воспроизведения 192 кГц, эта карта имеет три режима настройки.

- **Режим создания.** Этот режим идеален для творческого процесса записи и обработки музыки.
- **Игровой режим.** Оптимизация реализма и производительности компьютерных игр.
- **Режим развлечений.** Этот режим специально настроен для прослушивания музыки и просмотра видео.

Чтобы воспроизводить и редактировать звук из множества источников, нужен адаптер, содержащий несколько входов. Такими характеристиками обладают карты серий Delta и Audiophile от компании M-Audio, а также E-Mu и Professional от Creative Labs. Все эти карты обычно содержат дополнительный выносной блок.

Примечание

Разрешите предложить вашему вниманию великолепный сайт Recording Review (www.recording-view.com), посвященный звуковым картам и прочему оборудованию для звукооператоров.

Звуковые платы: основные понятия и термины

Чтобы понять, что такое звуковые платы, сначала необходимо уяснить смысл некоторых терминов, таких как “24-разрядное качество звука”, “порт MIDI” и др. В описаниях новых технологий звукозаписи постоянно встречаются такие туманные понятия, как “дискретизация” и “цифроаналоговый преобразователь” (ЦАП). Именно об этом и пойдет речь в данном разделе.

Природа звука

Для начала выясним, что такое звук. *Звук* — это колебания (волны), распространяющиеся в воздухе или другой среде от источника колебаний во всех направлениях. Когда волны достигают уха, расположенные в нем чувствительные элементы воспринимают эту вибрацию, и вы слышите звук.

Каждый звук характеризуется частотой и интенсивностью (громкостью).

Частота (тон) — это количество звуковых колебаний в секунду; она измеряется в герцах (Гц). Цикл (период) — это одно замкнутое движение источника колебания (туда и обратно). Чем больше частота, тем выше тон.

Человеческое ухо воспринимает лишь небольшой диапазон частот. Очень немногие слышат звуки ниже 16 Гц и выше 20 кГц (1 кГц = 1000 Гц). Частота звука самой низкой ноты на рояле равна 27 Гц, а самой высокой — чуть больше 4 кГц. Наивысшая звуковая частота, которую могут передать радиовещательные FM-станции, — 15 кГц.

Просто удивительные коэффициенты сжатия в формате MP3 по отношению к обычным файлам WAV с качеством музыкального компакт-диска как раз и объясняются тем, что из волнового образа звуковой дорожки “вырезаются” все частоты, не слышимые человеческим ухом.

Громкость звука определяется *амплитудой* колебаний. Амплитуда звуковых колебаний зависит, в первую очередь, от мощности их источника. Например, струна пианино при слабом ударе по клавише звучит тихо, поскольку диапазон ее колебаний невелик. Если же ударить по клавише сильнее, то амплитуда колебаний струны увеличится. Громкость звука измеряется в *децибелах* (дБ). Шорох листьев, например, имеет громкость около 20 дБ, обычный уличный шум — около 70 дБ, а близкий удар грома — 120 дБ.

Оценка качества звукового адаптера

Для оценки качества звукового адаптера используются три параметра: частотная характеристика, коэффициент гармоник и отношение “сигнал/шум”.

Частотная характеристика определяет тот диапазон частот, в котором уровень записываемых и воспроизводимых амплитуд остается постоянным. Для большинства звуковых плат этот диапазон составляет от 30 Гц до 20 кГц.

Коэффициент гармоник (или *коэффициент нелинейных искажений*) характеризует нелинейность функции усиления звуковой платы, т.е. отличие реальной кривой частотной характеристики от идеальной прямой, или, проще говоря, коэффициент характеризует чистоту воспроизведения звука. Каждый нелинейный элемент является причиной искажения. Чем меньше этот коэффициент, тем выше качество звука. Данный коэффициент может различаться для аудиоадаптеров с одинаковыми наборами микросхем. Модели с дешевыми компонентами зачастую имеют значительные искажения, что ухудшает качество звука.

Отношение “сигнал/шум” характеризует силу звукового сигнала по отношению к фоновому шуму (шипению). Чем больше этот показатель (измеряемый в децибелах), тем лучше качество воспроизведения звука. Например, аудиоадаптер Sound Blaster Audigy 2 имеет отношение 106 дБ, в то время как более старая модель этой звуковой платы характеризуется отношением 90 дБ.

Перечисленные факторы имеют важное значение для всех сфер применения аудиоадаптеров — от воспроизведения файла WAV до распознавания речи. Не забывайте о том, что дешевые микрофон и акустическая система могут свести на нет все преимущества дорогого аудиоадаптера.

Дискретизация

Если в компьютере установлена звуковая плата, то он может записывать звук в цифровой (называемой также дискретной) форме, в этом случае компьютер используется в качестве записывающего устройства. В состав звуковой платы входит небольшая микросхема — аналого-цифровой преобразователь, или АЦП, который при записи преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму, понятную компьютеру. Аналогично при воспроизведении цифроаналоговый преобразователь (DAC) преобразует аудиозапись в звук, который способны воспринимать уши.

Дискретизацией называется процесс преобразования исходного звукового сигнала в цифровую форму (рис. 14.5), в которой он и хранится для последующего воспроизведения. (Процесс преобразования в цифровую форму называют также *оцифровкой*.) При этом сохраняются мгновенные значения звукового сигнала в определенные моменты времени, называемые *выборками*. Чем чаще берутся выборки, тем точнее цифровая копия звука соответствует оригиналу.

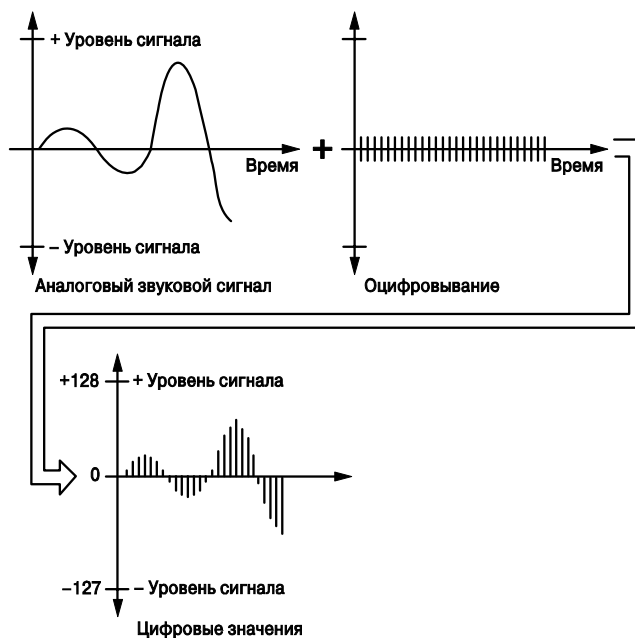


Рис. 14.5. Преобразование звукового сигнала в цифровую форму

Первым стандартом MPC предусматривался “8-разрядный” звук. Это не означает, что звуковые платы должны были вставляться в 8-разрядный разъем расширения. Разрядность звука характеризует количество битов, используемых для цифрового представления каждой выборки. При восьми разрядах количество дискретных уровней звукового сигнала составляет 256, а если использовать 16 бит, то их количество достигает 65536. Современные высококачественные звуковые адаптеры поддерживают 24-разрядную дискретизацию, при этом количество дискретных уровней звукового сигнала составляет более чем 14,8 млн.

Примечание

Более подробную информацию о различиях между дискретизацией 8 и 16 бит можно найти в 13-м издании книги (глава 16), представленном в формате PDF на прилагаемом компакт-диске.

При желании можно поэкспериментировать с различными параметрами дискретизации (и стандартами сжатия данных), записав звуковой фрагмент с помощью приложения Звукозапись (Windows Sound Recorder) и какой-нибудь программы стороннего производителя, позволяющей достичь качества звука, сопоставимого со звучанием музыкальных компакт-дисков. Сохраните звуковой фрагмент и воспроизведите его с максимальным качеством. Затем преобразуйте файл в формат с более низким качеством и сохраните его под другим названием. Проверьте разные по качеству варианты одного и того же файла, что позволит определить минимальные параметры (и минимальный размер файла), при которых качество звука не вызовет серьезных нареканий.

Кто есть кто в мире звуковых адаптеров

В настоящее время звуковые платы являются одним из наиболее распространенных компонентов компьютерных систем, поэтому многие производители выпускают аудиоадаптеры, звуковые микросхемы и наборы микросхем системной логики с интегрированными звуковыми возможностями. В данном разделе речь пойдет о некоторых из этих компаний и их изделиях.

Читатель должен иметь всю доступную техническую информацию, относящуюся к компьютеру и его компонентам. Обладая необходимыми сведениями об изготовителе той или иной микросхемы, от которой зависит работа компьютера, можно лучше понять принципы работы аппаратного обеспечения и найти соответствующие драйверы, позволяющие достичь максимальной эффективности звуковых устройств.

Производители наборов микросхем с собственными звуковыми адаптерами

Производителей наборов микросхем и плат адаптеров, равно как и изготовителей графических плат, можно разделить на две категории:

- производители, использующие собственные микросхемы;
- производители, использующие микросхемы других изготовителей.

Например, компания Creative (ранее — Creative Labs), которая является одним из пионеров в области звуковых устройств, также считается лидером среди разработчиков звуковых микросхем. Разрабатываемые ею микросхемы предназначены, в первую очередь, для собственных звуковых устройств марки Sound Blaster. Однако следует заметить, что часть устройств Sound Blaster 16 произведены и проданы по OEM-соглашениям.

Ниже перечислены наиболее известные микросхемы компании Creative Labs.

- **Vibra-16.** Эти микросхемы использовались в более поздних версиях звуковых плат Sound Blaster 16; не поддерживает возможности таблично-волнового синтеза и эффекты объемного звука.
- **Серия микросхем Ensoniq ES1370 (ES1370/71/73).** Эти микросхемы использовались в звуковых платах серий Sound Blaster PCI 64 и PCI 128, а также в платах серий

Ensoniq Audio PCI и Vibra PCI. Они поддерживают программируемый таблично-волновой синтез, Microsoft Direct 3D и четырехколоночный режим работы (в некоторых моделях), но не поддерживают 3D-ускорение и технологию объемного звука EAX.

- **EMU-8000.** Используется в звуковых платах серии AWE32/64 и характеризуется поддержкой 32-голосового таблично-волнового синтеза; программное обеспечение, используемое платой AWE64, позволяет генерировать 32 дополнительных сигнала, что составляет в совокупности 64 сигнала.
- **EMU10K1.** Эта микросхема является основой звуковых плат серий Live! и Live 5.1, а также платы PCI 512. Ее основными свойствами являются 3D-ускорение, поддержка технологии объемного звука EAX, перепрограммируемый цифровой обработчик сигналов (DSP) и программная поддержка таблично-волнового синтеза.
- **EMU10K2 (Audigy).** Набор микросхем компании Creative Labs, используемый в модельном ряду адаптеров Sound Blaster Audigy. Характеризуется функциями трехмерного звучания, системой аудиопозиционирования EAX HD, поддерживающей до четырех аудиопотоков, процессором DSP с возможностью перепрограммирования и программной поддержкой таблично-волнового синтеза. EMU10K2 представляет профессиональную 24-разрядную дискретизацию на уровне 96 кГц, а 24-разрядная дискретизация в реальном времени и с качеством Dolby Digital составляет 48 кГц.
- **CA0102 (или Audigy 2).** Используется в аудиоадаптерах серии Creative Labs Audigy 2; представляет собой улучшенную версию EMU10K2; поддерживает 24-битовую дискретизацию на уровне 96 кГц, декодирование и воспроизведение звука Dolby Digital EX 6.1 в играх с поддержкой DirectX и 64 аппаратных полифонических сигнала.
- **CA0185.** Используется в звуковой плате Sound Blaster MP3+. Обеспечивает вывод звука 2.1 на аналоговые и цифровые колонки, воспроизведение и запись в режиме 16 бит (48 кГц), а также ускорение объемного звука.
- **CA0186.** Используется в звуковой плате Audigy 2 NX. Поддерживает декодирование звука Dolby Digital EX 7.1, объемного звука 7.1 в DirectX-совместимых играх, вывод звука в режиме 24 бит (96 кГц), а также ускорение объемного звука.
- **CA0102-ICT (Audigy 2 ZS).** Используется в звуковых платах семейства Sound Blaster Audigy 2 ZS компании Creative Labs. Это улучшенная версия микросхемы CA0102, к функциям которой были добавлены поддержка декодирования звука Dolby Digital EX 7.1 и Dolby ETS, объемного звука 7.1 в DirectX-совместимых играх, а также вывод звука в режиме 24 бит (192 кГц).
- **Extreme Fidelity (X-Fi).** Используется в звуковых платах семейства Sound Blaster X-Fi компании Creative Labs. Звуковой процессор Creative X-Fi Xtreme Fidelity содержит 51 млн. транзисторов и обладает производительностью более 10000 MIPS (миллионов операций в секунду). Это в 24 раза превышает быстродействие микросхемы карт предыдущего поколения Sound Blaster Audigy 2 ZS.

Существует также ряд компаний, ранее выпускавших собственные звуковые микросхемы и по каким-либо причинам прекративших их производство.

- **Aureal.** Технология A3D этой компании считалась более перспективной, чем аналогичная технология объемного звука EAX компании Creative Labs. В середине 2000 года Aureal была приобретена своим основным конкурентом Creative Labs. Так как на тот момент собственная технология EAX HD превосходила A3D, последняя не получила дальнейшего развития.
- **Yamaha.** Чипы OPL2 и OPL3 вошли в число наилучших микросхем частотно-модулированного синтеза, использовавшихся в старых звуковых платах, а качество функционирования MIDI в более поздних моделях было на очень высоком уровне.

В настоящее время компания занимается производством дочерних плат MIDI и профессиональных аудиоадаптеров для записи звука (например, SW1000XG); некоторая часть устройств все еще поступает в розничную продажу и на рынок OEM.

- **Philips.** Разработанные совместно с компанией Sound Labs микросхемы ThunderBird Q3D (SAA7780) и ThunderBird Avenger (SAA7785) обеспечивали высококачественное воспроизведение и ускорение трехмерного звука и использовались в звуковых PCI-платах Philips, которые сейчас не производятся. Микросхема SAA7780 использовалась и другими производителями, в то время как SAA7785, поддерживающая воспроизведение шестиканального звука, — только в решениях самой компании Philips. Подробные сведения представлены в табл. 14.2.

Таблица 14.2. Характеристики микросхем Philips ThunderBird

Микросхема	Звуковые платы	Трехмерный звук	Поддержка многоканального звука	Другие функции
ThunderBird Q3D (SAA7780)	Philips PSC702, PSC704; Aztech PCI-368DSP; I/O Magic; MagicQuad 8; Labway Thunder	64 аппаратных потока объемного звука; поддержка EAX и QSound	4.1	DOS Sound; эмуляция 3D Blaster; табличный синтез MIDI
ThunderBird Avenger (SAA7785)	Philips PSC604, PSC605, PSC703, PSC705, PSC706	96 аппаратных потоков объемного звука; поддержка EAX и QSound	Dolby Digital 5.1	DOS Sound; эмуляция 3D Blaster; табличный синтез MIDI

Следует ли впасть в панику, когда любимая звуковая плата морально устаревает? Конечно же, нет. В том случае, если производитель аудиоадаптера предоставляет хорошую техническую поддержку и современные драйверы, каких-либо оснований для беспокойства ранее не существовало. Однако в связи с выходом в свет системы Windows Vista и изменениями, коснувшимися воспроизведения объемного звука в интерфейсе DirectX 10 (неотъемлемой части Vista), возможно, придется заменить звуковые адаптеры, не реализующие поддержку всех возможностей этой ОС.

Основные производители звуковых микросхем

Многие компании (Creative к ним не относится) при разработке звуковых плат полагались на сторонних разработчиков, к которым можно отнести следующих: Cirrus Logic/Crystal Semiconductor, ESS Technology, C-Media Electronics, ForteMedia, Inc. и VIA Technologies.

Устаревшие или снятые с производства микросхемы и звуковые платы

Сняты с производства и более не поддерживаются микросхемы серий OTI-601 от Oak Technologies и 4Dwave-NX от Trident, а также некоторые другие. Если ваш адаптер или интегрированная система основана на одной из этих микросхем и вы не можете более получать драйверы для новых операционных систем, просто обновите звуковую подсистему.

Наборы микросхем системной логики с интегрированной аудиосистемой

Первым серийно выпускаемым набором микросхем, содержащим интегрированную систему обработки звука, был Intel 810; он предназначался для процессора Celeron. Толчком к созданию подобного чипсета послужила серия Media GX от компаний Cyrix/National Semiconductor, три микросхемы которой с успехом выполняли функции процессора, видеосистемы VGA, аудиосистемы и памяти и реализовывали задачи ввода-вывода.

Благодаря многочисленным улучшениям в наборах микросхем почти все они стали содержать интегрированную звуковую подсистему среднего уровня (это относится к наборам от Intel, VIA, ALi и SiS). Более подробно характеристики наборов микросхем разных производителей описаны в главе 4. Современные системы поддерживают по крайней мере один из двух стандартов: AC'97 и Intel High Definition Audio (Azalia).

Интегрированная аудиосистема AC'97

Выражение *интегрированная аудиосистема AC'97* встречается в описаниях многих современных компьютеров. Технология AC'97 позволяет отказаться от отдельной звуковой платы, но при этом может обладать недостаточными функциональными возможностями. Необходимо разобраться, как работает эта интегрированная аудиосистема и что она собой представляет.

Стандарт AC'97 (AC97) является спецификацией Intel, объединяющей в себе архитектуру кодека (компрессора/декомпрессора) звуковых данных с элементом управления AC-Link, который является компонентом микросхемы южного моста, концентратора ввода-вывода или контроллера, такого как VIA Envy 24. Элемент управления AC-Link, взаимодействующий с центральным процессором и цифровым обработчиком сигналов (DSP), позволяет записывать и воспроизводить звук.

Обычно кодек звуковых данных AC'97 — это физическая микросхема, встроенная в системную плату, микросхема на небольшой дочерней плате с интерфейсом *CNR* (Communications and Networking Riser) или программное приложение. Таким образом, системная плата с интегрированной микросхемой AC'97 не требует отдельной звуковой платы для воспроизведения звука. Иногда термин "AC'97" используется для описания микросхем, входящих в звуковую плату, но в данном разделе под ним будет подразумеваться только интегрированная аудиосистема. Иногда в системные платы встраивается аналоговый модем в виде микросхемы MC'97 или устанавливается микросхема кодека AMC'97 (аудио/модем), выполняющая обе функции.

Примечание

В некоторых недорогих моделях звуковых плат, а также в звуковых решениях с интерфейсом USB применяются микросхемы кодека AC'97 совместно с дополнительными компонентами, а не одна функциональная микросхема.

Несмотря на то что большинство современных наборов микросхем поддерживают интегрированную аудиосистему AC'97, это вовсе не означает, что все системные платы, содержащие определенный набор микросхем, используют такой же кодек AC'97 или хотя бы аналогичный метод звукозаписи. В большинстве случаев интегрированная аудиосистема AC'97 реализуется на базе небольшой микросхемы AC'97, которая встраивается в системную плату (рис. 14.6), но многие изготовители используют для этого небольшое гнездо.



Рис. 14.6. Realtek ALC850 представляет собой типичную микросхему кодека AC'97 с поддержкой объемного звука 2.3

По разным причинам, в частности учитывая стоимость и предоставляемые возможности, производители могут устанавливать на системных платах, содержащих одни и те же наборы микросхем, разные версии микросхемы AC'97.

К основным производителям кодеков AC'97 относятся компании Analog Devices (SoundMAX), C-Media, Cirrus Logic (Crystal Audio), National Semiconductor, Realtek (эта компания приобрела линейку продуктов Avance Logic), SigmaTel (STAC C-Major), VIA Technologies и Wolfson Microelectronics plc.

Примечание

Драйверы конкретной микросхемы AC'97 обычно поставляются производителями системных плат, так как драйверы должны создаваться с учетом особенностей кодека и микросхем южного моста и контроллера ввода-вывода, используемых в системной плате.

Несмотря на то что спецификация AC'97 рекомендует стандартную схему расположения выводов, существующие микросхемы AC'97 имеют определенные отличия. Некоторые производители предоставляют техническую документацию, позволяющую упростить разработку гнезд, которые могли бы использоваться с различными моделями микросхем AC'97. В остальных случаях микросхемы кодеков впаиваются в саму материнскую плату, как на рис. 14.6.

В настоящее время существует несколько версий кодеков AC'97.

- **AC'97 1.0.** Имеет фиксированную частоту амплитудно-импульсной модуляции, равную 48 кГц, и стереовыход.
- **AC'97 2.1.** Поддерживает различные частоты амплитудно-импульсной модуляции и многоканальный выход.
- **AC'97 2.2.** Поддерживает функции AC'97 2.1 и дополнительный цифровой выход S/PDIF, а также обеспечивает улучшенную поддержку внешней платы; эта версия выпущена в сентябре 2000 года.
- **AC'97 2.3.** Поддерживает функции AC'97 2.1/2.2, а также автоматическое определение аудиоустройств, отвечающих стандарту Plug and Play; эта версия увидела свет в июле 2002 года.

Примечание

Звуковые решения, в которых используются 2.3-совместимые кодеки AC'97, автоматически определяют подключение колонок к линейному выходу или микрофонному входу и при необходимости отображают сообщение с предупреждением. Это позволяет избежать многих проблем, связанных с неверным подключением колонок.

В настоящее время многие системные платы с интегрированной аудиосистемой поддерживают спецификации AC'97 2.1 или 2.2. Для получения дополнительной информации по спецификации AC'97 посетите сайт Intel по адресу:

www.intel.com/labs/media/audio/index.htm

Чтобы определить версию интегрированной аудиосистемы AC'97, предназначенной для системной платы той или иной модели, выполните ряд действий.

1. Определите, какая микросхема кодека установлена на системной плате. Для этого обратитесь к руководству по ее использованию или просмотрите свойства драйвера аудиосистемы.
2. Ознакомьтесь с функциями и спецификациями микросхемы. Если неизвестно, в какой компании была изготовлена данная микросхема, найдите номер ее модели, используя для этого поисковую Интернет-систему, например Google.
3. С помощью поисковой системы найдите обзорные статьи, которые посвящены качеству звука и эффективности микросхемы (эти данные обычно встречаются в статьях о системных платах).
4. Чтобы определить, насколько полно задействованы все возможности интегрированной аудиосистемы, ознакомьтесь с функциями системной платы. Например, микросхемы,

поддерживающие AC'97 2.1, часто предоставляют шестиканальный аналоговый аудиовыход. Кодеки, поддерживающие AC'97 2.2, также обеспечивают работу цифрового выхода S/PDIF. Тем не менее производители системных плат далеко не всегда обеспечивают поддержку соответствующих выходов.

5. Проанализируйте сферу использования аудиосистемы. Знатокам компьютерных игр, вероятнее всего, не подойдет интегрированная аудиосистема, независимо от ее функциональности. В подобном случае попробуйте установить отдельную звуковую плату, отключив встроенную аудиосистему с помощью настроек BIOS.

Интегрированная аудиосистема Intel HD Audio

В 2004 году компания Intel представила спецификацию High Definition Audio для воспроизведения звука высокой четкости с поддержкой большего числа каналов с повышенным качеством. Все характеристики этой спецификации превзошли стандарты AC'97. В частности, оборудование, основанное на этой спецификации, способно обеспечить 32-разрядный (192 кГц) 8-канальный звук, а также поддержку объемного звука 7.1. В процессе разработки кодовым названием этой спецификации было "Azalia", поэтому некоторые производители указывают именно его.

Несмотря на то что спецификация HD Audio была разработана Intel и внедрена в собственные наборы микросхем, ее поддерживают и другие производители. Многие современные системы с поддержкой объемного звука включают поддержку как старого стандарта AC'97, так и нового HD Audio.

Спецификация HD Audio является основой объединенной архитектуры UAA, используемой в Windows Vista.

Устройства HD Audio способны не только определить неверно вставленные в разъемы штекеры, но и пере назначить вывод сигналов так, чтобы он соответствовал подключенным устройствам. Этот подход позволяет избежать сбоев, вызванных некорректным подключением звуковых устройств.

Электровакуумные аудиосистемы

Компания AOpen (Тайвань), которая является подразделением Acer Group, в июне 2002 года представила первую в мире системную плату для ПК, содержащую интересную новинку — электровакуумный усилитель звуковой частоты AOpen AX4B-533 Tube, оптимизированный для воспроизведения классической музыки. Среди других продуктов, содержащих электровакуумные трубки, были AX4GE Tube и AX4PE Tube для процессора Pentium 4 и AK79G Tube для Athlon XP. Благодаря несколько измененной конструкции эти материнские платы были оптимизированы для воспроизведения рок-музыки. Электровакуумные звуковые системы предоставляли меломанам такое же качественное воспроизведение музыки, как и стационарные усилители на радиолампах.

Несмотря на то что в настоящее время компания AOpen прекратила выпуск материнских плат с электровакуумными трубками, основная идея их использования не умерла окончательно. К примеру, материнская плата MSI K8N Diamond Plus для процессоров Athlon 64/FX/X2 с гнездом Socket 939 содержит электровакуумный усилитель, который вставляется в свободный 5,25-дюймовый отсек системного блока. Тот же компонент доступен и в обособленном виде под маркой Cooler Master Musketeer III.

Примечание

Дополнительную информацию о материнских платах AOpen с электровакуумными усилителями можно получить на сайте <http://usa.aopen.com>, щелкнув на ссылке Innovations.

Информация о системной плате MSI K8N Diamond Plus содержится на сайте www.msicomputer.com, а об адаптере Cooler Master Musketeer III — на сайте www.coolermaster.com.

Объемный звук

Одним из наиболее сложных испытаний для звуковых плат, входящих в состав игровых систем, является выполнение задач, связанных с обработкой объемного (трехмерного) звука. Существует несколько факторов, усложняющих решение задач подобного рода:

- разные стандарты позиционирования звука;
- аппаратное и программное обеспечение, используемое для обработки трехмерного звука;
- проблемы, связанные с поддержкой DirectX;
- дополнительные проблемы, связанные с поддержкой Windows Vista и DirectX 10.

Позиционный звук

Позиционирование звука является общей технологией для всех 3D-звуковых плат и включает в себя настройку определенных параметров, таких как реверберация и отражение звука, выравнивание (баланс) и указание на “расположение” источника звука. Все эти компоненты создают иллюзию звуков, раздающихся впереди, справа, слева от пользователя или даже за его спиной. Наиболее важным элементом позиционного звука является функция преобразования HRTF (Head Related Transfer Function), определяющая изменение восприятия звука в зависимости от формы уха и угла поворота головы слушателя. Параметры этой функции определяют условия, при которых “реалистичный” звук может восприниматься совершенно иначе при повороте головы слушателя в ту или иную сторону. Использование акустических систем с несколькими колонками, “окружающими” пользователя со всех сторон, а также сложные звуковые алгоритмы, дополняющие воспроизводимый звук управляемой реверберацией, позволяют сделать синтезированный компьютером звук еще более реалистичным.

Разработанный компанией Creative Labs *стандартом Environmental Audio Extensions (EAX)* де-факто стал стандартом объемного звука, когда в середине 2000 года компания Aureal и разработанный ею стандарт A3D прекратили свое существование. В настоящее время существуют следующие версии этого стандарта.

- EAX 1.0
- EAX 2.0
- EAX Advanced HD (также известный как EAX 3.0)
- EAX 4.0 Advanced HD
- EAX 5.0 Advanced HD

Стандарт EAX 1.0 содержит 26 стандартных наборов параметров, позволяющих имитировать звуковые эффекты, характерные для различных сред. При этом можно задавать такие параметры, как громкость, реверберация, время задержки и затухание. В стандарте EAX 2.0 были добавлены так называемые *окклюзии*, благодаря чему стала возможной такая имитация звука, будто он слышен из другой комнаты, и *обструкции*, благодаря чему появилась возможность такой имитации звука, будто прямые звуковые волны преграждены объектом, а слышны только отраженные звуки.

Стандарты EAX 1.0 и EAX 2.0 поддерживаются семействами звуковых плат Sound Blaster и Audigy производства компании Creative, а после того как компания Creative сделала данные стандарты открытыми, они поддерживаются не только в звуковых адаптерах других компаний, но и в интегрированных звуковых решениях.

Стандарт EAX Advanced HD, впервые представленный в звуковых платах семейства Sound Blaster Audigy, обеспечил поддержку нескольких сред, т.е. для каждого звукового сигнала (от одного до четырех) теперь можно задавать свои, отличные пространственные эффекты. Кроме того, появились поддержка пространственного морфинга, панорамирования и отражений, что обеспечивает полное виртуальное погружение игрока в мир игры. При переходе звука от одной среды к другой, к нему применяется специальная пространственная фильтра-

ция. Версия EAX Advanced HD, поддерживаемая звуковой платой Audigy 2, обеспечивает преобразование звука DirectX 3D (Direct3D) в звук формата 6.1. Стандарт EAX Advanced HD поддерживает до 32 каналов аппаратного ускорения Direct 3D.

Стандарт EAX 4.0 Advanced HD, представленный в картах семейства Sound Blaster Audigy 2 ZS, добавляет такие звуковые эффекты, как смещение частоты, автоматическая компенсация усиления, хор, искажение, свист, кольцевая модуляция и др. Кроме того, он поддерживает специальный фильтр для удаления дефектов звука, фильтрацию HRTF, количество звуковых каналов от 2 до 7.1, а также до 64 каналов аппаратного ускорения Direct 3D.

После выхода звукового процессора Creative X-Fi Xtreme Fidelity семейство Sound Blaster обзавелось поддержкой стандарта EAX 5.0 Advanced HD. Этот стандарт обеспечивает поддержку еще в два раза большего количества голосов, большую детализацию звукового сопровождения в играх (при этом влияние на общее быстродействие системы оказывается минимальным), а также значительно упрощает разработку интерактивного музыкального сопровождения для игр. Стандарт EAX 5.0 Advanced HD поддерживает усиление басов для каждого из 128 каналов, благодаря чему звуковое сопровождение игр приобретает “кинематографическое” качество. Функция Environment FlexiFX позволяет разработчикам использовать до четырех эффектов одновременно для каждого из 128 голосов.

Примечание

Платы Audigy 2 (но не удешевленный вариант Audigy LS) также поддерживают стандарт EAX 4.0 Advanced HD после обновления драйвера.

Основной альтернативой EAX является разработанная компанией Sensaura технология *позиционирования объемного звука* 3DPA. Многие звуковые платы от сторонних компаний поддерживают как Sensaura 3DPA, так и EAX 1.0/2.0. Ниже перечислены функции, характерные для технологии Sensaura 3DPA.

- **Digital Ear.** Фильтры HRTF.
- **Virtual Ear.** Индивидуальная настройка параметров Digital Ear.
- **MacroFX.** Повышение реалистичности звучания близко расположенных источников, например жужжания мухи.
- **ZoomFX.** Повышение реалистичности звучания объектов разных размеров, например поезда и мотоцикла.
- **EnvironmentFX.** Поддержка различных сред звучания с настройкой параметров.
- **XTC и MultiDrive.** Устранение искажений при использовании большого количества динамиков, вплоть до систем 7.1.
- **Headphone Theater.** Имитация звука 5.1 при прослушивании через наушники.
- **GameCODA.** Разработанный компанией Sensaura набор технологий, который значительно упрощает создание звукового сопровождения высокого качества для игр на платформах PC, PlayStation 2, Xbox и Nintendo Game Cube.

Примечание

Некоторые звуковые платы, использующие технологию Sensaura 3DPA, могут поддерживать не все перечисленные выше функции; кроме того, поддержка определенных функций может быть добавлена с помощью обновления драйвера. Подробные сведения вы наверняка найдете на сайте компании-производителя материнской платы.

Обработка трехмерного звука

Вторым по важности фактором качественного звучания являются различные способы реализации обработки трехмерного звука в аудиоадаптерах. Существуют следующие основные методы обработки звука:

- централизованная обработка (для обработки трехмерного звука используется центральный процессор, что приводит к снижению общего быстродействия системы);
- обработка звуковой платой (которая называется также 3D-ускорением).

Обработка трехмерного звука в звуковых адаптерах происходит с использованием либо центрального процессора системы, либо мощного цифрового обработчика сигналов (DSP), выполняющего обработку непосредственно в звуковой плате. Звуковые платы, осуществляющие централизованную обработку трехмерного звука, могут стать основной причиной снижения частоты смены кадров (числа анимированных кадров трехмерной игры, выводимых на экран за каждую секунду) при использовании функции трехмерного звука. В звуковых платах со встроенным аудиопроцессором частота смены кадров при включении или отключении трехмерного звука почти не изменяется. 3D-ускорение поддерживается многими современными микросхемами, которые поставляются основными производителями звуковых плат и наборов микросхем, но количество поддерживаемых трехмерных звуковых потоков варьируется в зависимости от используемой микросхемы и может иногда ограничиваться из-за проблем с программными драйверами. Windows Vista поддерживает только централизованную обработку.

Как показывает практика, средняя частота смены кадров реалистичной компьютерной игры должна быть не меньше 30 кадр/с. При использовании быстродействующего процессора с частотой 1 ГГц и выше и какой-либо современной 3D-звуковой платы такая частота достигается довольно легко. Но любители компьютерных игр, использующие более медленный процессор и плату с централизованной обработкой трехмерного звука, обнаружат, что частота смены кадров будет ниже 30 кадр/с. Чтобы увидеть, как влияет обработка трехмерного звука на скорость компьютерных игр, воспользуйтесь функцией отслеживания частоты кадров, встроенной в большинство игр, или обратитесь к источникам, проводящим обзоры игрового аппаратного обеспечения, например www.anandtech.com. Частота смены кадров связана непосредственно с коэффициентом использования процессора; повышение ресурсных требований к процессору приведет к снижению частоты смены кадров. Технологии трехмерного звука и трехмерного видеоизображения представляют наибольший интерес, прежде всего, для разработчиков компьютерных игр. Однако использование трехмерных технологий в коммерческой среде также не за горами.

Проблемы, связанные с поддержкой DirectX

Последняя версия DirectX 9.0c, используемая в Windows XP, предназначена для повышения эффективности всех звуковых плат, имеющих 3D-поддержку. В предыдущих версиях DirectX такая поддержка осуществлялась с помощью модуля DirectSound3D, эффективность которого была ограничена. Например, для того чтобы определить, поддерживаются ли ускорение DirectSound3D и централизованная обработка трехмерного звука, реализованная на аппаратной основе, разработчики игр были вынуждены выполнять полное тестирование звуковой платы. Начиная с версии DirectX 5.0 модуль DirectSound3D поддерживает устройства 3D-ускорения сторонних производителей. DirectX 9c отличается от предыдущей версии улучшенным качеством трехмерного звучания и повышенной эффективностью. Загрузить этот интерфейс можно по адресу:

www.microsoft.com/windows/directx

Вопросы поддержки аудио в Windows Vista и DirectX 10

В систему Windows Vista включена новая, десятая, версия DirectX. Применение в системе аппаратной обработки звука процессорами типа Audigy создает при использовании DirectX 10 определенные проблемы. В этой версии компонент обработки звука DirectSound более не поддерживает аппаратное ускорение, поскольку этот уровень абстракции устройств был удален. В результате звуковые адаптеры, оснащенные собственными процессорами, те-

ряют возможность создавать пространственный и объемный звук. Централизованная поддержка аудио, использующая мощности центрального процессора и драйверы, позволяет получать объемные и пространственные эффекты, как в предыдущих версиях DirectX.

Новая универсальная аудиоархитектура (UAA), используемая в Windows Vista, больше не работает в режиме ядра во избежание общего сбоя системы при ошибке аудиодрайвера. Несмотря на то что такая схема обеспечивает большую устойчивость системы (что было одной из главных задач Windows Vista), она сводит на нет ускорение обработки звука. В результате игры, не предназначенные для использования архитектуры UAA, способны воспроизводить только обычный стереозвук (без каких-либо пространственных эффектов). В любом случае поддержка объемного звука не предусмотрена.

Возникает вопрос, как обеспечить воспроизведение высококачественного звука в Windows Vista. Многие довольно свежие игры, такие как Battlefield 2142, Doom3, Quake 4, Prey и другие, поддерживают новый стандарт *OpenAL*. Все новые адаптеры серии Creative X-Fi поддерживают этот стандарт. Подробнее об этом стандарте, а также о совместимых с ним играх можно узнать на сайте www.openal.org.

Для поддержки старых игр, появившихся до выхода в свет стандарта OpenAL, компания Creative создала проект *Alchemy*, который позволяет адаптерам серии X-Fi, работающим под управлением Windows Vista, поддерживать 3D-ускорение звука и реализовывать пространственное звучание в множестве игр. Для использования этого приложения установите, в первую очередь, самый свежий драйвер для карты X-Fi, после чего можете установить игру. Подробнее о проекте Alchemy узнайте по адресу:

<http://connect.creativelabs.com/alchemy/default.aspx>

Если в системе установлен какой-либо более старый адаптер типа SoundBlaster Live! или Audigy/2/4, переключитесь на использование централизованной обработки звука. Современные системы содержат поддержку объемного звука 5.1 и 7.1. Это самая дешевая альтернатива, реализующая совместимость игр с Windows Vista и DirectX 10. Можете заменить свою карту картой Creative X-Fi, однако учтите, проект Alchemy поддерживает далеко не все игры.

Установка звуковой платы

Прежде чем приступить к установке звуковой платы, следует вскрыть системный блок. Все современные звуковые платы выпускаются в формате плат PCI с поддержкой Plug and Play. По сравнению с платами ISA предыдущих поколений современные адаптеры PCI используют меньше аппаратных ресурсов, характеризуются меньшей нагрузкой на центральный процессор, а также поддерживают современные интерфейсы API объемного звука, без которых не обходится ни одна современная игра.

Примечание

Чтобы установить звуковую плату ISA, обратитесь к 11-му изданию данной книги (глава 20).

Если в компьютере есть интегрированная аудиосистема, в большинстве случаев ее придется отключить. Использование кодека AC'97 может привести к возникновению проблем с аудиосистемой, а при эмуляции Creative Labs Sound Blaster возможны конфликты на уровне ресурсов. Более подробно этот вопрос рассматривается в главе 5.

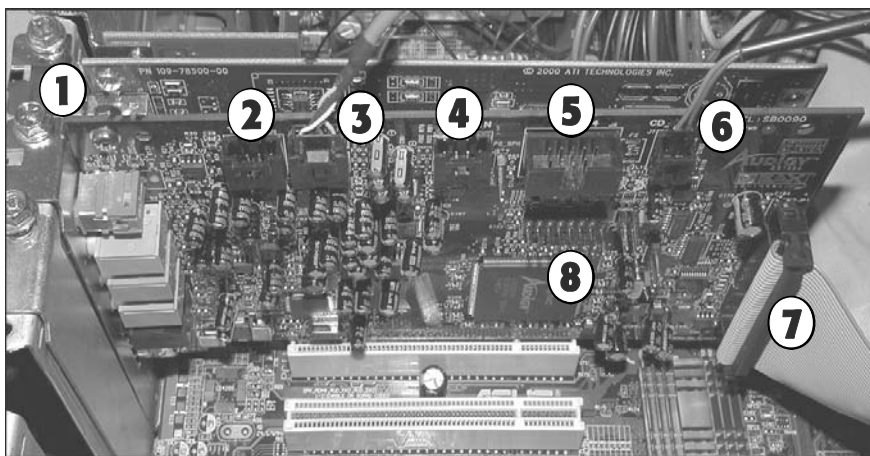
Выбор разъема расширения

В том случае, если свободно несколько разъемов, новую плату лучше установить подальше от уже имеющихся. При этом снижаются помехи с их стороны, а это важно для звуковой платы, так как помехи сказываются на качестве воспроизводимого звука. Аналоговые компоненты аудиоадаптеров страдают от интерференции электрических сигналов, поэтому, несмотря на специальное защитное покрытие, обходитесь с ними как можно осторожнее. Выкрутите винт, с помощью которого крепится задняя металлическая панель, расположенная

над выбранным слотом расширения. При установке держите плату за металлический крепежный винт и за края. Не касайтесь никаких компонентов платы, так как заряд статического электричества может вывести их из строя. Не трогайте позолоченные контакты разъема. Если у вас есть антистатический браслет, наденьте его.

Прежде чем решить, какой из разъемов будет использован для звуковой платы, внимательно посмотрите на внешние кабели, которые следует к ней подключить. Кабели акустической системы, микрофона, игрового контроллера, линейного входа, S/PDIF и другие, которые будут подключены к системе, могут помешать уже существующим, ранее подсоединенным проводам. Наиболее приемлемым вариантом является разъем, который позволит “проложить” кабели звуковой платы в стороне от других кабелей. При установке аудиоадаптеров (Sound Blaster Live! или Audigy) с внешним интерфейсным модулем убедитесь в том, что плоский кабель, входящий в комплект поставки, можно свободно подключить к соответствующему разъему на аудиоадаптере. Иногда для установки интерфейсного модуля необходимо освободить отсек в системном блоке, занимаемый накопителем CD-ROM/CD-RW или DVD (который можно переставить в другой отсек).

На рис. 14.7 показана установленная в компьютер звуковая плата. К ней подключены четырехжильный аналоговый и двухжильный цифровой кабели, ведущие к оптическим накопителям, а также специальный плоский кабель, с помощью которого плата соединяется с внутренним модулем. Однако к внутреннему разъему SB1394 (IEEE 1394a-совместимому) кабель еще не подключен.



1. Крепежный винт
2. Автоответчик, аналоговый аудиоразъем
3. Аналоговый кабель CD-аудио
4. Аналоговый разъем Aux in
5. Разъем ввода-вывода SB 1394 (IEEE-1394a)
6. Цифровой аудиокабель CD SPDIF
7. Кабель ввода-вывода устройства Audigy
8. Контакты головки игрового порта (джойстика)

Рис. 14.7. Звуковая плата, установленная в обычном ПК с подключенными аналоговым и цифровым кабелями, соединяющими с приводом оптических дисков

Подключите звуковой кабель накопителя CD-ROM к звуковому разъему на плате. Этот разъем является четырехконтактным и специально маркирован, что помогает подключить его должным образом. Помните, что не существует единого стандарта на такие кабели, поэтому следует убедиться в совместимости кабеля, накопителя и платы. Если кабель приходится приобретать отдельно, отдавайте предпочтение кабелям с несколькими разъемами, предназначенными для разных моделей дисководов CD-ROM. Такой кабель позволит прослушивать музыкальные компакт-диски с помощью динамиков, подключенных к аудиоадаптеру, и использовать аналоговое преобразование для создания файлов MP3 на основе музыкальных композиций.

Примечание

Если компьютер не содержит звукового кабеля, прослушивать и записывать музыкальные компакт-диски можно и без него. Однако это не относится к старым операционным системам Windows 9x и более ранним, а также к старым программам воспроизведения компакт-дисков.

Некоторые новые дисководы CD-ROM и DVD оснащены специальным цифровым аудиокабелем с двумя разъемами. Подключите один конец кабеля к разъему накопителя, а второй — к разъему CD SPDIF или CD Digital Audio звуковой платы (см. рис. 14.7). После этого можно осуществлять цифровое преобразование звуковых файлов и создавать файлы MP3 на основе композиций музыкальных компакт-дисков.

Теперь можно установить плату в разъем. Сначала коснитесь металлической крышки компьютера, чтобы снять с себя электростатический заряд. Затем, удерживая плату за кронштейн и края, вставьте ее в паз слота расширения. Закрутите винт крепления платы и соберите компьютер.

Подключение акустической системы и завершение установки звуковой платы

К соответствующему гнезду можно подсоединить акустическую систему. Обычно выходная мощность звуковых плат составляет примерно 4 Вт. Если паспортная мощность используемой акустической системы меньше выходной мощности платы, то не следует повышать громкость до максимума. Это может привести к перегрузке громкоговорителей и их выходу из строя. На мой взгляд, лучше использовать акустическую систему со встроенным усилителем, который следует подключить к линейному выходу звуковой платы. Если акустическая система оснащена четырьмя и более динамиками, обратитесь к документации и выясните, какой разъем используется для подключения передних динамиков и какой для задних. Для формирования объемного звучания с помощью задних динамиков воспользуйтесь программой настройки, поставляемой с аудиоадаптером.

Совет

Если подключаются активные колонки, но в них не вставлены батарейки или они не подключены к блоку питания, не включайте их, так как можно вообще ничего не услышать. В этом случае можете воспользоваться регулятором громкости операционной системы или программы. Дело в том, что малогабаритные динамики в крайнем случае могут звучать и без внешнего электропитания, правда, тише и не так качественно.

Блоки питания некоторых компьютеров оснащены маленькими разъемами для подачи питания на акустические системы.

После инсталляции аудиоадаптера на панели задач Windows должна появиться пиктограмма с изображением динамика. Если пиктограммы не видно, ее можно отобразить с помощью панели управления Windows. В Windows 98/Me выберите вкладку **Настройка**, раздел **Мультимедиа** и установите флажок **Громкость**. В Windows XP щелкните на пиктограмме **Звук и аудиоустройства** на панели управления, перейдите во вкладку **Громкость** и установите флажок **Отображать значок на панели задач**. В Windows Vista откройте диалоговое окно **Свойства меню Пуск и панели задач**, перейдите во вкладку **Область уведомлений** и установите флажок **Громкость**, чтобы вывести регулятор громкости на рабочий стол.

Иногда для инсталляции некоторых драйверов система требует вставить установочный компакт-диск Windows.

Чтобы отобразить средства управления цифровыми аудиосистемами или выходами (Dolby 5.1, S/PDIF или цифровой аудиовыход), откройте соответствующее окно управления системой и установите нужный флажок.

Воспользуйтесь регулятором громкости, чтобы убедиться в том, что акустическая система получает выходной сигнал аудиоадаптера. Иногда в окне микшера установлен флажок **Выкл. Все**. Кроме того, там же можно задать отдельные уровни для воспроизведения файлов WAV и MIDI, микрофона и других компонентов аудиосистемы.

Подключение стереосистемы

Подключив аудиоадаптер к стереосистеме, можно получить великолепный по качеству звук, а также поддержку стандарта Dolby Digital для воспроизведения дисков DVD. Внимательно осмотрите имеющиеся входы и разъемы. В большинстве стереосистем используются входные контактные разъемы типа RCA или *phono*. Хотя подобные разъемы являются стандартными для некоторых типов аудиоадаптеров, многие звуковые платы оснащены миниатюрными *phono*-разъемами, поэтому для подключения к стереосистеме понадобится специальный переходник. Например, можно приобрести аудиокабель, оснащенный мини-разъемом 1/8" с одной стороны и *phono*-разъемами с другой. Для подключения аудиоадаптера к акустической системе Dolby 5.1 необходим кабель для разъемов S/PDIF аудиоадаптера. Кроме того, иногда используются входы RCA-типа и оптические кабели с квадратным разъемом на конце (называемым *Toslink*).

Убедитесь, что приобретенные вами разъемы — стерео, а не моно, если только у вас не монофоническая звуковая плата. Кроме того, стереоусилитель и компьютер совсем не обязательно располагать рядом. Длина соединительного кабеля может составить несколько метров.

Для подключения стереосистемы к звуковой плате используется кабель. Если в звуковой плате есть выход для акустической системы или наушников и линейный стереовыход, то для подключения стереосистемы лучше воспользоваться последним. Выбрав этот вариант, вы получите более качественный звук, поскольку на линейный выход сигнал поступает, минуя цепи усиления, и поэтому практически не подвергается искажениям. В этом случае усиливать сигнал будет только ваша стереосистема. Иногда к аудиоадаптеру можно подключить кабель со специальным DIN-разъемом.

Соедините этот выход с дополнительным входом вашей стереосистемы. Если стереосистема не имеет вспомогательных входов, следует воспользоваться другими, например входом для проигрывателя компакт-дисков, тюнера или входом Tape 2. Единый миниатюрный стереоразъем кабеля можно подключить к линейному выходу аудиоадаптера и затем, например, подключить два RCA-разъема к выходам музыкального центра или видеоманитона.

Перед первым использованием звуковой платы в связке со стереосистемой убавьте громкость, поскольку при включении может произойти очень громкий щелчок в динамиках. Затем прибавьте громкость и выберите в системе канал (например, проигрыватель компакт-дисков) в вашей стереосистеме. Наконец, запустите компьютер. Никогда не повышайте громкость более чем на три четверти от максимума, поскольку звук может исказиться.

Примечание

Если стереосистема не защищена от воздействия магнитных полей, при ее близком размещении к компьютеру или монитору могут появиться существенные искажения в звучании. Установите динамики подальше от источника помех или приобретите экранированную акустическую систему.

Последовательность подключения некоторых стереосистем к звуковой плате

На задней панели некоторых стереомагнитол и радиоприемников предусмотрен разъем для подключения тюнера, магнитофона и проигрывателя компакт-дисков. Используя этот разъем, а также линейный вход и линейный выход звуковой платы, можно одновременно прослушивать звук, поступающий от компьютера, и радио через динамики стереосистемы.

Для этого выполните ряд действий.

1. Отключите подачу сигналов от этого разъема на стереосистему.
2. Отключите все сигналы на микшере звуковой платы. (Для этого можно в программе микшера установить все ползунки в крайнее нижнее положение.)
3. Подключите выходной разъем радиоприемника к линейному входу звуковой платы.
4. Подключите линейный выход звуковой платы к линейному входу стереосистемы.
5. Включите радиоприемник, настройте его на какую-нибудь станцию и установите средний уровень громкости.
6. Включите подачу сигналов от данного разъема.
7. Медленно настройте уровень сигнала на линейном входе, а также с помощью ползунков в программе для микшера установите примерно средний уровень громкости звука.
8. Отключая, а затем повторно включая подачу сигналов при наладке выходного сигнала звуковой платы, добейтесь, чтобы уровень громкости звука был тот же, независимо от подачи сигналов на данный разъем.
9. Начните воспроизведение файла .wav.
10. Медленно перемещая ползунок громкости в микшере звуковой платы, подберите для проигрывания файла .wav необходимый уровень громкости (немного громче или немного тише, чем у радиоприемника).

Теперь можете слушать звуки от компьютера и радиоприемника через акустическую систему стереомагнитолы.

Для подключения акустических систем объемного звучания к некоторым новейшим аудиоадаптерам PCI иногда требуются особые разъемы и кабели. Более подробную информацию можно узнать из документации к устройствам.

Устранение неисправностей звуковых плат

В процессе функционирования звуковая плата использует следующие ресурсы: номер прерывания (IRQ), базовый адрес ввода-вывода и каналы прямого доступа к памяти (DMA). Если эти ресурсы приходится выбирать вручную, необходимо избегать конфликтов с другими устройствами. Большинство плат удовлетворяют стандарту Plug and Play, но все же в некоторых случаях могут возникнуть проблемы. Возможно, в процессе поиска неисправностей придется изменить положение перемычек и переключателей на плате или даже конфигурацию других плат.

Аппаратные конфликты

Чаще всего проблемы вызваны конфликтами звуковой платы с другими устройствами. Звуковая плата может или просто не работать, или повторять одни и те же звуки, или приводить к “зависанию” компьютера. Такая ситуация называется *аппаратным конфликтом*. За что же “сражаются” разные платы? За сигнальные линии и каналы, используемые для “общения” с компьютером. Конфликты могут возникнуть при совместном использовании одного из перечисленных ниже компонентов.

- **Линии запроса прерываний (IRQ).** Предназначены для приостановки работы компьютера и “привлечения его внимания”.
- **Каналы прямого доступа к памяти (DMA).** Используются для передачи информации непосредственно в память компьютера без привлечения процессора. В ситуации со звуковыми платами использование каналов DMA позволяет воспроизводить звук при выполнении компьютером другой программы.

- **Адреса портов ввода-вывода.** Предназначены для обмена информацией между звуковой платой и компьютером. Обычно адреса указываются в паспорте звуковой платы как базовые. Звуковая плата представляет собой несколько устройств, каждое из которых требует диапазона адресов, начинающегося с базового.

Звуковые платы PCI и интегрированные звуковые решения, подключенные к шине PCI, могут совместно использовать прерывания IRQ, но не используют каналы DMA (за исключением режима эмуляции Sound Blaster), а также могут использовать целый диапазон адресов ввода-вывода.

В наше время практически не встречаются конфликты ресурсов, связанные со звуковыми платами PCI, чего не скажешь о тех временах, когда были широко распространены платы ISA (которые совместное использование прерываний IRQ не поддерживали). Но если приходится иметь дело со звуковыми платами ISA или же звуковыми платами PCI, оснащенными игровым портом, вы можете столкнуться с определенными проблемами.

Примечание

Подробные сведения о разрешении конфликтов в работе звуковых плат ISA и игровых портов приведены в 12-м издании данной книги (глава 20), электронный вариант которого представлен на прилагаемом компакт-диске.

Другие неисправности звуковых плат

Симптомы неисправностей различных звуковых плат имеют много общего. Разобраться в них и выяснить причины проблем вам помогут приведенные ниже советы.

Отсутствие звука

Если плата не издает ни единого звука, воспользуйтесь предлагаемыми рекомендациями.

- Убедитесь, что звуковая плата настроена правильно, и при возникновении конфликта с другими устройствами установите необходимые параметры.
- Проверьте, подключена ли акустическая система к линейному выходу или к гнезду, помеченному как **Speaker**.
- Проверьте, подключена ли акустическая система к источнику питания. Убедитесь, что шнур питания подключен правильно.
- Если используется акустическая система со встроенными усилителями, проверьте правильность подключения источника питания.
- Проверьте, является ли акустическая система стереофонической. Также убедитесь, что штекер, подключаемый в разъем адаптера, стереофонический, а не монофонический.
- Проверьте, правильно ли настроен программный микшер. Управление многими звуковыми платами осуществляется программой-микшером, с помощью которой можно установить необходимые параметры сигналов, поступающих от различных источников (например, от микрофона или привода компакт-дисков). Управлять можно как записью, так и воспроизведением. В режиме воспроизведения увеличьте общую громкость.

Если в программе установлен флажок отключения звука (**Mute**), вы ничего не услышите по определению. В зависимости от типа акустической системы и источника звука может понадобиться переключение из аналогового режима в цифровой. Проверьте правильность установки регуляторов громкости в микшере.

- Воспользуйтесь установочной или диагностической программой звуковой платы и проверьте правильность регулировки громкости. В такие программы обычно входят тестовые образцы воспроизводимых звуков.
- Выключите компьютер примерно на минуту, а затем вновь включите его. Возможно, такой аппаратный перезапуск (вместо нажатия кнопки сброса или комбинации клавиш <Ctrl+Alt+Del>) позволит устранить проблему.

- Если звук отсутствует в игре, убедитесь, что она совместима со звуковой платой. Например, для некоторых игр необходимо, чтобы плата использовала прерывание IRQ 7 (или IRQ5), канал DMA 1 и адрес порта ввода-вывода 220 для режима совместимости с Sound Blaster. Чтобы старые игры DOS могли работать с современными звуковыми картами, может понадобиться загрузка их драйверов под управлением DOS.
- Если используется интегрированная звуковая система, убедитесь, что она активирована (обратившись к BIOS) и что установлены необходимые драйверы и программы. В некоторых случаях потребуется запустить программу настройки, которая находится на компакт-диске, прилагаемом к системной плате.
- Если вы используете интегрированную звуковую систему вместе со съемной заглушкой с дополнительными разъемами (например, с оптическим выходом SPDIF или разъемами для подключения аналоговых 4/6-канальных акустических систем), убедитесь в том, что кабель от заглушки должным образом подключен к системной плате.

Работает только один звуковой канал

В этом случае попытайтесь найти ответ на ряд вопросов.

- **Используется ли моноштекер в стереовыходе?** Часто встречающейся ошибкой является подключение моноштекера к динамикам или стереовыходу аудиоплаты. Стереостежер отличается двумя черными концентрическими полосами. У моноразъема только одна полоса.
- **Включены ли активные динамики?** Проверьте заряд батарей или подключение адаптера переменного тока к электросети. Если каждый динамик обеспечен отдельным источником электропитания, убедитесь в их работоспособности.
- **Подключена ли акустическая система должным образом?** Во избежание путаницы используйте кабели разного цвета или со специальной маркировкой.
- **Загружен ли драйвер звукового адаптера?** Некоторые адаптеры воспроизводят только один канал, если некорректно установлен драйвер. Переустановите драйвер в операционной системе.
- **Равноценен ли уровень громкости для обоих динамиков?** Иногда для каждого динамика звук настраивается отдельно. Разделенные средства управления могут пригодиться в том случае, если один динамик располагается намного дальше от пользователя, чем другой.
- **Правильно ли подключена акустическая система?** Если колонка, кабель которой подключен в соответствующее гнездо звуковой платы, не воспроизводит звука или сигнал время от времени появляется при “шевелении” или перемещении штекера, следовательно, гнездо платы неисправно. Разобраться в этой проблеме отнюдь непросто; следует приобрести новую звуковую плату или взять паяльник и попытаться самостоятельно отремонтировать гнездо. Думаю, все же проще купить новую звуковую плату. Чтобы избежать возможного повреждения гнезда акустической системы, не вставляйте штекер в гнездо под углом.

Слабая громкость

Если звук слишком тихий, выясните, с чем это может быть связано.

- **К тому ли разъему подключена акустическая система?** Динамикам нужен больший уровень выходного сигнала, чем наушникам. Проверьте установленный уровень громкости в программе микширования.
- **Правильно ли настроен микшер?** Отрегулируйте громкость в микшере. Если микшер позволяет выбирать между стереосистемой и наушниками, сделайте правильный выбор.

- **Не установлен ли слишком низкий исходный уровень громкости?** Если у аудиоадаптера есть внешний регулятор для изменения уровня громкости, расположенный на задней панели платы, убедитесь в том, что уровень громкости не слишком низкий.
- **Достаточно ли мощности усилителя звуковой платы для работы акустической системы?** Попробуйте использовать другую акустическую систему или стереоусилитель.

Некоторые динамики не работают

Если не работают некоторые динамики, попытайтесь решить перечисленные ниже проблемы.

- **Некорректные настройки звукового микшера.** Многие системы по умолчанию предполагают, что используется двухканальный (стереофонический) звук, даже если подключено большее число динамиков. Убедитесь, что в Windows правильно заданы параметры звуковой системы.
- **Дополнительные динамики подключены не к тем разъемам.** Убедитесь в том, что дополнительные динамики, необходимые для создания четырех- или шестиканальных систем, подключены к нужным разъемам. Если подключить их к линейному или микрофонному входу, динамики работать не будут.
- **Некорректные настройки баланса.** С помощью регулятора громкости также задается баланс между левым и правым каналами. Если вы слышите звук только из левого или правого канала, настройте баланс звука с помощью стандартных средств Windows или дополнительных утилит.

Примечание

В некоторых системах с интегрированным звуком разъемы могут выполнять несколько функций. Например, для реализации шестиканального звука обычные линейный и микрофонный выходы могут использоваться для подключения тыловых и центрального/низкочастотного динамиков.

Воспроизводятся звуки не всех типов

Иногда компьютер может воспроизвести обычный музыкальный компакт-диск, но ничего не слышно при воспроизведении файлов WAV или MP3, либо можно слушать файлы WAV и MP3, но ничего не слышно при воспроизведении музыкальных дисков или файлов MIDI. Это может быть вызвано несколькими причинами.

- **Низкий уровень громкости или полностью отключенное воспроизведение звуков определенного типа.** Некоторые звуковые микшеры позволяют использовать разные параметры воспроизведения для таких источников звука, как WAV/MP3, MIDI, цифровые компакт-диски, музыкальные компакт-диски и т.д. Проверьте правильность настройки параметров для всех источников звука.
- **Конфликты портов ввода-вывода или каналов DMA при запуске DOS-игр.** Большинство звуковых плат ISA, а также некоторые платы PCI и интегрированные звуковые решения используют различные диапазоны адресов портов ввода-вывода и каналы DMA при воспроизведении MIDI, FM-синтезе и т.д. Наличие конфликтов может привести к тому, что воспроизведение звуковых сигналов определенного типа станет невозможным.
- Проверьте наличие соединения между приводом оптических дисков и звуковым адаптером.

Примечание

Подробные сведения о разрешении конфликтов в работе звуковых плат ISA и игровых портов приведены в 12-м издании данной книги (глава 20), электронный вариант которого представлен на прилагаемом компакт-диске.

Треск в акустических системах

Треск может быть вызван различными причинами.

- **Звуковой адаптер расположен слишком близко к другим платам.** С их стороны на звуковую плату могут воздействовать электрические помехи. Переставьте звуковую плату в разъем, максимально удаленный от других плат.
- **Адаптер ISA требует большего внимания процессора.** Некоторые интенсивные дисковые операции заставляют процессор часто переключаться между управлением звуковой картой и дисками.
- **Акустическая система расположена слишком близко к монитору.** На нее могут воздействовать помехи со стороны монитора. Отодвиньте ее подальше. Никогда не размещайте низкочастотные динамики (сабвуферы) рядом с монитором, потому что мощные магниты усилителя могут привести к искажению изображения. Для повышения низкочастотной отдачи сабвуфер следует размещать на полу.
- **Возникновение проблем совместимости определенных игр и установленного аудиоадаптера.** Если в игре наблюдаются искажения звука и статические шумы, которых нет в других играх, необходимо узнать у производителя, есть ли программное обновление к игре, или получить новую версию драйверов для аудиоадаптера. Если в игре используется DirectX, запустите диагностическую программу DXDIAG (Пуск⇒Выполнить; в текстовом окне наберите **DXDIAG** и щелкните на кнопке ОК); в окне программы выберите вкладку Звук. Переместите регулятор Уровень аппаратного ускорения на одно деление от значения Полное ускорение (заданного по умолчанию) к значению Стандартное ускорение, щелкните на кнопке Сохранить все изменения и закройте программу. Снова запустите игру. Если проблемы остались, переместите тот же регулятор к значению Базовое ускорение. Этот параметр может негативным образом сказаться на других играх, поэтому не забудьте впоследствии вернуть регулятор в положение Полное ускорение.

Компьютер не запускается

Это может означать, что плата вставлена в разъем не полностью. Выключите компьютер и осторожно надавите на плату, чтобы она плотно стала на место.

Если после установки нового аудиоадаптера и программных драйверов система не запускается, можно использовать специальную функцию записи в журнал Windows, посредством которой в текстовый файл будут записаны все события при загрузке операционной системы. В файле указываются загружаемые драйверы и прошла ли их загрузка успешно, а также не “завис” ли компьютер. Более подробную информацию по созданию журнала ошибок можно получить в справочной системе Windows.

Ошибки четности и неустойчивая работа программ

Компьютер может вывести сообщение об ошибке четности или просто “зависнуть”. Как правило, это связано с конфликтом ресурсов в одной из следующих областей:

- прерывания IRQ;
- каналы DMA;
- адреса портов ввода-вывода.

Если звуковая плата и какое-либо другое устройство используют одни и те же ресурсы, то возникают ошибки четности и компьютер “зависает”. Чтобы этого не происходило, нужно корректно распределить ресурсы между всеми устройствами системы.

Примечание

В 12-м издании книги, в главе 20, содержится более полное описание путей разрешения конфликтов звуковых карт и игровых контроллеров ISA.

Неисправности дополнительного оборудования

Если возникают проблемы при воспроизведении DVD, файлов MP3 или при использовании дополнительных разъемов SPDIF, убедитесь в следующем:

- для аудиоадаптера определены конкретные программные ресурсы;
- используется нужная программа воспроизведения;
- для устройства установлен правильный уровень громкости в программе микширования;
- включено цифровое воспроизведение (если используется выход SPDIF);
- кабель подключения к аудиоадаптеру не поврежден.

Прочие проблемы

К сожалению, ряд проблем, связанных со звуковыми платами, разрешить довольно трудно. Может случиться так, что некоторые особенности конкретного компьютера окажутся непреодолимым препятствием при установке звуковой платы. Иногда конфликт разрешается после переустановки некоторых параметров в BIOS. Однако чаще всего такие проблемы устраняются методом проб и ошибок.

Компьютерные стандарты основаны лишь на добровольных соглашениях множества крупных и мелких компаний, но иногда BIOS или системная плата какой-нибудь компании не вполне соответствует этим стандартам.

Одним из вариантов решения проблем со всеми адаптерами Plug and Play, PnP BIOS и операционными системами, поддерживающими PnP (Windows 9x/Me/2000/XP), является использование консоли **Диспетчер устройств** для удаления из системы звуковой платы, после чего необходимо перезагрузиться, и аппаратные компоненты звуковой платы будут определены заново. Благодаря этой операции устанавливается “свежая” копия программного обеспечения, и в системный реестр повторно вводятся нужные значения.

При использовании системных плат с набором микросхем от компании VIA обязательно загрузите и установите последнюю версию драйверов VIA.

Акустические системы

Для успешных коммерческих презентаций, работы с мультимедиа и MIDI нужна высококачественная стереофоническая акустическая система. Однако такие акустические системы слишком велики для рабочего стола, поэтому в некоторых случаях придется приобрести меньшие по размеру.

Часто звуковые платы не обеспечивают достаточной для акустической системы мощности. Даже 4 Вт (как у большинства звуковых плат) бывает мало для того, чтобы “раскачать” акустическую систему высокого класса. Кроме того, обычная акустическая система создает магнитные поля и, будучи установленной рядом с монитором, может исказить изображение на экране. Эти же поля могут испортить записанную на магнитных носителях информацию.

Чтобы решить данные проблемы, компьютерная акустическая система должна быть небольшой и с высоким КПД. В ней должна быть предусмотрена магнитная защита, например в виде ферромагнитных экранов в корпусе или электрической компенсации магнитных полей.

Внимание

Несмотря на то что в большинстве компьютерных акустических систем есть магнитная защита, не оставляйте надолго рядом с ней магнитные ленты с записями, кредитные карточки, часы и дискеты.

Качество звука зависит от качества громкоговорителей, установленных в акустической системе. Конечно, выходной сигнал 16-разрядной платы сам по себе не вызывает нареканий, но и 8-разрядная плата через хорошую акустическую систему “звучит” неплохо. В то же время низкопробная акустическая система может испортить звук, воспроизводимый и той, и другой.

Сегодня выпускаются десятки моделей акустических систем: от дешевых миниатюрных устройств компаний Sony, Creative и LabTech до больших агрегатов с автономным питанием, например компаний Bose, Altec Lansing, Cambridge Sound Works, Klipsch и Monsoon. Многие акустические системы средней и высшей категорий поставляются вместе с усилителями низких частот, позволяющими получить глубокие, насыщенные басы. Для оценки качества акустической системы нужно иметь представление о ее параметрах.

- **Частотная характеристика** определяет полосу частот, воспроизводимых акустической системой. Наиболее логичным был бы диапазон от 20 Гц до 20 кГц — он соответствует частотам, которые воспринимает человеческое ухо, но ни одна акустическая система не может идеально воспроизводить звуки всего этого диапазона. Очень немногие слышат звуки выше 18 кГц. Самая высококачественная акустическая система воспроизводит звуки в диапазоне частот от 30 Гц до 23 кГц, а у дешевых моделей звук ограничивается диапазоном от 100 Гц до 20 кГц. Частотная характеристика является самым субъективным параметром, так как одинаковые с этой точки зрения акустические системы могут звучать совершенно по-разному.
- **Нелинейные искажения** (гармоники) определяют уровень искажений и шумов, возникающих в процессе усиления сигнала. Попросту говоря, искажения представляют собой разность между подаваемым звуковым сигналом, подаваемым на колонки и слышимым звуком. Величина искажений измеряется в процентах, и допустимым считается уровень искажений менее 0,1%. Для высококачественной аппаратуры стандартом считается уровень искажений 0,05%. У некоторых акустических систем искажения достигают 10%, а у наушников — 2%.
- **Мощность** обычно выражается в ваттах на канал и означает выходную электрическую мощность, подводимую к акустической системе. Во многих звуковых платах есть встроенные усилители с мощностью до 8 Вт на канал (обычно — 4 Вт). Иногда этой мощности недостаточно для воспроизведения всех оттенков звука, поэтому во многие акустические системы встраиваются усилители. Такие акустические системы можно переключать в режим усиления сигнала, поступающего со звуковой платы.

Перед покупкой акустических систем проведите исследования и ознакомьтесь хотя бы с несколькими обзорами в специализированных изданиях. Послушайте, что говорят другие о тех колонках, которые вы планируете приобрести. Общий обзор акустических систем со сравнительными характеристиками можно найти на сайте CNET по адресу:

http://reviews.cnet.com/4566-3179_7-0.html

В недорогих акустических системах для усиления звука иногда используются батареи. Поскольку таким динамикам требуется немало энергии, приобретите адаптер переменного тока или динамики, подключаемые в электросеть. Благодаря адаптеру можно избавиться от необходимости каждую неделю приобретать новые батарейки. Убедитесь в том, что вольтаж и полярность адаптера соответствуют аналогичным параметрам акустической системы. Следует заметить, что большинство адаптеров сторонних производителей имеют переменный вольтаж и двустороннюю полярность.

В зависимости от сложности и стоимости акустической системы ее органы управления могут быть разными. Зачастую имеется регулятор громкости, хотя иногда он бывает общим для обоих каналов. Раздельное управление громкостью требуется тогда, когда одна из колонок расположена намного ближе к слушателю, чем другая, и уровни сигналов в них должны быть разными. В одних компьютерных акустических системах есть переключатель динамического усиления баса (ДВВ). Благодаря ему можно получить более насыщенные низкие и верхние частоты независимо от установленного уровня громкости. В других акустических системах устанавливаются отдельные переключатели для высоких и низких частот или трехполосный эквалайзер для плавной регулировки тембра на низких, средних и высоких частотах. Если вы полагаетесь на усиление звука самой платой и встроенный усилитель акустиче-

ской системы отключаете, то эти средства, естественно, не действуют. Характер звучания при этом целиком определяется усилителем мощности, установленным на звуковой плате.

Для получения наилучшего качества звучания определите для аудиоадаптера максимальный уровень громкости, а для непосредственной настройки звука используйте регулятор громкости акустической системы. В противном случае система будет усиливать все искажения, появляющиеся из-за низкого уровня выходного сигнала аудиоадаптера.

Выход звуковой платы подключается с помощью стереоразъема (диаметром 1/8 дюйма) к одной из колонок. Затем сигнал по отдельному кабелю от одной колонки подается на другую.

Покупая акустическую систему, обратите внимание на длину соединительных кабелей. Если у вас компьютер с корпусом Tower, который стоит на полу рядом с рабочим столом, то для подключения к нему акустической системы понадобится более длинный кабель, чем при использовании настольной модели.

Не советую приобретать акустические системы с функцией энергосбережения; если они не используются в течение определенного времени, то их питание отключается, а при подаче на них любого сигнала вновь возобновляется. Все дело в том, что обратное включение происходит не мгновенно, а с некоторой задержкой, при этом начало воспроизводимой музыки или речи “проглатывается”.

В последнее время появились акустические системы, которые подключаются к компьютеру через шину USB. Эта возможность, а также сам процесс подключения описываются в прилагаемой документации.

Вместо акустической системы можно использовать наушники. При этом вы никому не будете мешать даже при самом немыслимом грохоте в любимой игре.

При работе с акустической системой с четырьмя и более динамиками откройте окно настройки звука и определите, используются ли наушники, стереосистема или несколько динамиков.

Грамотно расставьте динамики. Для получения наилучшего звучания поставьте сабвуфер на пол, что также позволит уменьшить уровень электромагнитных помех от других устройств.

Иногда беспроводные динамики вызывают ощутимые электромагнитные помехи; при частоте звука свыше 2 кГц на экране монитора могут появиться искажения. Переместите динамики подальше от монитора.

Системы объемного звучания

Если вы увлекаетесь компьютерными играми или обожаете смотреть кинофильмы на DVD, то обычный стереофонический звук едва ли вас устроит. В настоящее время большинство звуковых плат поддерживают переднее и заднее расположение колонок, а наилучшие из них поддерживают и настройки акустической системы стандарта Dolby 4.1 и 5.1. Если вы используете Windows XP Media Center Edition или версию Windows Vista, включающую в себя программу Media Center (Home Premium или Ultimate), то можете подключить звуковой адаптер к домашнему кинотеатру.

Чтобы получить ожидаемое качество воспроизведения звука при использовании четырех и более колонок, подключенных напрямую или с помощью усилителя домашнего кинотеатра, учтите следующее.

- **Чтобы правильно установить нужные параметры акустической системы, воспользуйтесь списком свойств звуковой платы.** К параметрам акустической системы относятся количество используемых колонок, установка опций трехмерного объемного и позиционного звука, в частности реверберации, а также настройка параметров отдельного низкочастотного динамика (если таковой установлен).
- **Убедитесь в правильном соединении акустической системы и звуковой платы.** Если вы планируете использовать настройки акустической системы AC3/Dolby 4.1, 5.1, 6.1 или 7.1, проверьте правильность соединения и конфигурации разъемов S/PDIF. Каждая звуковая плата имеет собственные параметры настройки. Для получения более подробной информации обратитесь на сайт производителя.

- **Убедитесь в правильном расположении громкоговорителей акустической системы.** В некоторых случаях для улучшения качества звука следует изменить установленные параметры звуковой платы, но иногда для этого достаточно всего лишь поменять расположение громкоговорителей.
- **Убедитесь, что колонки подключены в соответствующие гнезда.** Замена левой колонки правой или передней колонки задней приведет к снижению качества звука.

Типичные настройки акустической системы

В простейшей стереофонической системе используются два громкоговорителя, расположенные таким образом, что при воспроизведении звука происходит его совмещение. Это наиболее простая конфигурация, существующая на текущий момент. В наши дни большинство звуковых плат поддерживают минимум четыре колонки, но в зависимости от используемого аудиоадаптера, установленных параметров и программных опций вывода звуковых данных задние громкоговорители могут либо быть зеркальным отображением передних, либо иметь четыре отдельных звуковых потока.

Четырехточечная система объемного звука, используемая для качественного воспроизведения музыки и игровых звуковых эффектов, включает в себя четыре колонки и отдельный низкочастотный динамик (*сабвуфер*). Колонки обычно располагаются вокруг пользователя, а низкочастотный динамик для усиления сигнала низкой частоты находится в углу или возле стены. В этом случае сабвуфер входит в общую звуковую схему и управляется теми же сигналами, что и остальные колонки.

В системе объемного звука 5.1, называемой также Dolby Digital или DTS, используются пять колонок и динамик низкой частоты. Пятая колонка располагается между двумя передними и используется для восполнения пропущенного звука, что обычно происходит из-за неправильного расположения колонок. Низкочастотный динамик в этом случае совершенно независим. Такая звуковая система наиболее приемлема для воспроизведения кинофильмов DVD. Система объемного звука 5.1 обычно не поддерживается дешевыми звуковыми платами.

Некоторые наиболее современные звуковые платы поддерживают систему объемного звучания версий 6.1 и 7.1. Конфигурация 6.1 отличается от системы объемного звучания 5.1 наличием средней колонки и низкочастотного динамика. В модели 7.1, кроме сабвуфера, используются левая и правая боковые колонки.

Микрофоны

Обычно микрофоны не входят в комплекты звуковых плат, но они вам понадобятся при записи речи в файл WAV. Выбрать микрофон довольно просто: его разъем (обычно диаметром 1/8 дюйма) должен соответствовать гнезду на звуковой плате. В большинстве микрофонов устанавливается выключатель (для отключения выходного сигнала). Однако можно воспользоваться и флажком отключения микрофона в микшере Windows.

Как и акустические системы, микрофоны имеют свои частотные характеристики, но эти параметры для них не столь важны, поскольку частотный диапазон человеческого голоса ограничен. Если вы собираетесь записывать только речь, можете обойтись дешевым микрофоном с узкой полосой рабочих частот. Частотный диапазон дорогих микрофонов намного шире диапазона человеческой речи. Но зачем же тратить деньги на то, чем все равно не пользуетесь?

Для записи музыки лучше приобрести дорогой высококачественный микрофон, но помните, что при 8-разрядной звуковой плате музыкальная запись, сделанная как с дорогого, так и с дешевого микрофона, окажется одинаково плохой.

Микрофон должен соответствовать условиям записи. При работе в шумном офисе лучше пользоваться направленным микрофоном; это позволит избавиться от посторонних звуков. Для записи общей беседы нужен ненаправленный микрофон. Если вы хотите, чтобы руки оставались свободными, воспользуйтесь микрофоном на подставке.

В комплекте с некоторыми дорогими аудиоадаптерами поставляется микрофон, например небольшой нагрудный, ручной или с настольной подставкой. Если желательно, чтобы руки всегда были свободны, предпочтение следует отдать, в первую очередь, нагрудному микрофону. Если микрофон не прилагается к аудиоадаптеру, его можно купить в любом компьютерном или специализированном магазине. При этом микрофон должен иметь характеристики электрического сопротивления, подходящие к определенной модели аудиоадаптера.

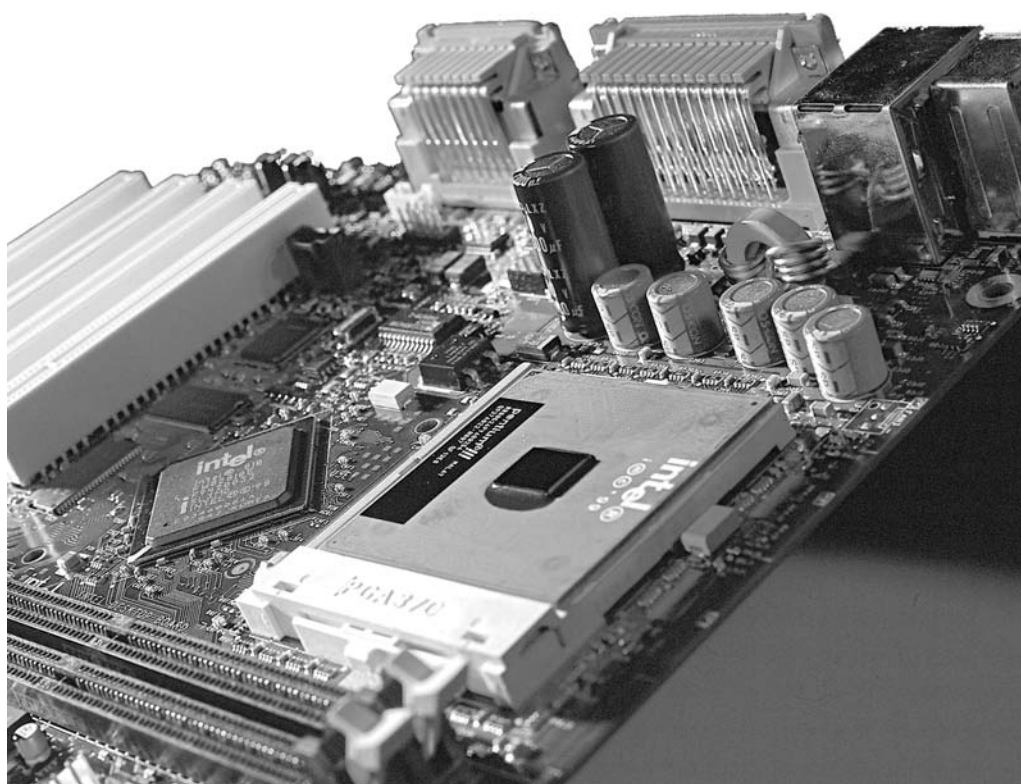
При использовании программ распознавания речи, например Dragon NaturallySpeaking, ViaVoice от IBM, FreeSpeech и др., используйте микрофон, поставляемый в “коробочной” версии программы или приобретите модель, рекомендуемую производителем приложения. Если при распознавании голоса возникли определенные проблемы, запустите программу настройки микрофона. В некоторых моделях микрофонов для улучшения качества звука дополнительно используется батарейка; она должна быть в работоспособном состоянии.

Если вы говорите в микрофон, а программа распознавания или записи речи никак не реагирует, сделайте следующее.

- **Проверьте подключение.** Довольно просто ошибиться и подключить микрофон в другое гнездо аудиоадаптера. Чтобы этого избежать, пометьте микрофонный разъем и вход адаптера одним цветом. Если аудиосистема поддерживает функцию распознавания подключений, обязательно вставляйте штекеры разных устройств по одному, при этом указывая тип подключаемого устройства.
- **Проверьте установленный уровень записи в программе микширования.** Иногда микрофон выключают, чтобы избавиться от лишних шумов.
- **Убедитесь в том, что микрофон включен в программе распознавания или записи речи.** Щелкните на кнопке записи в программе, после чего, как правило, необходимо выбрать микрофон для использования или “отключить” для ответа по телефону. Для более быстрого переключения между режимами воспользуйтесь пиктограммой микрофона, размещенной на панели задач Windows.

Глава 15

Последовательный, параллельный и другие интерфейсы ввода-вывода



Знакомство с портами ввода-вывода

В настоящей главе представлены основные порты ввода-вывода, которыми оснащаются современные компьютерные системы. При этом рассматриваются как привычные последовательные и параллельные порты, которыми компьютеры оснащались с момента своего появления на рынке, так и более современный порт Universal Serial Bus (USB), который пришел им на смену, а также порт IEEE 1394 (i.LINK и FireWire). (IEEE — это аббревиатура от Institute of Electrical and Electronic Engineers (Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике).) Хотя eSATA можно рассматривать и как внешний интерфейс ввода-вывода, он является производным от внутреннего интерфейса SATA, о котором мы подробно говорили в главе 7. SCSI также является внутренним и внешним интерфейсом ввода-вывода, однако в современных персональных системах он встречается крайне редко.

В настоящее время наиболее популярны такие высокоскоростные интерфейсы для подключения периферийных устройств к настольным ПК и ноутбукам, как Universal Serial Bus (USB) и IEEE 1394, который также называют i.LINK или FireWire. Каждый интерфейс доступен в двух версиях: USB 1.1 и USB 2.0; IEEE 1394a и IEEE 1394b (FireWire 800). Порты USB и IEEE 1394 представляют собой высокоскоростные коммуникационные порты, по своим возможностям значительно выигрывающие у своих предшественников — обычных последовательных и параллельных портов. Их также можно считать альтернативой интерфейсу для периферийных устройств SCSI. Помимо более высокого быстродействия, данные порты обеспечивают консолидацию устройств ввода-вывода, что означает возможность подключения к ним периферийных устройств любого типа.

Преимущества последовательного соединения

Как уже отмечалось, по своей природе интерфейсы USB и IEEE 1394 являются последовательными. При этом данные передаются по одному проводу по одному биту за такт. В то же время параллельные порты (SCSI, ATA и LPT) предполагают одновременное использование 8, 16 и более проводов. Можно предположить, что за одно и то же время через параллельный канал передается больше данных, чем через последовательный, однако на самом деле увеличить пропускную способность последовательного соединения намного легче, чем параллельного.

Параллельное соединение обладает рядом недостатков, одним из которых является фазовый сдвиг сигнала, из-за чего длина параллельных каналов, например SCSI, ограничена (не должна превышать 3 м). Проблема в том, что, хотя 8- и 16-разрядные данные одновременно пересылаются передатчиком, из-за задержек одни биты прибывают в приемник раньше других. Следовательно, чем длиннее кабель, тем больше время задержки между первым и последним прибывшими битами на принимающем конце. Этот эффект называют *перекосом сигнала*; он не дает возможности использовать длинные кабели, а также высокие тактовые частоты. Способность сигнала достигать на втором конце провода определенного напряжения с небольшими колебаниями в течение короткого промежутка времени называют *флуктуацией*.

Последовательная шина позволяет одновременно передавать 1 бит данных. Благодаря отсутствию задержек при передаче данных значительно увеличивается тактовая частота. Например, максимальная скорость передачи данных параллельного порта EPP/ECP — 2,77 Мбайт/с, в то время как порты IEEE 1394 (в которых используется высокоскоростная последовательная технология) поддерживают скорость передачи данных, равную 400 Мбит/с (около 50 Мбайт/с), т.е. в 25 раз выше. Скорость передачи данных современных интерфейсов IEEE 1394b (FireWire 800) достигает 800 Мбит/с (или около 100 Мбайт/с), что в 50 раз превышает скорость передачи параллельного порта! Наконец, быстродействие интерфейса USB 2.0 достигает 480 Мбит/с (около 60 Мбайт/с).

Еще одно преимущество последовательного способа передачи данных — возможность использования только одно- или двухпроводного канала, поэтому помехи, возникающие при передаче, очень малы, чего нельзя сказать о параллельном соединении.

Стоимость параллельных кабелей довольно высока, поскольку провода, предназначенные для параллельной передачи, не только используются в большом количестве, но и специальным образом укладываются, чтобы предотвратить возникновение помех, а это весьма трудоемкий и дорогостоящий процесс. Кабели для последовательной передачи данных, напротив, очень дешевые, так как состоят из нескольких проводов и требования к их экранированию намного ниже, чем у используемых для параллельных соединений.

Именно поэтому, а также учитывая требования внешнего периферийного интерфейса Plug and Play и необходимость устранения физического нагромождения портов в портативных компьютерах, были разработаны эти две высокоскоростные последовательные шины, используемые уже сегодня. Шиной USB оснащен практически каждый компьютер. Благодаря своей универсальности этот порт используется для всех внешних подключений устройств общего назначения. Несмотря на то что шина IEEE 1394 (больше известная как FireWire) изначально была предназначена для узкоспециализированного использования (например, с цифровыми видеокамерами), в настоящий момент она применяется и с другими устройствами, например с профессиональными сканерами и внешними жесткими дисками.

Сравнение IEEE 1394 и USB 1.1/2.0

Хотя порты USB и IEEE 1394 подробно рассматриваются в следующих разделах, имеет смысл начать с их сравнения. Поскольку у данных портов много общего, достаточно сложно понять преимущества каждого из них перед другим. В табл. 15.1 приведена сравнительная характеристика технологий IEEE 1394 и USB.

Таблица 15.1. Сравнительная характеристика технологий IEEE 1394 и USB

	IEEE 1394a (i.Link или FireWire)	IEEE 1394 (или FireWire 800)	USB 1.1	USB 2.0
Необходимость основного узла	Нет	Нет	Да	Да/Нет ¹
Максимальное количество устройств	63	63	127	127
“Горячее” подключение	Да	Да	Да	Да
Максимальная длина кабеля между устройствами, м	4,5	4,5 (9-жильный медный); 100 (оптическое стекловолокно) ²	5	5
Скорость передачи, Мбит/с (Мбайт/с)	400 (50)	800 (100)	12 (1,5)	480 (60)
Возможная будущая скорость передачи, Мбит/с (Мбайт/с)	Не определена	1 500 (400); 3 200 (800)	Не определена	Не определена
Типичные подключаемые устройства	Цифровые видеокамеры, цифровые видеокамеры высокого разрешения, HDTV, высокоскоростные устройства, сканеры высокого разрешения, электронные музыкальные инструменты	Все устройства 1394a	Клавиатуры, мыши, джойстики, модемы, цифровые видеокамеры низкого разрешения, низкоскоростные устройства, принтеры, сканеры низкого разрешения	Все устройства USB 1.1, а также цифровые видеокамеры, цифровые видеокамеры высокого разрешения, HDTV, высокоскоростные устройства, сканеры высокого разрешения

1. Для подключения USB On-The-Go.

2. Кабель CAT-5 UTP поддерживает скорость передачи данных до 100 Мбит/с (100 м максимум); оптическое стекловолокно со ступенчатым показателем преломления поддерживает скорости передачи 100 и 200 Мбит/с (50 м максимум).

В целом USB — наиболее популярный внешний интерфейс ПК, который вытеснил практически все остальные решения. Основная причина этого — компания Intel, один из основных разработчиков USB, встроила поддержку шины USB во все свои наборы микросхем, выпускаемые с 1996 года, и эту тенденцию поддержали другие производители. В то же время практически

ни один из наборов микросхем системной логики не поддерживает порты 1394a и 1394b. В большинстве случаев для такой поддержки требовалась установка на материнскую плату дополнительной микросхемы, что увеличивало ее общую стоимость. Высокая стоимость схемы 1394 (включая 0,25 доллара лицензионного платежа, отчисляемых компании Apple Computer за каждую систему), а также то обстоятельство, что каждая системная плата уже содержит порты USB, ограничило распространение интерфейса 1394 (FireWire) на рынке ПК.

Возможно, основная причина, по которой стандарт 1394 до сих пор не проиграл интерфейсу USB 2.0, заключается в том, что с самого начала интерфейс USB привязан к ПК, в то время как 1394 — нет. Другими словами, интерфейсы USB и Hi-Speed USB требовали использования ПК в качестве “узла”, в то время как интерфейс 1394 позволяет соединять два периферийных устройства напрямую. Например, при использовании интерфейса 1394 цифровую видеокамеру DV можно подключить к цифровому магнитофону для создания копии. Ситуация кардинально изменилась после выхода в декабре 2001 года спецификации USB 2.0 под названием *USB On-The-Go*. Эта спецификация позволяет подключать устройства (такие, как мобильные телефоны, видеокамеры и проигрыватели мультимедиа) друг к другу напрямую, а значит, лишает интерфейс 1394 (FireWire) одного из ключевых преимуществ перед интерфейсом USB.

Последний член семейства USB, Certified Wireless USB, был представлен еще в 2005 году, хотя до сих пор не получил широкого распространения.

Поскольку интерфейсы USB 2.0 и 1394a (FireWire) обеспечивают близкие возможности и уровень быстродействия, выбор в значительной степени зависит от того, какие именно устройства планируется подключать. Если ваша цифровая видеокамера оснащена только портом 1394 (FireWire/i.LINK), вам необходимо установить в системе плату адаптера 1394 FireWire, если соответствующий интерфейс не интегрирован на системной плате. Многие устройства хранения, периферийные устройства ввода-вывода, а также другие устройства для ПК оснащены интерфейсом USB; и только видеокамеры и некоторые модели устройств хранения оснащены интерфейсом 1394. Однако в последнее время все большее количество моделей устройств оснащается обоими интерфейсами — USB 2.0 и 1394, что значительно расширяет возможности их подключения.

Производительность: мифы и реальность

Однажды студенты попросили меня прокомментировать следующую ситуацию. В одном из тестов спрашивалось, какой из интерфейсов производительнее, USB 2.0 или FireWire 400. Так как скорость передачи данных USB 2.0 составляет 480 Мбит/с, а FireWire 400 — 400 Мбит/с, практически все отдали предпочтение первому. Каково же было их удивление, когда их ответы были отмечены как неправильные. Дело в том, что, несмотря на паспортные характеристики, внутренние перегрузки, возникающие в порту USB, на практике FireWire оказывается более производительным, и преподаватель об этом упомянул на лекции, на что многие не обратили внимания.

Мне пришлось серьезно задуматься, какой же ответ на самом деле можно считать правильным. Лично мне не нравятся вопросы, подобные этому, так как их некорректная постановка делает оба ответа с технической точки зрения одновременно и правильными, и неправильными. Во-первых, совершенно не ясно, что понимается под производительностью: паспортная скорость шины или реальная пропускная способность. Во-вторых, возникает вопрос “При каких условиях эти пропускная способность измеряется?” В общем, если вам задают вопросы, подобные этому, можете, не задумываясь, давать любой ответ. Так как тестирование в реальных условиях включает множество неизвестных переменных, самый простой и определенный ответ основывается на паспортном, задокументированном быстродействии шины: производительность интерфейса USB выше.

Естественно, читатель, равно как и преподаватель, задавший студентам такой вопрос в тесте, могут с этим тезисом не согласиться. Многие считают (и это показали многочисленные тесты в реальных условиях), что, несмотря на задокументированную более высокую скорость интерфейса USB, интерфейс FireWire на самом деле более производительный. Поскольку я не люблю

делать голословных утверждений, скажу, что, как и в любом другом компьютерном интерфейсе, на его производительность в конкретном случае влияет множество факторов, которые имели определенные значения при измерении паспортных характеристик интерфейсов. Все дело в том, что сами архитектуры интерфейсов USB и FireWire различаются, и никто не сможет предсказать реальные результаты сравнительных измерений в конкретных ситуациях.

Для тестирования производительности интерфейсов USB 2.0 и FireWire 400 я использовал внешний жесткий диск Maxtor емкостью 250 Гбайт со скоростью вращения шпинделя 7200 об/мин, поддерживающий оба этих интерфейса. Диск содержал один раздел FAT 32 и был заполнен наполовину. После этого я создал папку TEMP, в которую поместил видеофайл размером 300 Мбайт. Я специально выбрал слишком большой размер файла, чтобы он не смог поместиться в кэш ни системы, ни устройства.

После этого я подключал этот внешний диск к двум системам, содержащим интерфейсы USB 2.0 и FireWire 400. Характеристики этих систем следующие.

- **Система 1.** Настольный компьютер на базе процессора Pentium 4 3,6 ГГц, 1 Гбайт ОЗУ, Windows XP.
- **Система 2.** Ноутбук на базе процессора Pentium М 1,7 ГГц, 1 Гбайт ОЗУ, Windows XP.

Для тестирования пропускной способности я копировал файл Temp1.avi в файл Temp2.avi в папке TEMP. Таким образом, во время операции файл считывался с внешнего устройства и записывался на него же, т.е. измерялась пропускная способность двустороннего обмена информацией по соответствующему интерфейсу. При этом я использовал две команды — COPY и XCOPY — по четыре раза подряд, записывая результаты только последних трех операций. Вот команды, которые были использованы для копирования файлов:

```
COPY /Y Temp1.avi Temp2.avi
XCOPY /Y Temp1.avi Temp2.avi
```

Примечание

Переключатель /Y форсирует перезапись существующего файла назначения без запроса, что гарантирует полноценное выполнение операции перезаписи. Первая операция копирования не *перезаписывает*, а *создает* новый файл, поэтому ее результаты и не учитывались.

Для измерения времени копирования можно использовать утилиту командной строки TimeIt. Утилита TimeIt.exe включена в инструментарий Windows Server 2003; также ее можно загрузить с сайта Microsoft по адресу:

<http://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=4554>

Время копирования файла, в секундах, в настольной системе приведено в табл. 15.2.

Таблица 15.2. Сравнение времени копирования 300-мегабайтного файла в настольной системе с быстродействием 3,6 ГГц

Настольный компьютер Pentium 4 3,6 ГГц		USB 2.0	FireWire 400
Команда COPY	Первый запуск	20,65	23,23
	Второй запуск	20,60	23,45
	Третий запуск	20,76	23,28
	Среднее значение	20,67	23,32
USB относительно FireWire, %		12,82	-11,36
Команда XCOPY	Первый запуск	12,41	15,66
	Второй запуск	12,47	15,60
	Третий запуск	12,69	15,60
	Среднее значение	12,52	15,62
USB относительно FireWire, %		24,73	-19,83
XCOPY относительно COPY, %		65,05	49,30

Как видите, в быстродействующей настольной системе копирование файла показало превосходство интерфейса USB над FireWire от 13% (COPY) до 25% (XCOPY). Также обратите

внимание, что в каждом из этих интерфейсов команда XCOPY выполняется быстрее, чем команда COPY, на 49–65%.

Результаты тестирования в более медленном ноутбуке приведены в табл. 15.3.

Таблица 15.3. Сравнение времени копирования 300-мегабайтного файла в ноутбуке с быстродействием 1,7 ГГц

Ноутбук Pentium M 1,7 ГГц		USB 2.0	FireWire 400
Команда COPY	Первый запуск	30,59	23,95
	Второй запуск	30,48	24,66
	Третий запуск	30,42	23,79
	Среднее значение	30,50	24,13
USB относительно FireWire, %		-20,87	26,37
Команда XCOPY	Первый запуск	19,83	15,71
	Второй запуск	19,16	15,81
	Третий запуск	19,12	15,98
	Среднее значение	19,37	15,83
USB относительно FireWire, %		-18,26	22,34
XCOPY относительно COPY, %		57,44	52,42

Как видите, копирование в более медленном ноутбуке показало более низкую производительность интерфейса USB по отношению к FireWire (от 21% (COPY) до 18% (XCOPY)). Также обратите внимание, что в любом из этих интерфейсов команда XCOPY выполняется быстрее, чем команда COPY, на 52–57%.

Так как же ответить на вопрос относительно того, какой из интерфейсов производительнее в реальных условиях? В нашем примере в настольной системе более быстрым оказался интерфейс USB 2.0, а в ноутбуке — FireWire 400. Но это еще не все. Я заметил одну интересную деталь: оказалось, что на производительность интерфейса USB 2.0 сильно влияет быстродействие самого компьютера, чего не скажешь об интерфейсе FireWire 400. В табл. 15.4 приведена сравнительная характеристика.

Таблица 15.4. Повышение быстродействия интерфейсов при копировании 300-мегабайтного файла в настольном компьютере Pentium 4 3,6 ГГц относительно ноутбука Pentium M 1,7 ГГц

Операция	USB 2.0	FireWire 400
COPY, %	47,54	3,49
XCOPY, %	54,67	1,37

Итак, настольная система продемонстрировала на 48–55% лучшие показатели, чем портативная для интерфейса USB 2.0, и только на 1–3% лучшие — для FireWire 400. Другими словами, скорость передачи по интерфейсу FireWire оказалась примерно равной в обеих системах, несмотря на их различие в быстродействии. И это понятно, поскольку в архитектуре FireWire создается соединение “точка к точке”, не задействующее мощности компьютера. С другой стороны, в интерфейсе USB сам компьютер выступает в роли контроллера. Таким образом, благодаря архитектурным различиям интерфейсов FireWire и USB, производительность процессора и всей системы в целом оказывает гораздо большее влияние на USB, чем на FireWire.

Отметим еще одну интересную деталь. Сам метод копирования (COPY или XCOPY) оказал на результаты тестирования гораздо большее влияние, чем различие интерфейсов. Это выносит на повестку дня следующие вопросы. Какое влияние на показатели оказывает файловая система? Что будет, если диск отформатировать в системе NTFS, а не в FAT32? Что произойдет, если копироваться будет не один большой, а множество маленьких файлов? Какое влияние оказывает на быстродействие интерфейсов установленный в системе набор микросхем системной логики?

Итак, после всех продемонстрированных вопросов и ответов можно определенно сказать, что единственным корректным ответом на технически неправильно поставленный вопрос, приведенный в начале раздела, будет тот, который основан на паспортных характеристиках интерфей-

сов: USB 2.0. Если вопрос сформулировать несколько по-другому, “Какой интерфейс быстрее при копировании файла размером 300 Мбайт в системе Windows XP на устройство с файловой системой FAT32?”, то я бы ответил следующим образом: “Любой из них, в зависимости от оборудования и программ, используемых для копирования файлов”. Думаю, вы уловили ход моей мысли. Единственной вещью, которая была некорректной в изначальном вопросе и ответе, было непонимание того, что в любом сравнении участвует масса самых разнообразных переменных и однозначного ответа на подобные вопросы попросту *не существует*.

Универсальная последовательная шина USB

Универсальная последовательная шина USB представляет собой стандарт внешней шины периферийных устройств, предназначенный для полного использования технологии Plug and Play при подключении внешних устройств к компьютеру. Используя эту шину, можно устранить необходимость в узкоспециализированных портах и платах ввода-вывода, что влечет за собой уменьшение потребности в изменении конфигурации системы при добавлении новых устройств. Также использование USB позволяет сэкономить важные системные ресурсы, такие как каналы запросов на прерывания (IRQ), — независимо от количества устройств, подсоединенных к порту USB, будет использоваться только одно прерывание. Компьютер, оснащенный USB, способен автоматически распознавать и конфигурировать физически подключаемые устройства, не требуя при этом перезагрузки. К одному порту USB можно подключить до 127 устройств, при этом периферия, такая как клавиатура и монитор, сами могут выступать в роли дополнительных концентраторов USB. Кабели, порты и устройства USB можно распознать по значкам, показанным на рис. 15.1. Замечу, что символ “плюс”, содержащийся в правом значке, указывает на поддержку стандарта USB 2.0 (Hi-Speed USB) в дополнение к USB 1.x. Практически все системы, выпущенные в последние несколько лет, содержат порты USB, поддерживающие оба этих стандарта, так что символ “плюс” в настоящее время мало используется.

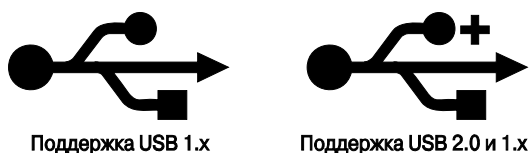


Рис. 15.1. Логотипы устройств USB

Основным инициатором разработки стандарта USB выступила компания Intel. Начиная с набора микросхем системной логики Triton II (82430HX), в котором стандарт USB был воплощен в микросхеме PIIX3 South Bridge, компания Intel поддерживает этот стандарт во всех своих наборах микросхем системной логики.

Совместно с Intel над созданием универсальной последовательной шины работали еще шесть компаний, среди которых — Compaq, Digital, IBM, Microsoft, NEC и Northern Telecom. Ими был создан USB Implement Forum (USB-IF), целью которого является развитие, поддержка и распространение архитектуры USB.

Первая версия USB анонсирована в январе 1996 года, версия 1.1 — в сентябре 1998 года, а версия 2.0 — в апреле 2000 года. В спецификации USB 1.1 более подробно описаны концентраторы и другие устройства. Большинство устройств USB должны быть совместимы со спецификацией 1.1, даже если они выпущены до ее официального опубликования. В спецификации USB 2.0 скорость передачи данных в 40 раз выше, чем в оригинальной USB 1.0; кроме того, обеспечивается полная обратная совместимость устройств. Платы расширения PCI (для настольных систем) и платы PC Card Cardbus-совместимых портативных компьютеров позволяют модернизировать компьютеры ранних версий, не имеющие встроенных разъемов USB. Со середины 2002 года практически все системные платы имеют в стандартной комплек-

тации четыре и более портов USB 2.0. Портативные компьютеры подхватили этот стандарт несколько позднее — только в начале начала 2003 года порты USB 2.0 появились в ноутбуках в качестве стандартных компонентов.

Технические характеристики USB

Универсальная последовательная шина версии 1.1 — это интерфейс, работающий со скоростью 12 Мбит/с (1,5 Мбайт/с) и основанный на простом 4-проводном соединении. Эта шина поддерживает до 127 подключаемых устройств и использует топологию звезды, построенную на расширяющих концентраторах, которые могут входить в персональный компьютер, любое периферийное устройство USB и даже быть обособленными устройствами.

Для таких низкоскоростных периферийных устройств, как клавиатура и мышь, в универсальной последовательной шине предусмотрен более “медленный” подканал, работающий со скоростью 1,5 Мбит/с.

В USB используется кодирование данных NRZI (Non Return to Zero Invent). В этом методе кодирования изменение уровня напряжения соответствует 0, а его отсутствие — 1. Метод NRZI представляет собой весьма эффективную схему кодирования данных, поскольку при ее использовании не нужны дополнительные сигналы, например синхроимпульсы. Последовательность нулей означает переход с одного уровня на другой каждый бит времени; последовательность единиц означает длительный промежуток времени, при котором изменения данных не происходит. Этот эффективный метод кодирования передачи данных отменяет необходимость в дополнительных тактовых импульсах, которые занимали бы время и уменьшали пропускную способность шины.

Для одновременного подключения нескольких устройств USB необходимо использовать *концентратор*. С помощью концентратора к одному порту USB можно подключить клавиатуру, мышь, цифровую камеру, принтер, телефон и т.д. В компьютере устанавливается модуль, называемый *корневым концентратором*, — начальная точка для подключения всех остальных устройств. Практически все системные платы имеют два-четыре порта USB, каждый из которых может быть подключен либо к функциональному устройству, либо к другому концентратору.

В некоторых системах один или два порта USB вынесены на переднюю панель, что очень удобно для временного подключения таких устройств, как видеокамеры и флэш-карты. *Внешние концентраторы* (также называемые *общими*) расширяют систему, позволяя подключать дополнительные устройства. Благодаря звездообразной топологии концентраторы позволяют подключить множество устройств. Каждая точка подключения именуется *портом*. Большинство концентраторов имеют четыре или восемь портов, что далеко не предел. Кроме того, к портам одного концентратора можно подключать дополнительные концентраторы. Концентратор управляет как непосредственно подключением, так и распределением энергии между подключенными устройствами.

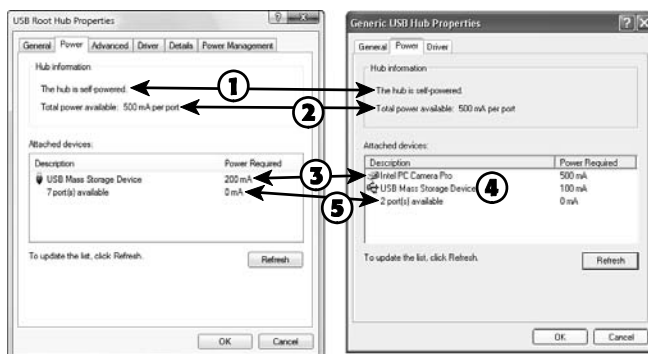
Кроме предоставления дополнительных портов для подключения периферийных устройств, концентратор занимается распределением энергии. Он динамически распознает подключенное периферийное устройство и после инсталляции предоставляет ему по меньшей мере 0,5 Вт. В целом концентратор может подавать до 2,5 Вт энергии, что зависит от программного драйвера устройства.

Различные типы устройств USB потребляют разный ток, измеряемый в миллиамперах (мА). Устройства, питаемые от шины USB, могут потреблять как 500 мА, т.е. столько, сколько им может предложить порт USB, так и 100 мА и менее электроэнергии. Устройства, имеющие автономное питание, черпают энергию и из порта USB, однако в крайне малых дозах (около 2 мА).

Поддержка шиной USB технологии PnP позволяет системе опрашивать подключенные периферийные устройства на предмет их потребности в электроэнергии и выдавать предупреждение, если доступный уровень энергопотребления превышен. Особую важность это имеет в портативных системах, емкость аккумуляторных батарей которых ограничена, к тому же между концентраторами существуют различия.

Корневые концентраторы имеют автономное питание (т.е. подключены к розетке через адаптер последовательного тока), что позволяет им подавать на каждый свой порт ток величиной 500 мА. В то же время концентраторы, питаемые от шины (т.е. не имеющие собственного адаптера), обеспечивают только 100 мА на порт, так как сами должны распределять отведенный им шиной объем электроэнергии между всеми своими портами. Если подключить к порту устройство, потребляющее больше электроэнергии, чем может обеспечить порт, оно работать не будет (в худшем случае устройство вообще может быть повреждено). К примеру, содержимое флэш-памяти (потребляющей 200–500 мА) может быть уничтожено, если подключить ее к питаемому от шины порту USB (способному подать только 100 мА). Некоторые производители стали обеспечивать свои флэш-карты защитой по цепи тока, однако риск разрушения информации все равно остается. Так что не рекомендую вставлять флэш-карты в питаемые от шины концентраторы.

Чтобы узнать потребности в электропитании конкретного устройства перед его покупкой, обратитесь к его спецификации или свяжитесь с производителем. Чтобы узнать ток, подаваемый на каждый порт, и потребности в электропитании подключенных устройств USB в Windows, откройте панель управления, а затем окно свойств каждого корневого и общего концентраторов. После этого перейдите во вкладку **Электропитание**. В верхней части вкладки отображается объем электроэнергии, подаваемой на каждый порт, а в списке перечислены устройства, подключенные к концентратору, и потребляемый ими ток (рис. 15.2).



- 1 – тип концентратора
- 2 – мощность в расчете на порт
- 3 – устройства с высоким энергопотреблением
- 4 – устройство с низким энергопотреблением
- 5 – незанятые порты

Рис. 15.2. Примеры параметров электропитания концентраторов и устройств USB в окнах свойств Windows Vista (слева) и Windows XP (справа)

Поскольку существует большой разброс в потребностях питания устройств и существует вероятность их повреждения, рекомендуется использовать только концентраторы с автономным электропитанием. Также не забывайте, что на рынке еще осталось множество концентраторов, поддерживающих только интерфейс USB 1.1. Даже если к такому концентратору подключить быстродействующее устройство USB 2.0, оно все равно будет работать на малой скорости концентратора.

Устройства, потребляющие 100 мА и более (на рис. 15.2 это веб-камера и съемное запоминающее устройство), должны подключаться только к корневому концентратору или концентратору с автономным электропитанием. Все остальные устройства можно подключать и к концентраторам, питаемым от шины USB. Такие порты можно иногда найти на клавиатуре и мониторах.

Совет

Если устройство, подключенное к концентратору USB, внезапно перестало работать, проверьте подключение его источника питания — оно могло нарушиться. В таких случаях концентратор с автономным питанием начинает получать питание от шины и обеспечивать только 100 мА на порт вместо 500 мА.

Новому подключенному концентратору присваивается уникальный адрес; устройства можно масштабировать до пяти уровней в глубину (рис. 15.3). Концентратор выступает в роли двунаправленного ретранслятора и передает сигналы USB как во входном (к ПК), так и в нисходящем (к устройству) потоках. Кроме того, концентратор осуществляет контроль за сигналами и обрабатывает адресованные ему транзакции. Все другие транзакции передаются к подключенным устройствам. На рис. 15.3 узлом является ПК. Концентраторами являются компьютер, обособленные концентраторы и устройства, содержащие концентраторы. Функциями являются устройства, подключенные к корневому или общему концентратору.



Рис. 15.3. В компьютере может использоваться несколько концентраторов USB для подключения различных периферийных устройств, причем любое устройство можно подсоединить к любому концентратору

Примечание

Концентратор USB 1.1 поддерживает как высокоскоростную (12 Мбит/с), так и низкоскоростную (1,5 Мбит/с) передачу данных. Концентратор USB 2.0 поддерживает три скорости: собственную (480 Мбит/с), а также 12 Мбит/с и 1,5 Мбит/с USB 1.1.

Максимальная длина кабеля между двумя высокоскоростными устройствами (USB 2.0 480 Мбит/с), USB 2.0 и USB 1.1 (работающим на предельной скорости 12 Мбит/с) или таким устройством и концентратором — пять метров. В кабеле используется экранированная витая пара (толщина провода — 20 единиц). Максимальная длина кабеля для низкоскоростных (1,5 Мбит/с) устройств при использовании нескрученной пары проводов — три метра (табл. 15.5).

Скорость передачи данных, поддерживаемая стандартом USB 1.1, меньше, чем при передаче данных по FireWire или SCSI, но несмотря на это такой скорости вполне достаточно для подключения периферийных устройств. Интерфейс USB 2.0 работает примерно в 40 раз быстрее, чем USB 1.1; скорость передачи данных достигает 480 Мбит/с (или 60 Мбайт/с).

Такая скорость подходит для внешних дисков, флэш-карт, фотопринтеров и сканеров. За редким исключением практически все современные материнские платы и карты расширения поддерживают стандарт USB 2.0. Обособленные концентраторы также, как правило, совместимы со стандартом USB 2.0, однако на рынке все еще можно встретить и концентраторы USB 1.1. Одним из свойств USB 2.0 является возможность выполнения параллельных операций, что позволяет устройствам USB 1.1 передавать данные одновременно, не переполняя канал шины USB.

Таблица 15.5. Зависимость максимальной длины кабеля от удельного сопротивления проводов

Толщина, единиц	Удельное сопротивление, Ом/м	Длина (макс.), м
28	0,232	0,81
26	0,145	1,31
24	0,091	2,08
22	0,057	3,33
20	0,036	5,00

Семейство спецификаций USB (USB 1.1, USB 2.0 и USB On-the-Go) содержит несколько типов разъемов. Изначально были определены четыре типа разъемов (штепселей) USB — А и В, Mini-A и Mini-B. Разъем типа А используется для организации входящего потока данных между устройством и портом/концентратором USB. Порты USB, имеющиеся в системных платах и концентраторах, обычно относятся к типу А. Разъемы типа В разработаны для передачи нисходящего потока данных к устройству с отсоединяемыми кабелями. Мини-разъемы являются просто уменьшенной версией стандартных разъемов, имеющей физически меньший формфактор. Ими оснащаются малогабаритные устройства, такие как цифровые фотокамеры, карманные компьютеры и проигрыватели мультимедиа. Для устройств USB On-the-Go был разработан специальный разъем Mini-AB, что позволяет им обслуживать входящий и нисходящий потоки по отношению к другому устройству.

В апреле 2006 года семью разъемов USB дополнили Micro-B и Micro-AB, а в мае 2007 года Mini-A и Mini-AB были удалены из списка поддерживаемых. Таким образом, по состоянию на середину 2007 года в число поддерживаемых разъемов входят следующие: тип А, тип В, Mini-B, Micro-B и MicroAB (последний используется только в устройствах On-the-Go).

Разъемы USB совсем небольшие (особенно мини- и микроразъемы), что выгодно отличает их от последовательных и параллельных кабелей, которые, кроме всего прочего, приходится прикреплять винтами или держателями. У разъема USB нет контактов, которые могут погнуться или сломаться, поэтому надежность разъема очень высока. Внешний вид разъемов и портов USB представлен на рис. 15.4.

Обратите внимание, что гнездо Mini-AB характеризуется двойным назначением, т.е. поддерживает как разъем Mini-A, так и разъем Mini-B. Аналогично гнездо Micro-AB поддерживает Micro-A и Micro-B. Новые мини- и микроразъемы и гнезда имеют внутри соединителей пластиковые элементы, цветовая маркировка которых приведена в табл. 15.6.

Таблица 15.6. Цветовая маркировка штекеров и гнезд USB типа Mini-A/B

Гнездо/штекер	Цвет
Гнездо Mini-A	Белый
Штекер Mini-A и Micro-A	Белый
Гнездо Mini-B и Micro-B	Черный
Штекер Mini-B и Micro-B	Черный
Гнездо Mini-AB и Micro-AB	Серый

В табл. 15.7 и 15.8 представлены схемы расположения выводов для разъемов и кабелей USB. В большинстве систем присутствует одна или две пары разъемов типа А на задней панели системного блока. Кроме того, у некоторых компьютеров есть одна или две пары разъемов на передней панели для удобства подключения переносных устройств.

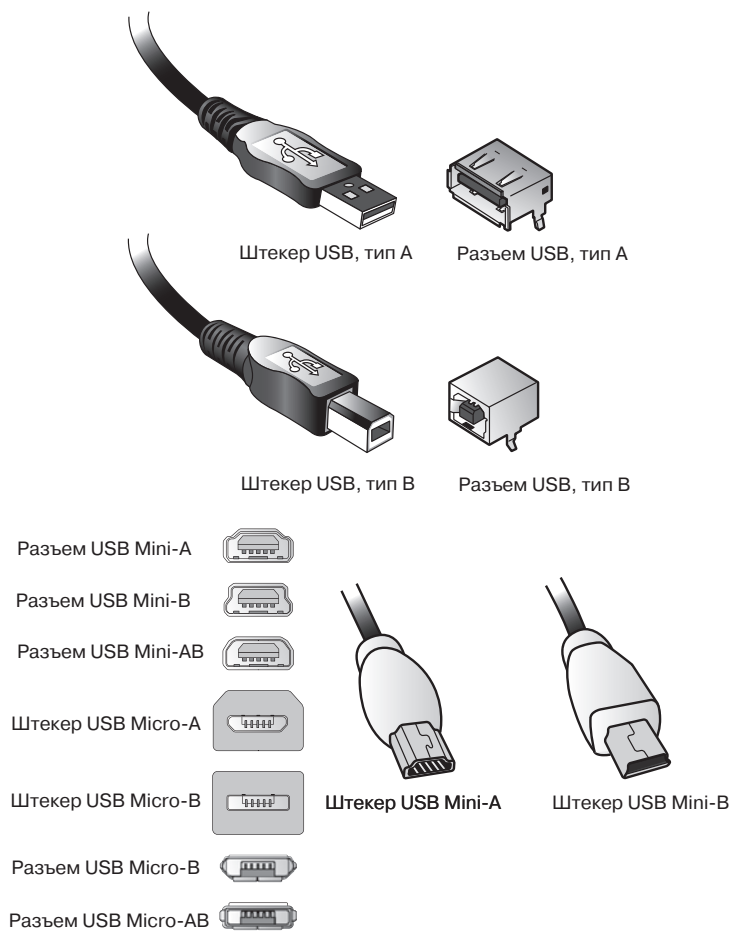


Рис. 15.4. Разъемы и гнезда USB

Таблица 15.7. Схема расположения выводов в разьеме USB серии A/B

Контакт	Сигнал	Цвет	Примечание
1	VBUS	Красный	Кабель питания
2	Данные (-)	Белый	Передача данных
3	Данные (+)	Зеленый	Передача данных
4	Общий	Черный	Заземление кабеля
Оболочка	Экран	Нет	Фильтр

Таблица 15.8. Схема расположения выводов в разьеме USB типа Mini-AB и Micro-AB

Контакт	Сигнал	Цвет	Примечание
1	VBUS	Красный	Кабель питания
2	Данные (-)	Белый	Передача данных
3	Данные (+)	Зеленый	Передача данных
4	Идентификатор		Идентификация разъемов A/B1
4	Общий	Черный	Заземление кабеля
Оболочка	Экран	Нет	Фильтр

1. Используется устройством для различения разъемов Mini-A и Mini-B. Идентификатор подключен к общему выводу в разьеме Mini-A и Micro-A и не подключен (открыт) в Mini-B и Micro-B.

Устройства USB удовлетворяют требованиям технологии Plug and Play компании Intel, в том числе требованию “горячего” подключения, при котором они могут подсоединяться к компьютеру без выключения питания и перезагрузки системы. Нужно просто подключить устройство, после чего контроллер USB, установленный в компьютере, самостоятельно его обнаружит, а также добавит необходимые для работы ресурсы и драйверы.

Операционные системы Windows 95B и 95C обеспечивают весьма ограниченную поддержку стандарта USB 1.1; необходимые драйверы не входят в состав изначальных версий Windows 95 и 95A. В Windows 95B драйверы USB не устанавливаются автоматически и поставляются отдельно, хотя в последней версии — Windows 95C — обеспечена встроенная поддержка USB. Большинство устройств USB не будут работать с любой версией Windows 95, даже несмотря на установленные драйверы поддержки USB.

Операционная система Windows 98 и более поздние версии имеют встроенную поддержку стандарта USB 1.1. Тем не менее для поддержки USB 2.0 требуются дополнительные драйверы, которые, как правило, можно загрузить с помощью сервисной программы обновления Windows (Windows Update). Windows Vista, естественно, поддерживает стандарт USB 2.0.

Поддержка универсальной последовательной шины необходима и в BIOS для таких устройств, как клавиатура и мышь. Такая поддержка содержится во всех новых системах, имеющих встроенные порты USB. Существуют также платы USB, с помощью которых можно добавить возможности универсальной последовательной шины в уже существующие компьютеры. К USB можно подключить такие периферийные устройства, как модемы, телефоны, сканеры, клавиатуры и устройства управления указателем (мышь).

Благодаря устройствам USB осуществляется самоопределение периферийного оборудования, что значительно упрощает его установку. Это означает, что не нужно устанавливать уникальные адреса для каждого периферийного устройства — USB делает это автоматически. Причем при подключении или отключении устройств USB не нужно выключать компьютер или перезагружать систему. Тем не менее для предотвращения потери данных при использовании накопителей и запоминающих устройств USB следует обратиться к значку **Безопасное извлечение устройства**, находящемуся в области уведомлений Windows. Щелкните мышью на имени устройства, выберите команду **Остановить**, а затем щелкните на кнопке **ОК**. Подождите, пока система не определит, что устройство прекратило работу, после чего отсоедините его от компьютера.

Примечание

Несмотря на то что все устройства USB поддерживают технологию Plug and Play и “горячее” подключение, для некоторых из них необходимо устанавливать драйверы. Если в документации к устройству указано, что драйвер должен быть установлен первым, обязательно выполните эту операцию, в противном случае система не сможет распознать устройство. Даже если драйверы входят в комплект поставки устройства, рекомендуется всегда сразу же проверять наличие обновлений на сайте производителя.

Включение поддержки USB

Многие компьютеры, выпущенные еще до того, как в середине 1998 года была представлена система Windows 98, содержат заблокированные встроенные порты USB. Следует заметить, что по внешнему виду компьютера нельзя определить, какие из систем имеют встроенную поддержку USB. В частности, это касается системных плат формфактора Baby-AT. Связано это с тем, что данные системы не были оснащены кабельными разъемами USB, необходимыми для вывода соединителей корневого концентратора USB из системной платы на заднюю панель системного блока.

В том случае, если поддержка USB в базовой системе ввода-вывода отключена, перезапустите компьютер, откройте соответствующий экран настроек BIOS и установите необходимые параметры USB. Задайте при необходимости прерывания USB. После перезапуска компьютера, который уже “знает” о существовании USB, операционная система распознает корневой концентратор USB. Если используется Windows 98 или более новая операционная система,

драйверы USB будут установлены автоматически; в Windows 95 это придется сделать вручную. Драйверы USB 2.0 не входят в изначальную версию Windows XP, но доступны через обновление системы или установку пакета обновлений SP2. Платы расширения USB могут включать в комплект поставки собственные драйверы, которые следует установить.

“Обнаруженные” порты USB могут быть использованы сразу же после инсталляции драйверов и перезагрузки компьютера (конечно, при наличии соответствующих разъемов USB). В том случае, если системная плата не оснащена разъемами USB, следует приобрести соответствующие кабельные разъемы. Не забудьте перед этим проверить конфигурацию выводов разъема USB на системной плате. Стандартным является расположение в два ряда по пять контактов. Кабельные разъемы, совместимые со стандартными монтажными колодками USB, поставляются компаниями Belkin, CyberGuys и Cables To Go. Типичный комплект кабельных разъемов USB показан на рис. 15.5.

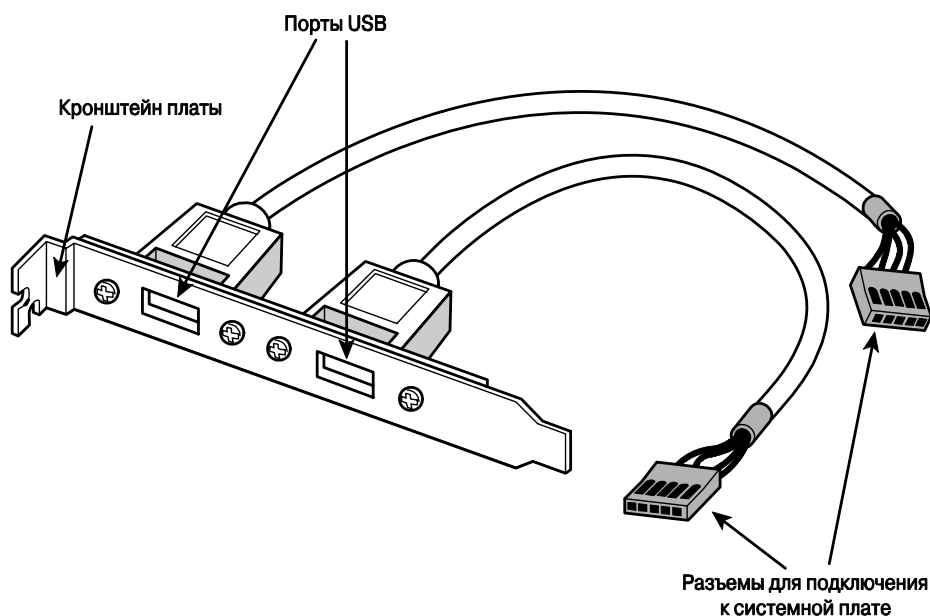


Рис. 15.5. Набор кабельных разъемов USB, используемый для подключения устройств ко встроенным портам USB системной платы

Несомненным достоинством интерфейса типа USB является то, что для обслуживания всех устройств универсальной последовательной шины требуется всего одно прерывание. Это означает, что можно присоединить 127 устройств, и все они будут использовать одно прерывание. В современных ПК так часто не хватает свободных адресов прерываний, что это, пожалуй, самое ценное достоинство USB.

Интерфейс USB может быть адаптирован к периферийным устройствам более ранних версий. Подробную информацию по этому вопросу можно найти в разделе “Адаптеры USB”, приведенном далее.

USB 2.0/Hi-Speed USB

Спецификация USB 2.0 обратно совместима с USB 1.1 и использует те же кабели, разъемы и программное обеспечение, но работает в 40 раз быстрее оригинальной спецификации версий 1.0 и 1.1. Такое повышение производительности позволяет использовать более современные периферийные устройства — камеры для видеоконференций, сканеры, принтеры, устрой-

ства хранения данных. Для конечного пользователя USB 2.0 ничем не отличается от 1.1, за исключением производительности. Все существующие устройства USB 1.1 работают с шиной USB 2.0, так как этот стандарт поддерживает и более медленные соединения. Сравнительные значения производительности разных версий USB приведены в табл. 15.9.

Таблица 15.9. Скорость передачи данных различных версий USB

Интерфейс	Мбит/с	Мбайт/с
USB 1.1 (низкая скорость)	1,5	0,1875
USB 1.1 (высокая скорость)	12	1,5
USB 2.0	480	60

Если в системе или на материнской плате имеются порты USB 2.0 (Hi-Speed USB), необходимо обеспечить поддержку USB 2.0 в системной BIOS и установить соответствующий драйвер. В противном случае быстрое действие портов USB 2.0 будет равнозначно быстродействию USB 1.1.

Для работы с высокопроизводительными устройствами USB 2.0 необходим концентратор, поддерживающий эту же версию спецификации USB. Можно использовать старый концентратор USB 1.1, но повышения производительности устройств USB 2.0 достичь не удастся (максимальная скорость передачи данных будет ограничена 1,5 Мбайт/с). Устройства, подключенные к концентратору USB 2.0, будут работать на своей максимальной скорости — до 60 Мбайт/с для USB 2.0 и до 1,5 Мбайт/с для USB 1.1.

Концентратор USB 2.0 обслуживает высокоскоростные транзакции на частоте USB 2.0 и может доставлять их к периферийным устройствам USB 2.0 и USB 1.1. Для одновременной совместной работы устройств USB 2.0 и 1.1, подключенных к высокопроизводительному концентратору USB 2.0, используется сложная система буферизации входящих данных. Таким образом, каждое устройство будет работать на максимально возможной скорости. При взаимодействии с подключенным периферийным устройством USB 2.0 концентратор просто повторяет высокоскоростные сигналы; в то же время при обработке данных, передаваемых к устройству USB 1.1 и от него, концентратор буферизирует транзакцию и уменьшает скорость передачи данных от высокоскоростного хост-контроллера 2.0 (в ПК) к устройству USB 1.1 с помощью компонента, называемого *преобразователем транзакций* (ТТ). Таким образом, устройства USB 1.1 могут одновременно работать с периферийными устройствами стандарта USB 2.0, что не отразится существенно на пропускной способности сети. Устройства и концентраторы USB 2.0 были представлены ведущими производителями и в настоящее время получили самое широкое распространение. Некоторые производители плат расширения USB 2.0 оснащают платы как внутренними, так и внешними портами USB.

Примечание

Если в концентраторе для всех портов используется всего один преобразователь транзакций, производительность USB 1.1 уменьшается. Высокую производительность обеспечивают только концентраторы, в которых для каждого порта USB существует отдельный преобразователь; разумеется, такие концентраторы и стоят дороже.

Как определить поддержку устройством конкретного стандарта USB? В конце 2000 года организация USB Implementer's Forum (USB-IF), которая является владельцем и разработчиком стандартов USB, представила новые логотипы для изделий, прошедших сертификационные испытания. Эти логотипы (USB, USB OTG и Wireless USB) наносятся на упаковку изделий, прошедших сертификацию.

Стандарт USB On-The-Go

В декабре 2001 года USB-IF выпустила дополнение к стандарту USB 2.0, получившее название USB On-The-Go (или USB OTG, или просто OTG). Стандарт был разработан для того, чтобы устранить один из основных недостатков USB — обязательное наличие ПК для переда-

чи данных между двумя внешними устройствами. Другими словами, невозможно было подключить две цифровые камеры одну к другой и перемещать между ними изображения без компьютера, выступающего в качестве “дирижера” передачи данных. Соответствующие устройства USB On-The-Go все равно можно подсоединять к ПК, а при прямом подключении к другим устройствам пользователь получает ряд новых возможностей.

Хотя стандарт USB On-The-Go и совместим с периферийными устройствами ПК, основной сферой его применения является бытовая электроника. Такие устройства, как цифровые видеомагнитофоны, теперь можно подключать к другим видеомагнитофонам для передачи записанных фильмов или клипов; с одного карманного компьютера пользователь сможет передать данные на другой и т.д. Это расширило область применения стандарта USB на сектор рынка потребительской электроники.

Текущая версия USB OTG 1.3 увидела свет в декабре 2006 года. Она включала в себя некоторые изменения, в том числе поддержку микропортов, заменившие собой мини-порты предыдущих версий. Уменьшив формфактор портов, спецификация USB OTG сделала возможным применение этой технологии в более компактных устройствах.

Беспроводной интерфейс USB

С расширением стандарта USB и постоянным ростом популярности беспроводных устройств создание беспроводной версии USB было только вопросом времени. В настоящее время существует два конкурирующих подхода, каждый из которых использует свою технологию ультраширокополосной радиосвязи.

- CableFree USB
- Certified Wireless USB

Технология CableFree USB была разработана в компании FreeScale Semiconductor; в ней используется прямая сигнальная последовательность UWB-DS, разработанная UWB Forum. Эта технология была практически проигнорирована производителями; самым большим достижением стал беспроводной концентратор, представленный в 2006 году компанией Belkin.

Спецификация Certified Wireless USB была анонсирована в 2004 году USB-IF, а в мае 2005 года вышла первая ее версия (1.0). С тех пор спецификация претерпела только незначительные изменения. В данном случае используется сверхширокополосная технология Wi-Media MB-OFDM, разработанная компанией WiMedia Alliance (www.wimedia.org). В этой технологии ведется вещание в диапазоне частот от 3,1 до 10,6 ГГц. Использование частот, превышающих 2,4 ГГц, исключает взаимную интерференцию с популярным стандартом беспроводных сетей 801.11. Разделяя этот диапазон частот на каналы шириной 528 МГц, UWB может работать в разных странах, имеющих свою регуляторную политику распределения частот для беспроводных соединений.

Стандарт Certified Wireless USB поддерживает скорость передачи данных до 480 Мбит/с (как и USB 2.0) и передачу сигнала на расстояние до десяти метров. Первые продукты, поддерживающие этот стандарт, появились на рынке в 2007 году. Кстати, компания Belkin, представившая один из первых концентраторов с технологией CableFree, выпустила и первый концентратор Certified Wireless USB.

Оба стандарта беспроводного интерфейса USB требуют от пользователя ассоциирования подключенных устройств друг с другом с помощью программируемых ключей или однократного кабельного соединения, что обеспечивает защищенное соединение между устройствами.

Адаптеры USB

Если у вас есть несколько устройств, а системная плата поддерживает последнюю версию спецификации USB, можно приобрести специальные адаптеры-преобразователи. Существуют следующие типы таких адаптеров.

- USB-параллельный порт (принтер)
- USB-последовательный порт
- USB-SCSI
- USB-Ethernet
- USB-клавиатура/мышь
- USB-TV/video

Адаптеры представляют собой кабель, на одном конце которого находится разъем USB (подключаемый к соответствующему порту USB), а на другом — интерфейсный разъем иного типа. В некоторых случаях стандартный кабель USB и кабель устройства подключаются к автономному адаптеру.

Рассмотрим эти устройства подробнее. Если модуль представляет собой однокомпонентное устройство, активные электронные схемы собираются вместе с кабелем в корпусе модуля либо монтируются на одном из концов кабеля. Электронные схемы, питание к которым подается по шине USB, преобразуют поступающие сигналы в сигналы, соответствующие интерфейсу второго устройства. Если у вас нет возможности установить плату базового адаптера, использовать устройство с помощью порта USB намного лучше, чем вообще отложить его в сторону. Например, адаптер USB-to-Ethernet позволяет подключать компьютер к широкополосным Интернет-устройствам, таким как кабельный или DSL-модем.

Тем не менее подобные адаптеры имеют ряд недостатков. К примеру, преобразователь USB-to-Parallel работает только с принтерами и не подходит для подключения сканеров, цифровых фотоаппаратов, внешних накопителей и других устройств с интерфейсом параллельного порта. Поэтому, приобретая адаптер, убедитесь, что он подходит к тому или иному устройству. В случае если необходимо использовать несколько различных устройств, позаботьтесь о приобретении специальных концентраторов USB, которые содержат порты различных типов. Такие концентраторы иногда называют *многофункциональными концентраторами USB, репликаторами USB-портов* или *установочными станциями USB*. Их стоимость значительно выше, чем у концентраторов, содержащих только порты USB, но в то же время гораздо ниже общей стоимости концентратора USB и двух или более адаптеров USB.

Для подключения двух компьютеров обратите внимание на адаптер прямого соединения USB. С помощью этого типа устройств можно создать USB-сеть, что пригодится любителям сетевых игр для двоих игроков, когда каждый из них использует собственную систему. Кроме того, такой тип соединения обеспечивает более высокую скорость передачи данных, чем прямое параллельное соединение. Также существуют специальные контроллеры USB, позволяющие периферийному устройству использовать две и более USB-шины. Как прямое соединение, так и контроллеры USB технически не определены в официальной спецификации USB, хотя все равно имеют право на существование.

IEEE 1394 (FireWire или i.Link)

В конце 1995 года отдел стандартов Института инженеров по электротехнике и электронике опубликовал стандарт IEEE 1394 (или сокращенно — 1394). Эти цифры — порядковый номер нового стандарта, который явился результатом обширных исследований в области мультимедийных устройств. Его основное преимущество заключается в высокой скорости передачи данных. Сегодня скорость передачи, поддерживаемая этим стандартом, достигает 400 Мбит/с.

Стандарты 1394

Текущая версия стандарта 1394 получила название 1394a (иногда ее называют по году опубликования стандарта — 1394a-2000). Стандарт 1394a предназначен для решения проблем, присущих оригинальной версии стандарта 1394 и связанных с совместимостью и многофункциональностью. В этом стандарте используются те же разъемы и поддерживаются те же скорости передач, что и в оригинальном стандарте 1394.

Первые устройства, поддерживающие стандарт 1394b, были представлены в начале 2003 года. Первоначальная версия данного стандарта поддерживает скорость передачи данных, равную 800 Мбит/с; быстродействие будущих версий этого стандарта смогут достичь 3200 Мбит/с. Стандарт 1394b будет поддерживать более высокие скорости, чем существующие в настоящее время стандарты 1394 и 1394a. Это связано с внедрением новых сетевых технологий, в частности стеклянного и пластикового волоконно-оптических кабелей и кабеля UTP 5-й категории, а также с увеличением возможного расстояния между устройствами, использующими кабельное соединение 5-й категории, и улучшением принципа передачи сигналов. Стандарт 1394b будет обратно совместим с устройствами 1394a.

Стандарт 1394 также известен под двумя другими именами: *i.Link* и *FireWire*. Первое название используется компанией Sony и является попыткой сделать этот стандарт более “дружественным” для конечных пользователей. Многие компании, занимающиеся производством устройств 1394 для ПК, поддержали инициативу Sony. Термин “FireWire” является зарегистрированной торговой маркой компании Apple. Несмотря на это в мае 2002 года компания Apple и организация 1394 Trade Association приняли соглашение, позволяющее производителям и дилерам, входящим в ассоциацию, получать бесплатные лицензии торговой марки FireWire на разработку устройств, соответствующих стандарту 1394. При этом устройства должны предварительно пройти ряд специальных тестов. В компании Apple термин “FireWire” продолжает использоваться в качестве рыночного названия устройств IEEE 1394. Например, “FireWire 400” относится к IEEE 1394a-совместимой продукции, а термин “FireWire 800” используется для обозначения устройств, отвечающих требованиям стандарта IEEE 1394b.

Технические характеристики 1394a

Высокоскоростная локальная последовательная шина FireWire способна передавать данные со скоростями 100, 200 и 400 Мбит/с (12,5, 25 и 50 Мбайт/с). Большинство адаптеров ПК поддерживает скорость 400 Мбит/с (50 Мбайт/с), хотя скорость современных устройств может отличаться от этой. К одному внутреннему адаптеру IEEE 1394 можно одновременно подключить до 63 устройств, которые размещаются по разветвленной цепочке или подключаются к единому шлейфу, не требуя отдельного концентратора, хотя он и рекомендован для устройств, которые будут отключаться/подключаться в оперативном режиме. Кабель устройств IEEE 1394 заимствован у игровой системы Nintendo GameBoy и состоит из шести проводов: по четырем передаются данные, а по двум — электропитание. Подключение к системной плате осуществляется с помощью выделенного интерфейса IEEE 1394 или платы PCI. На рис. 15.6 показаны кабель, гнездо и разъем IEEE 1394/1394a.

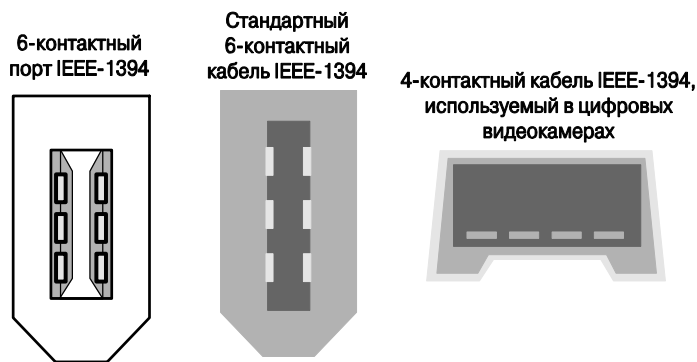


Рис. 15.6. Кабель, разъемы и соединитель шины IEEE 1394

Шина данных 1394 создана на основе шины FireWire, изначально разработанной компаниями Apple и Texas Instruments. Эта шина использует простой 6-проводный кабель, состоящий из

двух пар линий, предназначенных для передачи тактовых импульсов и информации, а также двух линий питания. Как и USB, IEEE 1394 полностью поддерживает технологию Plug and Play, включая возможность “горячего” подключения (установка и извлечение компонентов без отключения питания системы). По структуре шина 1394 не так сложна, как параллельная шина SCSI, и устройства, подключаемые к ней, могут потреблять от нее ток до 1,5 А.

Шина 1394 построена на разветвляющейся топологии и позволяет использовать до 63 узлов в цепочке и подсоединять при этом к каждому узлу до 16 устройств. Если этого недостаточно, можно дополнительно подключить до 1023 шинных переключателей, которые могут соединять более 64 тысяч узлов. Кроме того, шина 1394 может поддерживать устройства, работающие на разных скоростях передачи данных, как и SCSI. Большинство адаптеров 1394 имеют три узла, каждый из которых поддерживает 16 устройств.

Подключить к компьютеру через шину 1394 можно практически все устройства, которые могут работать со SCSI. Сюда входят все виды дисковых накопителей, включая жесткие, оптические, CD- и DVD-ROM. К шине 1394 могут подключаться цифровые видеокамеры, устройства с записью на магнитную ленту и многие другие высокоскоростные периферийные устройства. Шина 1394 используется в некоторых настольных и портативных компьютерах в качестве замены или дополнения внешних высокоскоростных шин данных, таких как USB.

В настоящее время наборы микросхем системной логики, поддерживающие шину 1394, уже предлагаются производителями. Появились адаптеры PCI, позволяющие добавить поддержку 1394 в существующие компьютеры. Поддержка работы с этой шиной встроена в Windows 9x и более поздние версии системы. В настоящее время шина 1394 получила наиболее широкое распространение в области цифровых видеоустройств (камеры, видеомагнитофоны и т.д.). Подобные устройства выпускают компании Sony, Panasonic, Sharp, Matsushita и др. Компания Sony не стала отступать от своих традиций и выпустила уникальный четырехконтактный разъем, который можно подключить к плате расширения IEEE 1394 только с помощью специального адаптера. Кроме того, Sony использует собственное название стандарта — i.Link. Наряду с цифровыми видеоустройствами стали появляться устройства обработки видеоданных. Среди некомпьютерных приложений стандарта IEEE 1394 — устройства видеоконференций, обработки потоков аудио- и видеоданных, получаемых со спутника, синтезаторы, DVD и прочие высокоскоростные устройства.

Цифровое видео и периферийные устройства IEEE 1394 становятся все более взаимосвязанными, поэтому многие адаптеры FireWire поставляются в комплекте с программным обеспечением по захвату и монтажу видео. Цифровая видеокамера или видеозаписывающее оборудование позволяет превратить ПК в настоящий центр монтажа фильмов и видеоклипов. Для этого, разумеется, нужна поддержка портов ввода-вывода IEEE 1394, реализация которых в системных платах встречается довольно редко.

Технические характеристики 1394b

Спецификация IEEE 1394b является вторым поколением стандарта 1394. Первые устройства, соответствующие стандарту IEEE 1394b (высокопроизводительные внешние накопители на жестких дисках), были представлены в январе 2003 года. В этом стандарте определены два новых 9-жильных кабеля и соответствующие 9-контактные разъемы, обеспечивающие передачу данных по медному или оптоволоконному кабелю со скоростью 800–3200 Мбит/с. Кроме того, в стандарт 1394b включены другие новые возможности, позволяющие еще больше увеличить скорость передачи данных.

- **Самовосстанавливающиеся контуры.** При неправильном подключении устройств 1394b, которое приводит к образованию логической петли, интерфейс выполняет автоматическую коррекцию. Аналогичное подключение устройств 1394a делало их дальнейшую работу невозможной и требовало правильного подключения кабеля.

- **Постоянный вдвоенный симплекс.** При использовании вдвоенных пар проводов каждая пара передает данные “своему” устройству, поэтому скорость передачи данных остается постоянной.
- **Поддержка волоконно-оптического кабеля и сетевого кабеля CAT5,** а также стандартного медного кабеля 1394a и 1394b.
- **Улучшенная схема разрешения конфликтов между сигналами,** которая позволяет повысить производительность и длину используемого кабеля.
- **Поддержка сетевого кабеля CAT5,** несмотря на то что пары контактов 1–2 и 7–8 используются только для повышения надежности. Это позволяет обойтись без пересекающихся кабелей.

Примечание

Система Windows Vista в своей изначальной форме не имеет поддержки стандарта IEEE 1394b. В некоторых случаях можно временно обойтись драйверами, предназначенными для Windows XP, пока компания Microsoft не выпустит соответствующие драйверы для Vista.

В первых версиях стандарта IEEE 1394b используется новый 9-жильный интерфейс, содержащий две пары сигнальных проводов. Несмотря на это были созданы две различные версии порта 1394b, которые обеспечивают возможность подключения 1394a-совместимых устройств к порту 1394b:

- бета-версия;
- двухстандартная версия.

Разъемы бета-версии используются только с устройствами 1394b, тогда как двухстандартная версия поддерживает разъемы обоих типов (т.е. 1394a и 1394b). Разъемы и кабели имеют одинаковые схемы расположения выводов, но отличаются формой и положением ключей (рис. 15.7).

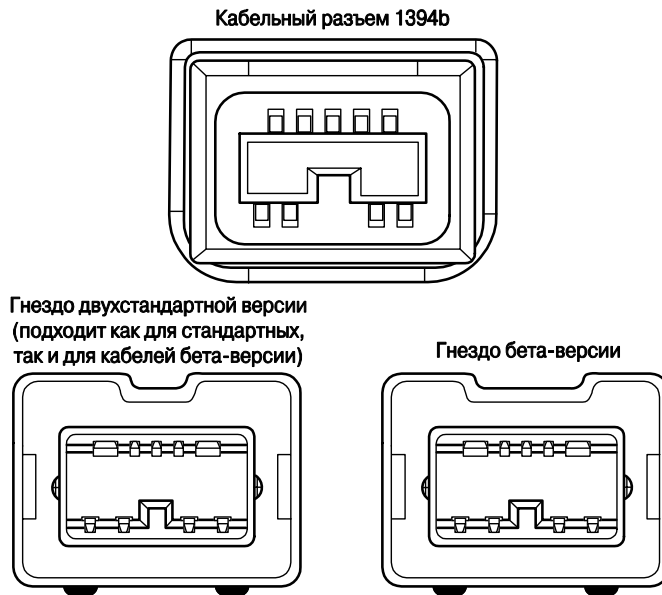


Рис. 15.7. Двухстандартные кабели, бета-кабели и разъемы 1394b. В устройствах 1394b часто используются разъемы обеих версий

Обратите внимание, что двухстандартные кабели и разъемы имеют более узкие пазы, чем кабели и разъемы бета-версии, что предотвращает случайное подключение кабелей, предназначенных для устройств 1394а, к бета-разъемам. На рис. 15.8 показаны различные типы кабелей.

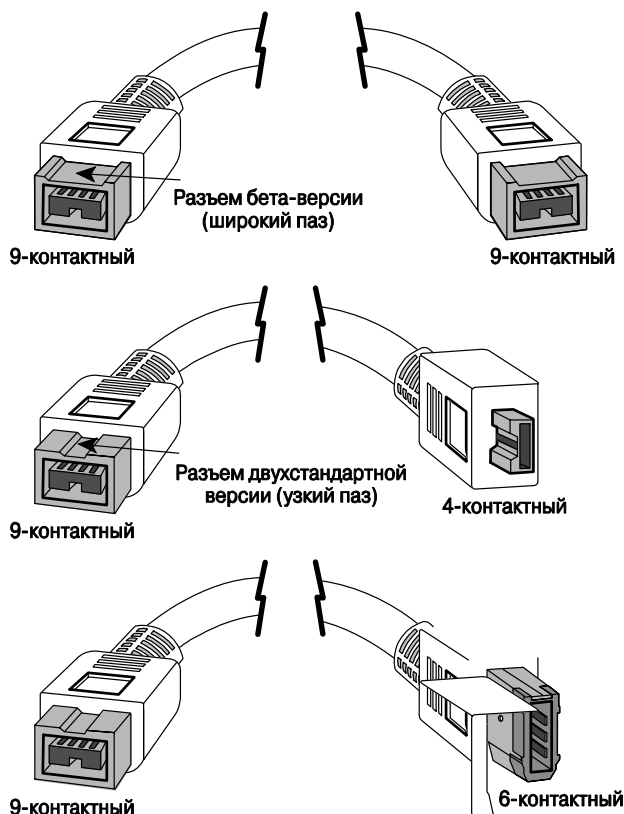


Рис. 15.8. Кабель бета-версии с 9-контактными разъемами (вверху) и двухстандартные кабели с 4-контактным (в центре) и 6-контактным (внизу) разъемами

Последовательные порты

Последовательный асинхронный интерфейс изначально создавался для обеспечения взаимодействия между системами. Под *асинхронностью* понимается отсутствие сигнала синхронизации или тактовой частоты; таким образом, символы могут пересылаться по этому интерфейсу без какой-либо привязки ко времени.

Каждому символу, передаваемому через последовательное соединение, должен предшествовать стандартный стартовый сигнал, а завершать его передачу должен стоповый сигнал. Стартовый сигнал — это нулевой бит, называемый *стартовым битом*. Он должен сообщить принимающему устройству о том, что следующие 8 бит представляют собой байт данных. После символа передаются один или два *стоповых бита*, сигнализирующих об окончании передачи символа. В принимающем устройстве символы распознаются по появлению стартовых и стоповых сигналов, а не по моменту их передачи. Асинхронный интерфейс ориентирован на передачу символов (байтов), при этом примерно 20% информации используется только для идентификации каждого символа.

Термин *последовательный* означает, что передача данных осуществляется по одиночному проводнику, а биты при этом передаются последовательно, один за другим. Такой тип

связи характерен для телефонной сети, в которой каждое направление обслуживает один проводник.

Расположение последовательных портов

Типичные системы включают в себя один или два последовательных порта, располагаемых обычно на задней панели системного блока. Существуют также компьютеры, созданные с учетом потребительских требований, содержащие последовательный порт цифровой камеры, расположенный на передней панели. Этот порт применяется для передачи данных из цифровых камер низшего класса. В современных конструкциях системных плат для управления встроенными последовательными портами этого типа используется высокоинтегрированная микросхема южного моста.

Для того чтобы увеличить количество последовательных портов, имеющихся в стандартной системе, следует приобрести *многопортовую плату ввода-вывода*, содержащую один или два последовательных, а также один или два параллельных порта.

Обратите внимание на то, что модемы, размещенные на платах, также включают в себя встроенный последовательный порт. На рис. 15.9 показан стандартный 9-контактный разъем, используемый многими современными внешними последовательными портами, а на рис. 15.10 — первоначальная версия стандартного 25-контактного разъема.

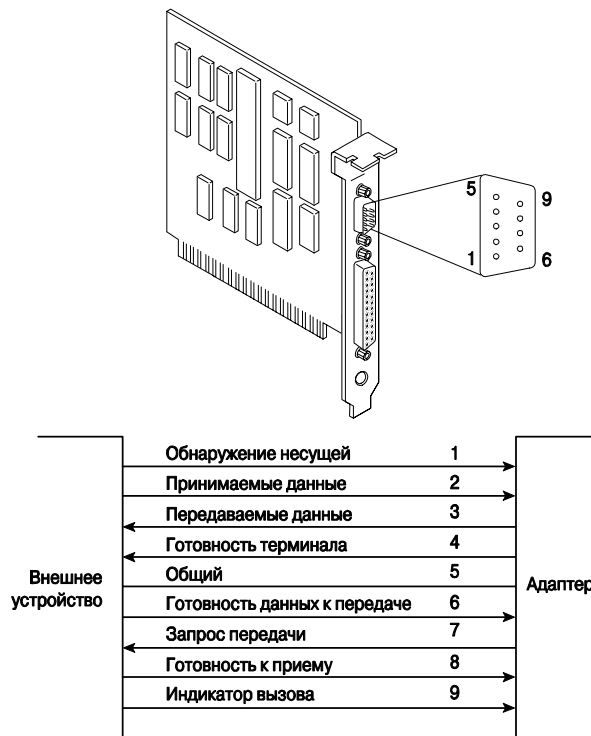
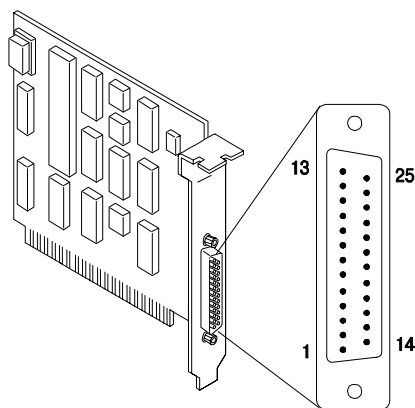


Рис. 15.9. 9-контактный разъем последовательного порта типа AT

К последовательным портам можно подключить разнообразные устройства: модемы, плоттеры, принтеры, сканеры, другие компьютеры, устройства считывания штрих-кода и схему управления устройствами. Сегодня многие устройства, изначально использовавшие для подключения к компьютеру последовательный порт, перешли на интерфейс USB, однако это относится не ко всем моделям.



	Корпус	1	
	← Передаваемые данные	2	
	Принимаемые данные	3	→
	← Запрос передачи	4	
	Готовность к приему	5	→
	Готовность данных к передаче	6	→
	Общий	7	
	Обнаружение несущего сигнала	8	→
	← Токовый выход передатчика (+)	9	
	Корпус	10	
	← Токовый выход передатчика (-)	11	
	Корпус	12	
Внешнее устройство	Корпус	13	Асинхронный последовательный порт (RS-232C)
	Корпус	14	
	Корпус	15	
	Корпус	16	
	Корпус	17	
	→ Токовый вход приемника (+)	18	
	Корпус	19	
	← Готовность терминала	20	
	Корпус	21	
	→ Индикатор вызова	22	
Корпус	23		
Корпус	24		
	→ Токовый вход приемника (-)	25	

Рис. 15.10. Стандартный 25-контактный разъем последовательного порта

В официальных технических требованиях спецификации RS-232 рекомендуется максимальная длина кабеля не более 15 м. Ограничивающим фактором является полная емкость кабеля и входных контуров интерфейса. Максимальная емкость определена на уровне 2500 пФ. Специально разработаны кабели с малой емкостью, их длина может достигать 150 м и больше. Есть также усилители/повторители, которые позволяют еще больше увеличить длину кабеля. Назначения выводов разъемов последовательных портов приведены в табл. 15.10 и 15.11, а соответствие выводов между 9- и 25-контактными разъемами — в табл. 15.12.

Таблица 15.10. Назначение выводов 9-контактного (AT) разъема последовательного порта

Вывод	Сигнал	Назначение	Тип вывода
1	CD	Обнаружение несущего сигнала	Вход
2	RD	Принимаемые данные	Вход
3	TD	Передаваемые данные	Выход
4	DTR	Готовность терминала	Выход
5	SG	Общий сигнал	---
6	DSR	Готовность данных к передаче	Вход
7	RTS	Запрос передачи	Выход
8	CTS	Готовность внешнего устройства к приему	Вход
9	RI	Индикатор вызова	Вход

Таблица 15.11. Назначение выводов 25-контактного (PC, XT и PS/2) разъема последовательного порта

Вывод	Сигнал	Назначение	Тип вывода
1	---	Корпус	---
2	TD	Передаваемые данные	Выход
3	RD	Принимаемые данные	Вход
4	RTS	Запрос передачи	Выход
5	CTS	Готовность внешнего устройства к приему	Вход
6	DSR	Готовность данных к передаче	Вход
7	SG	Общий сигнал	---
8	CD	Обнаружение несущего сигнала	Вход
9	---	Токовый выход передатчика (+)	Выход
11	---	Токовый выход передатчика (-)	Выход
18	---	Токовый вход приемника (+)	Вход
20	DTR	Готовность терминала	Выход
22	RI	Индикатор вызова	Вход
25	---	Токовый вход приемника (-)	Вход

Таблица 15.12. Соответствие выводов между 9- и 25-контактным разъемами

9-контактный разъем	25-контактный разъем	Сигнал	Назначение
1	8	CD	Обнаружение несущего сигнала
2	3	RD	Принимаемые данные
3	2	TD	Передаваемые данные
4	20	DTR	Готовность терминала
5	7	SG	Общий сигнал
6	6	DSR	Готовность данных к передаче
7	4	RTS	Запрос передачи
8	5	CTS	Готовность внешнего устройства к приему
9	22	RI	Индикатор вызова

Примечание

В старых системах Macintosh используется аналогичный последовательный интерфейс, называемый RS-422. Большинство современных внешних модемов могут взаимодействовать как с RS-232, так и с RS-422, но лучше убедиться, что внешний модем, который вы устанавливаете, рассчитан именно на ваш тип компьютера.

Микросхема UART

Основой любого последовательного порта является микросхема UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter — универсальный асинхронный приемник/передатчик). С ее помощью осуществляется управление преобразованием данных из принятого от компьютера параллельного формата в последовательный и наоборот.

В настоящее время производители предлагают несколько видов микросхем UART. В первых компьютерах PC и XT применялась микросхема UART 8250, которая до сих пор устанавли-

ливается на многих дешевых платах последовательных портов. В компьютерах PC/AT (и в других компьютерах на базе процессора 286 и последующих) используется микросхема UART 16450. Единственное различие между этими двумя микросхемами связано с обеспечением высокоскоростного обмена данными: микросхема 16450 лучше приспособлена для этих целей. Микросхема UART 16550 была первой схемой последовательного порта, которая использовалась в компьютерах PS/2. Она могла работать так же, как и микросхемы 8250 и 16450, но содержала еще и 16-байтовый буфер, позволяющий передавать данные с более высокой скоростью. Буфер работал по принципу FIFO (First In/First Out, т.е. “первым пришел — первым ушел”). К сожалению, эта схема имела существенные недостатки, связанные именно с работой буфера. Они были устранены в микросхеме UART 16550A. В настоящее время компания National Semiconductor выпускает микросхему UART 16550D.

Подробнее о микросхемах URRT 8250 и 16450 можно узнать из 17-го издания данной книги (глава 15).

Некоторые компании представили разные версии микросхемы 16550 с быстродействием 115 Кбит/с, содержащих большой буфер:

- микросхема 16550 содержит 32-разрядный буфер;
- микросхема 16750 содержит 64-разрядный буфер;
- микросхема 16850 содержит 128-разрядный буфер;
- микросхема 16950 содержит 128-разрядный буфер, работающий с обычной или учетверенной пропускной способностью.

Все эти микросхемы не являются разработкой National Semiconductor, а их маркировка только указывает на совместимость с 16550 и наличие большого буфера. Эти версии микросхем обеспечивают передачу данных на скорости 230 Кбит/с (16650), 460 Кбит/с (16750) и 920 Кбит/с (16850 и 16950). Они рекомендованы для подключения внешних высокоскоростных устройств, таких как терминальные адаптеры ISDN и внешние модемы с быстродействием 56 Кбит/с. Компании Lava Computer Mfg. и SIIG предлагают полный модельный ряд плат высокоскоростных последовательных и параллельных портов, основанных на этих микросхемах.

Высокоскоростные последовательные порты

При использовании внешних устройств RS-232, предназначенных для работы со скоростью выше 115 Кбит/с (т.е. выше максимальной скорости микросхем UART серии 16550 и их эквивалентов), для достижения максимальной эффективности существующие последовательные порты следует заменить платами расширения, содержащими одну из микросхем UART типа 16650, 16750, 16850 или 16950. Большинство плат поддерживают скорость обмена данными 230, 460 Кбит/с или даже выше, что имеет особое значение при подключении компьютера к быстродействующему внешнему устройству, соединенному с последовательным портом, например к терминальному адаптеру ISDN. Чтобы в полной мере ощутить быстродействие внешнего модема ISDN (терминального адаптера), необходимо обеспечить работу последовательного порта со скоростью передачи, равной по крайней мере 230 Кбит/с.

Конфигурация последовательных портов

Поступление в последовательный порт каждого очередного байта должно обязательно “привлекать внимание” компьютера. Осуществляется это подачей сигнала на линию запроса прерывания (IRQ). В 8-разрядной системной шине ISA предусмотрено восемь таких линий, а в 16-разрядной ISA — 16. Обычно запросы IRQ обслуживает микросхема контроллера прерываний типа 8259: в стандартной конфигурации для порта COM1 предназначена линия IRQ 4, а для COM2 — линия IRQ 3. Даже в самых современных системах конфигурация COM-портов осталась без изменений, что необходимо для совместимости со старыми версиями программного и аппаратного обеспечения.

При установке в компьютер последовательный порт необходимо настроить для использования конкретного адреса порта ввода-вывода и прерывания IRQ. Лучше всего при этом использовать стандарты, принятые для последовательных портов (табл. 15.13).

Таблица 15.13. Стандартные адреса ввода-вывода и прерывания для последовательных портов

Имя порта	Адрес порта	Прерывание
COM1	3F8h-3FFh	IRQ 4
COM2	2F8h-2FFh	IRQ 3
COM3	3E8h-3EFh	IRQ 4 ¹
COM4	2E8h-2EFh ²	IRQ 3 ¹

1. Хотя порты COM3 и COM4 могут совместно с портами COM1 и COM2 использовать прерывания IRQ 3 и IRQ 4, не рекомендуется конфигурировать порты таким образом. Если необходимы дополнительные последовательные порты, то лучше установить COM3 на IRQ 5 или IRQ 10, а COM4 — на IRQ 11 (конечно, если эти прерывания IRQ не используются другими адаптерами).

2. Этот адрес порта ввода-вывода может вступать в конфликт с некоторыми видеокартами. В данном случае порт COM4 невозможно использовать до тех пор, пока либо ему, либо видеокarte не будет назначен другой адрес порта ввода-вывода.

Если вы, кроме стандартных COM1 и COM2, устанавливаете еще и дополнительные последовательные порты, обязательно убедитесь, что они используют уникальные номера прерываний, не вызывающие конфликтов. При установке адаптера последовательных портов проверьте, не используются ли прерывания IRQ 3 и IRQ 4. Карты расширения с последовательными портами имеют то преимущество, что позволяют назначить всем портам, начиная с COM3, одно прерывание, при этом избегая конфликтов.

Производители BIOS никогда не встраивают поддержку COM3 и COM4 в свои продукты. Поэтому DOS не может работать с последовательными портами выше COM2, поскольку получает информацию об интерфейсах ввода-вывода из BIOS. Наличие и типы установленных устройств определяются BIOS при проведении тестирования POST (Power On Self Test); при этом проверяются только два первых инсталлированных порта. Подобные проблемы не касаются Windows, поскольку Windows 95 и выше поддерживают до 128 портов.

Поддержка 128 последовательных портов позволяет с помощью многопортовых плат комплектовать и совместно использовать данные от нескольких устройств через один разъем и одно прерывание.

Внимание

Совместное использование прерываний COM-портами, а также другими устройствами иногда обеспечивается должным образом, а иногда нет. Не рекомендуется применять совместное использование прерываний ISA-адаптерами, например модемами. Для обеспечения корректной работы придется загрузить немало обновлений программ и драйверов; при этом нет никакой гарантии, что в конечном итоге все заработает должным образом.

Тестирование последовательных портов

Последовательные и параллельные порты можно протестировать программным или аппаратно-программным способом. Программные тесты выполняются с помощью программ диагностики, одной из которых является **Modem diagnostics**, встроенная в Windows. Программно-аппаратные тесты предполагают установку в порт специальной заглушки для проверки обратной связи.

Использование MSInfo32 для просмотра информации о последовательном порте

В различные версии Windows включены диагностические программы, которые могут пригодиться для тестирования и конфигурирования последовательных и параллельных портов. В Windows NT и выше включена утилита **Сведения о системе**, известная также как `winmsd.exe` в Windows NT и как `MSInfo32` в Windows 2000/XP/Vista. Аналогичная утилита **DOS Microsoft Diagnostics (MSD)** включена в системы DOS 6.x, Windows 3.x и Windows 9x/Me. Утилита **Сведения о системе** копируется на жесткий диск в процессе установки Windows NT и более поздних версий. Для ее запуска нужно в меню **Пуск** выбрать команду **Выполнить**, после чего в открывшемся окне ввести `msinfo32` и щелкнуть на **ОК**. Если утили-

та **Сведения о системе** не запустилась, нужно выполнить поиск на жестком диске файлов `Msinfo32.exe` и `WinMSD.exe`, после чего дважды щелкнуть на одном из них.

С помощью утилиты **Сведения о системе** можно увидеть, какая микросхема установлена в системе и какие порты доступны. Если к какому-либо из портов подключено некоторое устройство, например мышь, программа сообщит об этом.

Данные средства диагностики позволяют определить, какие из последовательных портов доступны и как они сконфигурированы.

Диагностика портов в Windows

Информация о том, работают ли порты, отображается и в Windows 95, и в Windows 98/Me. В первую очередь, нужно проверить наличие необходимых коммуникационных файлов, предназначенных для поддержки портов в системе.

1. Проверьте наличие в папке `WINDOWS\SYSTEM` 16- и 32-разрядного драйверов последовательного порта (файлы `COMM.DRV` и `SERIAL.VXD`).
2. Проверьте наличие в файле `SYSTEM.INI` следующих строк:

```
[boot]
comm.drv=comm.drv
[386enh]
device=*vcd
```

Файл `SERIAL.VXD` загружается с помощью параметров системного реестра, а не файла `SYSTEM.INI`.

Для работы с устройствами интерфейса RS-232 в Windows 2000/XP/Vista используются драйверы `SERIAL.SYS` и `SERENUM.SYS`, содержащиеся в каталоге `WINDOWS\SYSTEM32\DRIVERS`.

Если оба файла присутствуют, проверьте адрес ввода-вывода и прерывание последовательного порта.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пиктограмме **Мой компьютер** и в контекстном меню выберите команду **Свойства** (или дважды щелкните на значке **Система** панели управления). В открывшемся диалоговом окне выберите вкладку **Оборудование** и щелкните на кнопке **Диспетчер устройств**. На экране отобразится список подключенных к компьютеру устройств. Разверните элемент **Порты** и выделите конкретный порт (например, `COM1`).
2. Щелкните на выделенном порту правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт **Свойства**. В открывшемся окне перейдите во вкладку **Ресурсы**, и увидите номера прерываний и адреса портов ввода-вывода, используемые портом.
3. Если в разделе **Список конфликтующих устройств** будет указано на совместное использование каких-либо ресурсов с другим устройством, щелкните на кнопке **Изменить**, после чего выберите конфигурацию, не приводящую к конфликтам. В данном случае придется немного поэкспериментировать.
4. Если назначение ресурсов невозможно изменить, скорее всего, они настраиваются в BIOS системы. В таком случае перезагрузите систему, войдите в настройки BIOS и измените конфигурацию.

Тестирование с замыканием петли

Одним из самых надежных является тест с замыканием петли, который позволяет проверить исправность не только последовательного порта, но и подключенных кабелей. Замыкать при этом можно как внутреннюю (цифровую), так и внешнюю (аналоговую) петли. Тест с внутренней петлей может быть выполнен только с помощью диагностической программы (без дополнительных устройств).

Тест с внешней петлей более эффективен, однако для его выполнения необходим специальный разъем-заглушка, который подключается к гнезду проверяемого порта. Данные, которые передаются последовательным портом, проходя через эту заглушку, возвращаются на приемные контакты разъема, т.е. порт работает одновременно в режимах передачи и приема. Разъем-заглушка представляет собой простой интерфейсный кабель, замыкающий порт на самого себя. Большинство диагностических программ могут выполнять тестирование с замыканием петли, причем необходимые разъемы очень часто прилагаются к тестирующим дискам. Необходимый разъем можно купить или изготовить самостоятельно.

Существует множество программ диагностики, позволяющих проверить последовательный порт с замыканием петли. Инструкция по собственноручному созданию разъема-заглушки приводится в 17-м издании настоящей книги (глава 15), содержащемся в электронном виде на прилагаемом компакт-диске.

Вопросы расширенной диагностики последовательного порта и соответствующие программы будут рассмотрены в главе 22.

Параллельные порты

Вначале параллельные порты использовались в основном для подключения к компьютеру принтера. Несмотря на столь узкую изначальную специализацию параллельные порты стали применяться в качестве относительно быстрого интерфейса передачи данных (по сравнению с последовательными портами) между устройствами. Однако в современных системах они были практически вытеснены более быстродействующими портами USB 2.0, которые также позволяют подключать принтеры, сканеры и другие внешние устройства. Рекомендуется использовать порт USB вместо параллельного, за исключением тех случаев, когда старая операционная система или старая модель принтера этого не позволяет.

В параллельных портах для одновременной передачи байта информации используются восемь линий.

Раскладка выводов стандартного параллельного порта приведена в табл. 15.14.

Таблица 15.14. Стандартный 25-контактный разъем параллельного порта

Вывод	Сигнал	Тип вывода	Вывод	Сигнал	Тип вывода
1	Строб (-)	Выход	14	Автоматический перевод строки (-)	Выход
2	Данные, бит 0 (+)	Выход	15	Ошибка (-)	Вход
3	Данные, бит 1 (+)	Выход	16	Инициализация принтера (-)	Выход
4	Данные, бит 2 (+)	Выход	17	Выбор входа (-)	Выход
5	Данные, бит 3 (+)	Выход	18	Данные, возврат бита 0 (-)/Общий	Вход
6	Данные, бит 4 (+)	Выход	19	Данные, возврат бита 1 (-)/Общий	Вход
7	Данные, бит 5 (+)	Выход	20	Данные, возврат бита 2 (-)/Общий	Вход
8	Данные, бит 6 (+)	Выход	21	Данные, возврат бита 3 (-)/Общий	Вход
9	Данные, бит 7 (+)	Выход	22	Данные, возврат бита 4 (-)/Общий	Вход
10	Подтверждение (-)	Вход	23	Данные, возврат бита 5 (-)/Общий	Вход
11	Занятость (+)	Вход	24	Данные, возврат бита 6 (-)/Общий	Вход
12	Закончилась бумага (+)	Вход	25	Данные, возврат бита 7 (-)/Общий	Вход
13	Выбор (+)	Вход			

Стандарт IEEE 1284

Этот стандарт был окончательно утвержден в марте 1994 года. В нем определены физические характеристики параллельных портов (режимы передачи данных и т.д.). Кроме того, в стандарте IEEE 1284 описан характер изменения внешних сигналов, поступающих на многорежимные параллельные порты компьютера, т.е. на порты, которые могут работать в 4- и 8-разрядном режимах, а также в режимах EPP и ECP. Не все режимы определены в спецификации 1284; однако стандарт обеспечивает поддержку и дополнительных режимов.

Хотя IEEE 1284 был выпущен для стандартизации форм сигналов, с помощью которых компьютер “общается” с подключаемыми устройствами, в частности с принтером, этот стан-

дарт интересен и для производителей периферийных устройств, подключаемых к параллельным портам (дискетодов, сканеров и др.).

Стандартом IEEE 1284 предусмотрена более высокая пропускная способность соединения между компьютером и принтером или двумя компьютерами. Для реализации этой возможности стандартный кабель принтера не подходит. Стандартом IEEE 1284 для принтера предусмотрена витая пара.

В стандарте IEEE 1284 определены также новые разъемы. Разъем типа А определен как штыревой DB25, разъем типа В — как Centronics 36. Разъем типа С является разъемом высокой плотности. Такие разъемы (типа С) устанавливаются на некоторых принтерах, например от Hewlett-Packard. Разъемы всех трех типов показаны на рис. 15.11.

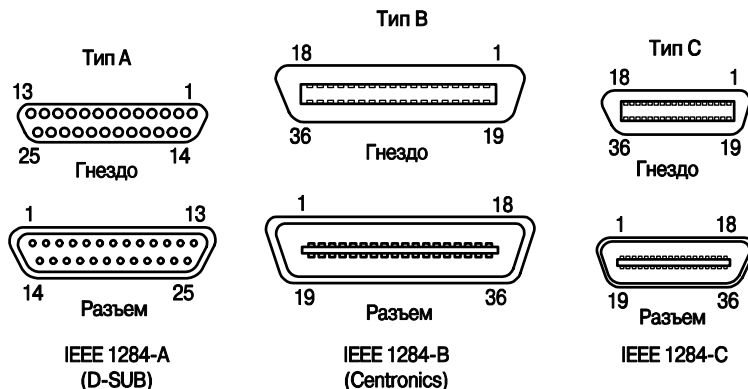


Рис. 15.11. Разъемы, определенные в стандарте IEEE 1284

Стандарт IEEE 1284 определяет пять режимов работы параллельного порта. Эти режимы комбинируются в порты четырех типов (табл. 15.15).

Таблица 15.15. Типы портов IEEE 1284

Тип параллельного порта	Режим ввода	Режим вывода	Комментарии
Стандартный параллельный порт (SPP)	Полубайтовый	Совместимый	4-битовый ввод, 8-битовый вывод
Двунаправленный	Байтовый	Совместимый	Ввод-вывод по 8 бит
Усовершенствованный параллельный порт (EPP)	EPP	EPP	Ввод-вывод по 8 бит
Порт с расширенными возможностями (ЕСР)	ЕСР	ЕСР	Ввод-вывод по 8 бит; используется прямой доступ к памяти

Определяемые стандартом IEEE 1284 режимы приведены в табл. 15.16.

Таблица 15.16. Режимы IEEE 1284

Режим параллельного порта	Направление	Скорость передачи, Кбайт/с
Полубайтовый (4 бит)	Только ввод	50
Байтовый (8 бит)	Только ввод	150
Совместимый	Только вывод	150
EPP	Ввод-вывод	500-2000
ЕСР	Ввод-вывод	500-2000

Ниже приведено описание режимов EPP и ЕСР. Если вас интересует информация о старых стандартном и двунаправленном режимах, обратитесь к 17-му изданию данной книги (глава 15), содержащемуся в электронном виде на прилагаемом компакт-диске.

Усовершенствованный параллельный порт (ЕРР)

Это новый тип параллельного порта, который иногда называют “быстродействующим”. Порт ЕРР (Enhanced Parallel Port) разработан компаниями Intel, Xircom и Zenith Data Systems и представлен в октябре 1991 года. Первыми устройствами, использующими возможности усовершенствованного параллельного порта, были портативные компьютеры компании Zenith Data Systems, сетевые адаптеры от Xircom и микросхема Intel 82360 SL I/O.

Усовершенствованный параллельный порт работает практически на всех скоростях, поддерживаемых шиной ISA, и предлагает десятикратное увеличение пропускной способности по сравнению с обычным параллельным портом. Этот тип портов разработан специально для таких подключаемых к параллельному порту устройств, как сетевые адаптеры, дисководы и накопители на магнитной ленте. ЕРР соответствует требованиям нового стандарта IEEE 1284 для параллельных портов и передает данные со скоростью до 2,77 Мбайт/с. Версия 1.7 порта ЕРР, выпущенная в марте 1992 года, была первой популярной версией, определяющей требования к аппаратному обеспечению. Эта версия не поддерживает стандарт IEEE 1284. В некоторой технической документации ошибочно ссылаются на “ЕРР версии 1.9” как на некий “стандарт ЕРР”. Запомните: версии 1.9 ЕРР не существует, а все спецификации ЕРР, вышедшие после версии 1.7, являются частью стандарта IEEE 1284.

К сожалению, это вылилось в сосуществование двух несовместимых стандартов: ЕРР версии 1.7 и IEEE 1284. Однако благодаря тому, что они довольно похожи друг на друга, начался выпуск периферийного оборудования, поддерживающего оба стандарта, но в некоторых случаях устройства для ЕРР 1.7 могут не работать с портами IEEE 1284. По этой причине многие порты, поддерживающие несколько режимов, позволяют сконфигурировать себя в BIOS и выбрать режим либо ЕРР 1.7, либо ЕРР 1.9.

Порт с расширенными возможностями (ЕСР)

Другой тип высокоскоростного параллельного порта, называемый “портом с расширенными возможностями” (Enhanced Capabilities Port — ЕСР), разработан компаниями Microsoft и Hewlett-Packard и представлен в 1992 году. Подобно ЕРР, этот порт обладает повышенной производительностью и требует для своей работы специальной логики устройств.

Порт с расширенными возможностями соответствует требованиям стандарта IEEE 1284. Однако, в отличие от ЕРР, он не является портом, специально разработанным для подключения устройств к РС-совместимым компьютерам. Основная цель разработки и выпуска этого типа параллельных портов — поддержка “недорогого” подключения высокоскоростных принтеров и сканеров. Еще одним отличием ЕСР от ЕРР является то, что режим работы первого из них требует использования канала прямого доступа к памяти, который никак не определен в ЕРР, что зачастую приводит к конфликтам, связанным с устройствами, которые также используют прямой доступ к памяти (например, звуковыми картами ISA или ISA-контроллерами SCSI). Большинство компьютеров, выпущенных начиная со середины 1990-х годов, поддерживают оба режима: ЕРР и ЕСР. При использовании устройств с параллельным интерфейсом рекомендуется режим ЕСР (или комбинированный режим, известный как ЕСР/ЕРР) для повышения пропускной способности.

В зависимости от системной платы распределение канала DMA во встроенном параллельном порте в режиме ЕСР можно осуществить с помощью настройки BIOS или вручную, удалив определенную перемычку с системной платы.

Конфигурация параллельных портов

Параллельные порты отличаются значительно более простой конфигурацией, чем последовательные. Даже в BIOS первой модели IBM PC было предусмотрено три порта LPT. В табл. 15.17 приведены стандартные адреса ввода-вывода и установки прерываний для параллельных портов.

Поскольку в BIOS и DOS всегда определены три параллельных порта, проблемы даже в старых компьютерах возникают редко.

Таблица 15.17. Стандартные адреса ввода-вывода и прерывания параллельных портов

Стандартный порт	Альтернативный порт	Ввод-вывод	Прерывание
LPT1	---	3BCh-3BFh	IRQ 7
LPT1	LPT2	378h-37Ah	IRQ 5
LPT2	LPT3	278h-27Ah	IRQ 5

Для конфигурирования интегрированных в материнскую плату параллельных портов обычно используется программа настройки BIOS. При использовании многопортовых карт расширения конфигурирование выполняется с помощью специальных утилит или переключателей. Поскольку каждая плата расширения имеет свои особенности, лучшим источником информации о конфигурировании может быть только ее документация.

Информация о связывании двух систем с помощью параллельного порта приведена в 17-м издании данной книги (глава 15), содержащемся на прилагаемом компакт-диске.

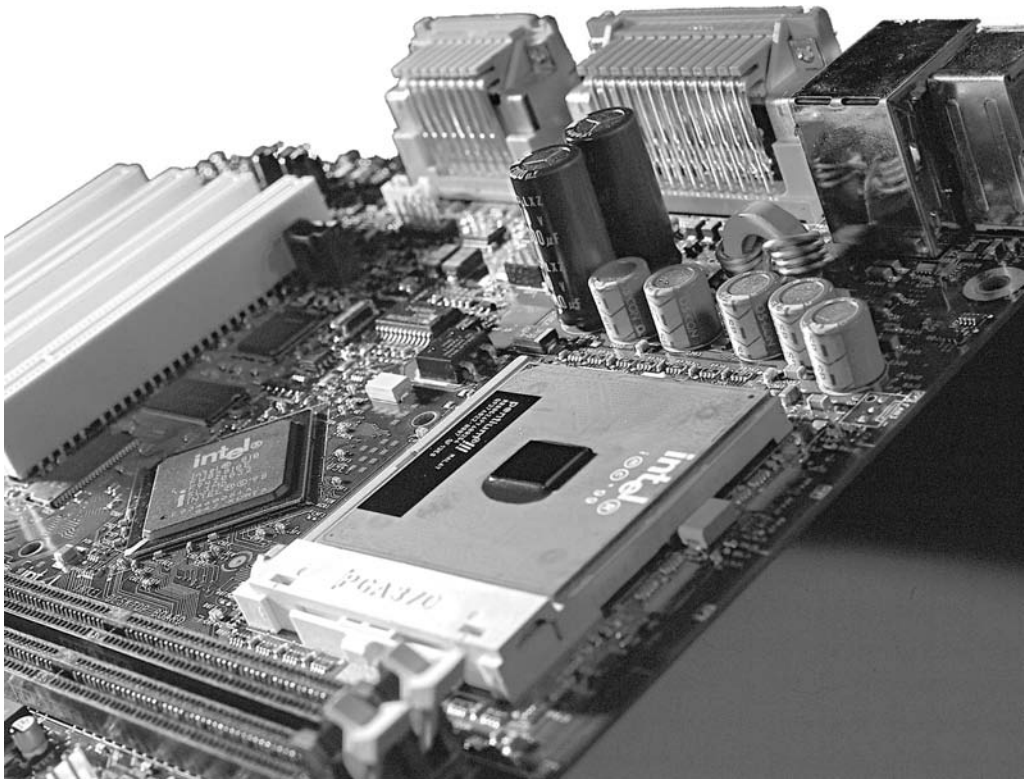
Тестирование параллельных портов

Проверка параллельных портов в большинстве случаев ничем не отличается от тестирования последовательных, за исключением того, что в программе диагностики выбирается другой тип порта.

Хотя все программные проверки похожи, аппаратные тесты предполагают при проверке параллельных портов использование соответствующих заглушек. В зависимости от используемого программного обеспечения потребуются определенная заглушка.

Глава 16

Устройства ввода



Клавиатуры

Клавиатура — одно из важнейших устройств компьютера, используемое для ввода в систему команд и данных. В этом разделе рассматриваются типы клавиатур для PC-совместимых компьютеров. Речь идет о принципах их работы, взаимодействии с другими частями системы, а также о поиске и устранении неисправностей.

За время, прошедшее с момента выпуска первой модели PC, компания IBM разработала три типа компьютерных клавиатур, а Microsoft — еще одну. Они стали промышленными стандартами, которых придерживаются практически все производители совместимого оборудования.

Существуют такие основные типы клавиатур:

- 83-клавишная клавиатура PC и XT;
- 84-клавишная клавиатура AT;
- 101-клавишная расширенная клавиатура;
- 104-клавишная расширенная клавиатура Windows.

Рассмотрим устройство, раскладку символов и внешний вид каждой из них. Поскольку сегодня наиболее распространены 101- и 104-клавишная расширенные клавиатуры, основное внимание будет уделено именно им.

Примечание

Описание 83- и 84-клавишной клавиатур можно найти в 10-м издании настоящей книги (глава 7).

Расширенные 101- и 102-клавишная клавиатуры

В 1986 году IBM выпустила расширенную 101-клавишную клавиатуру для новых моделей XT и AT. Эта клавиатура впервые появилась в RISC-компьютерах RT PC компании IBM. Такая клавиатура теперь поставляется фактически с каждой системой и терминалом IBM. Многие компании моментально скопировали эту модель, и очень скоро она стала стандартной для всех PC-совместимых систем, пока с выходом Windows 95 не появилась 104-клавишная клавиатура Windows.

Раскладка этой универсальной клавиатуры лучше 84-клавишной, за исключением, возможно, одного: клавиша <Enter> стала меньше. 101-клавишная клавиатура разработана в соответствии с международными требованиями и правилами. Фактически компании Digital Equipment Corporation (DEC) и Texas Instruments (TI) уже использовали клавиатуры, аналогичные 101-клавишной модели IBM. Первоначально эти устройства выпускались как со светодиодными индикаторами, так и без них, в зависимости от того, для какого компьютера (XT или AT) они предназначались. Сегодня существует великое множество вариантов клавиатур, в том числе и с интегрированными устройствами позиционирования (манипуляторами), сенсорными планшетами и “горячими” клавишами, которые программируются на выполнение определенных задач.

Существует несколько вариантов расширенной клавиатуры, но все они взаимозаменяемы и имеют аналогичные электрические параметры. IBM и ее дочерняя фирма Lexmark, специализирующаяся на производстве клавиатур и принтеров, выпускают множество разновидностей этой клавиатуры, в том числе со встроенными устройствами позиционирования и новыми раскладками. Большинство расширенных клавиатур этого типа подключаются к компьютеру с помощью 5-контактного разъема DIN, но в новых вариантах чаще используется 6-контактный разъем mini-DIN, который устанавливается во многих системах, например PS/2.

Несмотря на различие разъемов, сами клавиатуры идентичны; при желании можно заменить их соединительные кабели или использовать переходной разъем. Некоторые клавиатуры, продаваемые в розницу, поставляются в комплекте с адаптером. Во многих клавиатурах наравне со стандартным разъемом mini-DIN есть и порт USB, позволяющий подключить клавиатуру к любой новой системе.

Расширенная 101-клавишная клавиатура может быть условно разделена на следующие области:

- область печатных символов;
- дополнительная цифровая клавиатура;
- область управления курсором и экраном;
- функциональные клавиши.

Раскладка 101-клавишной клавиатуры аналогична раскладке клавиатуры пишущей машинки Selectric (за исключением клавиши <Enter>). Клавиши <Tab>, <Caps Lock>, <Shift> и <Backspace> больше всех остальных по размеру и расположены так же, как и на пишущей машинке. Клавиши <Ctrl> и <Alt> размещаются по обе стороны от клавиши пробела.

Клавиши управления курсором образуют отдельную группу. Дополнительная цифровая клавиатура предназначена для ввода чисел; как и в других РС-клавиатурах, ее можно использовать для управления курсором при отключенном режиме Num Lock. На дополнительную клавиатуру добавлена клавиша знака деления </> и еще одна клавиша <Enter>.

Клавиши управления курсором расположены в виде перевернутой буквы "Т". Над ними расположены клавиши <Insert>, <Delete>, <Home>, <End>, <PageUp> и <PageDown>. Функциональные клавиши, объединенные в группы по четыре, расположены в верхней части клавиатуры. Кроме того, введены две дополнительные функциональные клавиши (<F11> и <F12>), а клавиша <Esc> расположена в верхнем левом углу. Для выполнения самых распространенных операций предусмотрены специальные клавиши <PrintScreen/SysReg>, <Scroll Lock> и <Pause/Break>.

В двуязычных вариантах расширенной клавиатуры установлены 102 клавиши, и их раскладка несколько иная, чем в американской версии.

Одно из самых полезных нововведений в современных клавиатурах — возможность использования съемных колпачков. Это позволяет заменять сломанные клавиши, а также упрощает чистку и локализацию клавиатуры. Многие производители выпускают шаблоны для клавиатуры, в которых предусмотрены специальные инструкции.

104-клавишная клавиатура Windows

Когда компания Microsoft выпустила Windows 95, она также представила и клавиатуру Microsoft Natural Keyboard, в которой была реализована обновленная спецификация, содержащая три новые клавиши, используемые при работе с Windows.

Компания Microsoft выпустила спецификацию клавиатуры Windows, содержащую новые клавиши и их комбинации. Клавиатура, подобная 101-клавишной, выросла до 104-клавишной (рис. 16.1) с дополнительными левой и правой Windows-клавишами и клавишей <Application> (приложение). Они могут использоваться для получения комбинаций клавиш на уровнях операционной системы или приложения подобно комбинациям с <Ctrl> и <Alt> на 101-клавишной клавиатуре. Собственно, для работы с Windows 95/98 и Windows NT/2000 не требуется новых клавиш, но разработчики программного обеспечения наделили специфическими функциями Windows-приложения, в которых будет использоваться новая клавиша <Application> (она выполняет те же функции, что и правая кнопка мыши). Следует отметить, что общего стандарта на эти клавиши не существует, поэтому их расположение различается в разных моделях клавиатур.

В стандартной раскладке клавиатуры Windows клавиша пробела укорочена, две клавиши Windows расположены слева и справа (<WIN>), а клавиша <Application> — справа. Клавиши <WIN> вызывают меню Пуск, по которому можно перемещаться с помощью клавиш управления курсором. Клавиша <Application> эквивалентна нажатию правой кнопки мыши; в большинстве приложений она позволяет перейти в контекстно-зависимое меню. Несколько комбинаций с клавишей <WIN> связаны с макрокомандами. Например, нажимая комбинацию клавиш <WIN+E>, можно запустить программу Проводник (Windows Explorer). В табл. 16.1 перечислены все новые комбинации клавиш, используемые в Windows.

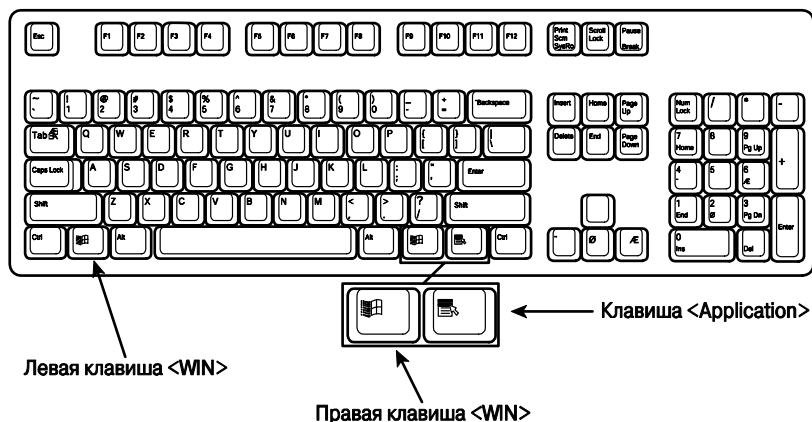


Рис. 16.1. 104-клавишная клавиатура Windows

Таблица 16.1. Комбинации клавиш в Windows 9x/Me/2000/XP

Комбинация клавиш	Назначение
<WIN+R>	Отображение диалогового окна Запуск программы
<WIN+M>	Минимизация всех окон
<Shift+WIN+M>	Отмена минимизации
<WIN+D>	Минимизация всех окон или отмена минимизации
<WIN+F1>	Вызов справки по Windows
<WIN+E>	Запуск программы Проводник
<WIN+F>	Поиск файлов или папок
<Ctrl+WIN+F>	Поиск компьютера
<WIN+Tab>	Циклическое переключение кнопок на панели задач
<WIN+Break>	Отображение диалогового окна свойств системы
Клавиша приложения	Вывод контекстного меню для выбранного элемента

Описанные комбинации клавиш работают практически в любой 104-клавишной клавиатуре, но счастливые обладатели продуктов Microsoft могут расширить их возможности с помощью специального программного обеспечения IntelliType Pro, поставляемого вместе с клавиатурами Microsoft.

Использовать клавиши <WIN> не обязательно. По сути, существующие комбинации клавиш выполняют те же самые функции. Кроме того, необходимость постоянно держать руки на клавиатуре и использовать комбинации клавиш, актуальна только для опытных пользователей, которые, в отличие от остальных, реже используют мышь.

Спецификация клавиатуры Windows требует, чтобы производители увеличили количество триграмм. *Триграмма* — это комбинация трех одновременно нажимаемых клавиш, например <Ctrl+Alt+Del>, предназначенная для выполнения некоторой специальной функции. Сама по себе разработка клавиатуры, которая обеспечивала бы корректную обработку триграмм, требует дополнительных затрат, а это приведет к увеличению ее стоимости.

Некоторые производители добавили на клавиатуру клавиши для работы с веб-браузером, упрощающие процесс навигации по веб-страницам и запуска разнообразных приложений; однако универсального стандарта на такие клавиши не существует.

Индикатор Num Lock

После включения компьютера выполняется проверка компонентов системы. Если при этом обнаруживается расширенная клавиатура, то функция Num Lock активизируется, о чем свидетельствует включенный индикатор. Если клавиатура относится к типу AT (устаревшая 84-клавишная), то Num Lock не включается, поскольку на ней отсутствуют некоторые кла-

виши управления курсором (не входящие в состав дополнительной цифровой клавиатуры). Когда в 1986 году появилась расширенная клавиатура, пользователей раздражало то, что функция Num Lock после загрузки системы включалась автоматически. Поэтому во многих совместимых компьютерах стали предусматривать возможность управления первоначальным состоянием Num Lock путем установки соответствующего параметра BIOS.

Бытует мнение, что автоматическая установка режима Num Lock — это неотъемлемое свойство новых клавиатур, поскольку старые работали иначе. Но это не так. Вспомните, что эта функция относится к особенностям системной платы, а не клавиатуры. Возможность активизации Num Lock рассматривается системными BIOS как якобы преимущество 101-клавишной клавиатуры. В компьютерах, в которых нельзя задать состояние Num Lock с помощью параметров BIOS, можно воспользоваться одной из многочисленных программ установки этой функции, включив вызывающую ее строку в файл Autoexec.bat. В версиях DOS 6.0 и выше состояние Num Lock после загрузки можно определить с помощью команды NumLock=(ON/OFF) в файле Config.sys. В некоторых версиях Windows, в частности в NT и 9x, функция Num Lock по умолчанию отключена. В системе Windows 2000 и более поздних версиях состояние Num Lock запоминается для каждого пользователя при его выходе из системы и восстанавливается при его следующей регистрации.

Устройство клавиатуры

В этом разделе речь идет об устройстве обычной клавиатуры, ее подключении к системному блоку, о переходниках и скан-кодах.

Конструкции клавиш

В современных клавиатурах используется несколько типов клавиш. В большинстве клавиатур установлены механические переключатели, в которых происходит замыкание электрических контактов при нажатии клавиш. В некоторых клавиатурах высокого класса используются бесконтактные емкостные датчики. В этом разделе описываются разные типы переключателей и подробно рассматривается конструкция каждого из них.

Наиболее широко распространены контактные клавиатуры. Существуют следующие их разновидности:

- с механическими переключателями;
- с замыкающими накладками;
- с резиновыми колпачками;
- мембранные.

Механические переключатели

В механических переключателях (рис. 16.2) происходит замыкание металлических контактов. В них для создания “осязательной” обратной связи зачастую устанавливается дополнительная конструкция из пружины и смягчающей пластинки. При этом ощущается сопротивление клавиши и слышится щелчок.

Механические переключатели очень надежны, их контакты обычно самоочищающиеся. Они выдерживают до 20 млн. срабатываний и стоят вторыми по долговечности после емкостных датчиков. Обратная связь у них просто превосходная.

Клавиатуры с механическими переключателями, несмотря на свою долговечность и тактильную обратную связь, значительно менее распространены, чем мембранные клавиатуры, которые рассматриваются несколько ниже. Многие компании, занимающиеся производством клавиатур, используют механические переключатели только в некоторых дорогостоящих моделях. Резкое уменьшение стоимости клавиатур, а также других традиционных устройств (например, мыши или дисководов) заставило производителей значительно снизить затраты, что привело к прекращению или перепрофилированию их производства в пользу менее дорогих мембранных клавиатур.

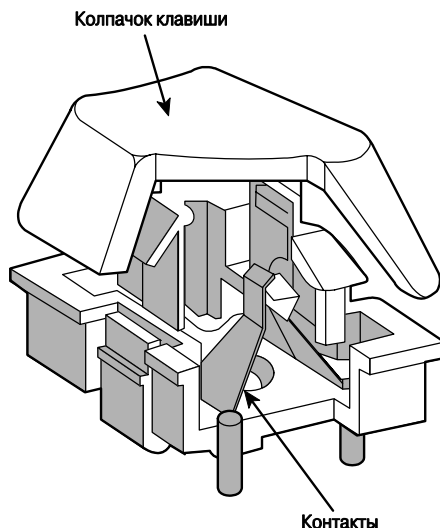


Рис. 16.2. Типичный механический переключатель, используемый в клавиатурах NMB. При нажатии клавиши происходит замыкание контактов

Механические переключатели компании Alps Electric используются многими производителями клавиатур механического типа, в том числе и самой Alps Electric. Также к числу производителей относятся компании Adesso, Inc. (www.adessoinc.com), Avant Prime и Stellar, продукция которых конкурирует с классическими клавиатурами Northgate (www.ergonomicsmadeeasy.com), Kinesis (www.kinesis-ergo.com) и SIIG (www.siig.com). Большая часть продукции этих производителей реализуется на рынке OEM, поэтому, просматривая подробные спецификации, обращайте внимание, не является ли та или иная клавиатура моделью с механическими переключателями.

Замыкающие накладки

Клавиши с замыкающими накладками широко применялись в старых клавиатурах. Они использовались в большинстве старых совместимых клавиатур компании Key Tronic и др. В них прокладка из пористого материала с приклеенной снизу фольгой соединяется с кнопкой клавиши (рис. 16.3).

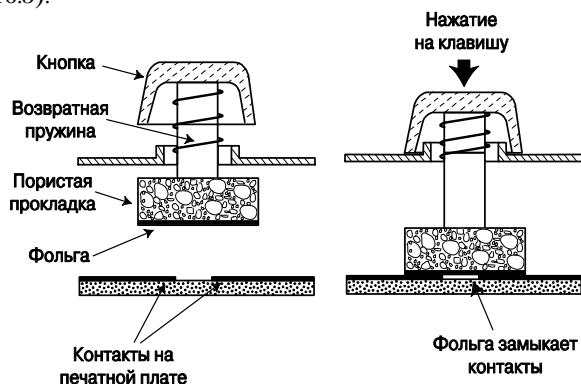


Рис. 16.3. Конструкция клавиши с замыкающей накладкой из фольги

При нажатии клавиши фольга замыкает печатные контакты на плате. Когда клавиша отпускается, пружина возвращает ее в исходное положение. При этом пористая прокладка смягчает удар, но клавиатура становится слишком “мягкой”. Основным недостатком этой конструкции — отсутствие щелчка при нажатии (нет обратной связи), поэтому в системах с такой клавиатурой часто приходится программным образом выводить на встроенный динамик компьютера какие-нибудь звуки, свидетельствующие о наличии контакта. Ощущения от работы на них сугубо индивидуальные (лично мне эти клавиатуры не нравятся).

Еще один недостаток такой конструкции состоит в том, что она весьма чувствительна к коррозии фольги и загрязнению контактов на печатной плате. Если это происходит, нажимать клавишу иногда приходится несколько раз, что, конечно же, действует на нервы. К счастью, чистить такую клавиатуру гораздо проще, чем другие. Можно снять печатную плату и получить доступ сразу ко всем накладкам, а не вынимать каждую клавишу в отдельности. После этого можно почистить накладки и саму плату — клавиатура будет как новенькая. Правда, через некоторое время ее снова придется чистить. Предотвратить коррозию и улучшить электрический контакт можно с помощью специального состава Stabilant 22a компании D.W. Electrochemicals (www.stabilant.com). Из-за отмеченных выше недостатков клавиатуры этого типа сейчас практически не используются; им на смену пришли конструкции с резиновыми колпачками.

Компания Key Tronic, которая является наиболее известным производителем клавиатур на основе этой технологии, в настоящее время использует в конструкциях среднего и высшего уровней технологию мембранных переключателей с центрированием контактных пластин. Поэтому клавиатуры с замыкающими накладками, по всей видимости, могут встретиться только в очень старых системах.

Резиновые колпачки

Клавиатура с резиновыми колпачками похожа на предыдущую конструкцию, но превосходит ее во многих отношениях. Вместо пружины в ней используется резиновый колпачок с замыкающей вставкой из той же резины, но с угольным наполнителем. При нажатии клавиши шток надавливает на резиновый колпачок, деформируя его. Деформация колпачка сначала происходит упруго, а затем он “проваливается”. При этом угольный наполнитель замыкает проводники на печатной плате. При отпускании резиновый колпачок принимает первоначальную форму и возвращает клавишу в исходное состояние.

Замыкающие вставки делаются из очищенного угля, потому они не подвержены коррозии и сами по себе очищают металлические контакты, к которым прижимаются. Колпачки обычно прессуются все вместе в виде листов резины, покрывающих плату целиком и защищающих ее от пыли, грязи и влаги. Количество деталей в такой конструкции минимально. Все это обеспечивает высокую надежность клавиатуры и ее широкое распространение.

Мембранная клавиатура

Эта клавиатура является разновидностью предыдущей, но в ней нет отдельных клавиш: вместо них используется лист с разметкой, который укладывается на пластину с резиновыми колпачками. При этом ход каждой клавиши ограничен, и такая клавиатура не годится для обычной печати. Но, поскольку рассматриваемая клавиатура состоит фактически из трех пластин и минимума других деталей, она может оказаться незаменимой в экстремальных условиях. Мембранные клавиатуры часто используются в пультах управления (станками, агрегатами и т.п.), т.е. там, где не нужно вводить большие объемы данных.

Тем не менее мембранные клавиатуры используются не только в промышленности или в ресторанах быстрого питания. В течение последних лет мембранные переключатели со стандартными колпачками клавиш полностью вытеснили своих собратьев с резиновыми колпачками, получив при этом широкое распространение на рынке клавиатур низшего и среднего классов. Несмотря на то что срок жизни дешевых мембранных переключателей ограничен 5–10 млн. нажатий, лучшие модели выдерживают до 20 млн. нажатий, что доказывает надеж-

ность переключателей такого типа (рис. 16.4). Некоторые клавиатуры с мембранными переключателями еще более живучие. К примеру, клавиатуры серии G8x от компании Cherry (www.cherrycorp.com) выдерживают до 50 млн. нажатий.

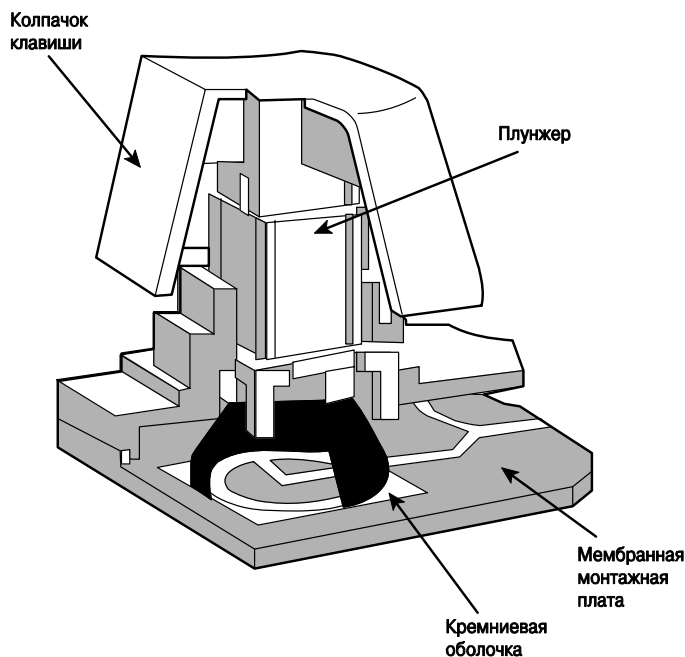


Рис. 16.4. Типичный мембранный переключатель, используемый в клавиатурах NMB

Мембранные клавиатуры обеспечивают более надежный и жесткий контакт, чем клавиатуры с резиновыми колпачками или устаревшие клавиатуры с замыкающими накладками, но по чувствительности уступают механическим или емкостным переключателям. Единственным исключением является серия клавиатур, разработанных компанией Key Tronic на основе технологии мембранных переключателей с центрированием контактных пластин. Их особенностью является технология Ergo, определяющая пять уровней удельной силы (от 35 до 80 г), которые зависят от относительной силы пальцев, нажимающих ту или иную клавишу. Так, например, чтобы нажать клавишу мизинцем левой руки (клавишу <Q>, <Z> или <A>), требуется усилие, равное 35 г. Для тех клавиш, которые используются другими пальцами, сила нажатия будет больше. Максимальное усилие приходится на клавишу пробела — 85 г. Для сравнения можно сказать, что стандартное усилие нажатия любых клавиш обычной клавиатуры равно 55 г (рис. 16.5). Для получения дополнительной информации, относящейся к клавиатурам Ergo, обратитесь на сайт компании KeyTronic-EMS (www.keytronic.com).

Пожалуй, наиболее распространенным типом мембранных клавиатур является “Модель М” от IBM/Lexmark, которая сочетает в себе легендарный механизм деформирующихся пружин IBM с высококачественными мембранными переключателями. Чтобы выбрать наилучшую мембранную клавиатуру из огромного числа существующих на сегодняшнем рынке, следует, в первую очередь, обратить внимание на долговечность используемых переключателей. Надежные переключатели хотя и увеличивают себестоимость клавиатуры, но вместе с тем продлевают срок ее службы.

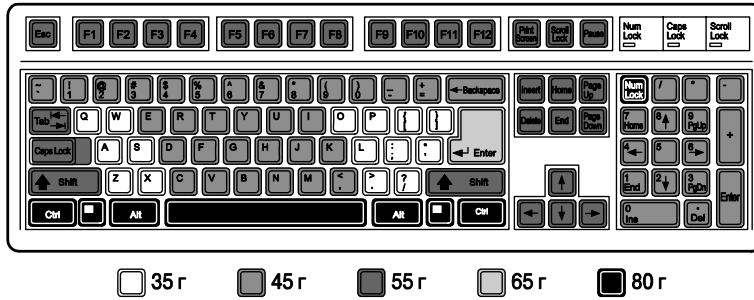


Рис. 16.5. Уровни силы для клавиатуры KeyTronic EMS, созданной на основе технологии Ergo

Емкостные датчики

Этот тип клавиатур входил в состав первых систем IBM PC, XT и AT. В них емкостные переключатели сочетаются с механизмом деформирующихся пружин, что обеспечивает высокую производительность и отличную обратную связь. Емкостные датчики, по своей сути, являются единственным существующим сегодня немеханическим переключателем (рис. 16.6). Несмотря на то, что движение клавиш механично по своей природе, на самом деле они не замыкают и не переключают контакты. Из-за высокой себестоимости таких клавиатур IBM в середине 1980-х переключилась на выпуск мембранных клавиатур с механизмом деформирующихся пружин (buckling spring). Независимо от типа самих переключателей, сам механизм деформирующихся пружин считается одним из лучших в мире, именно он издает тот самый щелчок, который символизирует срабатывание клавиши.

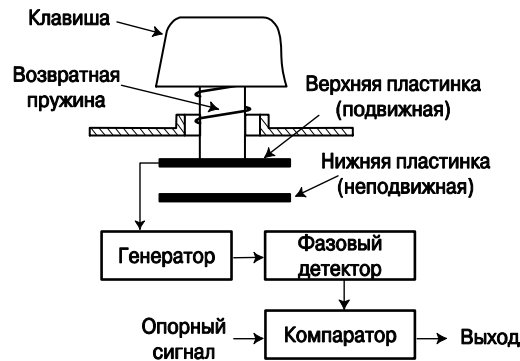


Рис. 16.6. Клавиша с емкостным датчиком

В емкостных датчиках нет замыкающихся контактов. Их роль выполняют две смещающиеся друг относительно друга пластинки и специальная схема, реагирующая на изменение емкости между ними. Клавиатура представляет собой набор таких датчиков.

При нажатии клавиши шток смещает верхнюю пластинку ближе к неподвижной нижней. Деформированная пружина слегка изгибается, после чего скачкообразно выгибается дугой и ударяет по пластмассовой стенке (в этот момент слышится характерный щелчок), при этом сопротивление клавиши нажатию резко снижается. Когда верхняя пластинка приближается к нижней, емкость между ними увеличивается, что регистрируется схемой компаратора, установленной в клавиатуре.

Обратная связь механизма деформирующихся пружин так и осталась непревзойденной, поскольку относительно громкий щелчок и обратная отдача повышают скорость и точность печати. Единственным недостатком этой технологии является относительно высокая стои-

мость. Все клавиатуры, использующие данный механизм (будь то с емкостными или мембранными переключателями), относятся к верхнему ценовому сегменту. Однако их качество и долговечность сторицей окупают все затраты.

Несмотря на то что в старых клавиатурах IBM использовались емкостные датчики, тенденция к снижению себестоимости привела к тому, что в большинстве клавиатур, выпускаемых сегодня IBM, используются мембранные и прочие недорогие переключатели. В 1991 году из IBM выделилось подразделение Lexmark, специализирующееся на принтерах и клавиатурах, из которого, в свою очередь, в 1996 году выделилось подразделение Unicomp, занимающееся клавиатурами. Сегодня компания Unicomp выпускает под маркой IBM клавиатуры с механизмом деформирующихся пружин и мембранными переключателями. В качестве бонуса некоторые клавиатуры имеют встроенный механизм позиционирования TrackPoint.

Рекомендую обратить внимание на клавиатуру EnduraPro/104:

<http://www.pckeyboard.com/ep104.html>

или Customizer 101/104:

<http://www.pckeyboard.com/customizer.html>

Это совершенно новые типы клавиатур, а не переделанные версии уже существующих моделей.

Клавиатура EnduraPro/104 выделяется знаменитым механизмом деформирующихся пружин, встроенным устройством позиционирования TrackPoint и портом мыши mini-DIN. Она обладает широким диапазоном программируемых настроек и при этом не требует специальных драйверов.

Непревзойденный механизм деформирующихся пружин (и характерный щелчок) привлек меня в лагерь ярых поклонников клавиатур от IBM (ныне — от Unicomp). Лично я считаю их наилучшими клавиатурами в мире и единственными, которыми хочется пользоваться в настольных системах. Особенно мне нравится то, что при использовании механизма позиционирования TrackPoint (который можно встретить и в ноутбуках от IBM/Lenovo, Toshiba, Dell, HP и других) не приходится снимать руки с клавиатуры, что существенно повышает производительность работы.

Интерфейс клавиатуры

Клавиатура состоит из набора переключателей, объединенных в матрицу. При нажатии клавиши процессор, установленный в самой клавиатуре, определяет координаты нажатой клавиши в матрице. Кроме того, процессор клавиатуры определяет продолжительность нажатия и может обработать даже одновременное нажатие нескольких клавиш. В клавиатуре установлен буфер емкостью 16 байт, в который заносятся данные при слишком быстрых или одновременных нажатиях. Затем эти данные в соответствующей последовательности передаются в систему.

Обычно при нажатии клавиш возникает эффект дребезжания, т.е. контакт устанавливается не сразу, а после нескольких кратковременных замыканий и размыканий. Процессор, установленный в клавиатуре, должен подавлять это дребезжание и отличать его от двух последовательных нажатий одной и той же клавиши. Сделать это довольно просто, поскольку переключение контактов при дребезжании происходит гораздо быстрее, чем при нажатии клавиши пользователем.

Клавиатура ПК фактически представляет собой небольшой компьютер, связанный с основной системой одним из двух способов:

- с помощью специального последовательного канала передачи данных при использовании штекера PS/2;
- через порт USB.

Связь с системным блоком осуществляется через последовательный канал, данные по которому передаются по 11 бит, причем восемь из них собственно данные, а остальные — синхронизирующие и управляющие. Хотя это полноценный последовательный канал связи (данные пе-

редаются по одному проводнику), он не совместим со стандартным последовательным портом RS-232, который часто используется для подключения модемов.

В клавиатурах первых моделей PC использовался микроконтроллер 8048, а в более новых компьютерах применяется микросхема 8049 со встроенной памятью ROM или другие микросхемы, совместимые с 8048 или 8049. Например, в расширенной клавиатуре IBM всегда использовался специализированный вариант процессора 6805 компании Motorola, совместимый с микросхемами Intel. Встроенный процессор клавиатуры сканирует матрицу переключателей, устраняет эффект дребезжания, вырабатывает при нажатии клавиши соответствующий скан-код и передает его на системную плату. Этот процессор имеет свою память, иногда небольшую память ROM и встроенный последовательный интерфейс.

В компьютере PC/XT последовательный интерфейс клавиатуры соединен с микросхемой 8255 программируемого периферийного интерфейса (Programmable Peripheral Interface — PPI) на системной плате. Эта микросхема, в свою очередь, подключена к контроллеру прерываний через линию IRQ 1, которая используется для сигнализации о том, что данные с клавиатуры доступны. Сами данные из микросхемы 8255 передаются в процессор через порт ввода-вывода с адресом 60h. Сигнал на линии IRQ 1 заставляет процессор компьютера перейти к подпрограмме обработки прерываний (INT 9h), которая интерпретирует скан-коды клавиатуры и определяет дальнейшие действия.

В компьютерах типа AT последовательный интерфейс клавиатуры подключен к специальному контроллеру клавиатуры на системной плате. В качестве такого контроллера используется микросхема 8042 универсального интерфейса периферийных устройств (Universal Peripheral Interface — UPI). Этот микроконтроллер фактически является еще одним процессором со встроенными ROM емкостью 2 Кбайт и RAM на 128 байт. Существует версия с микроконтроллером 8742, в котором используется микросхема EPROM; такой микроконтроллер позволяет стирать информацию и записывать ее заново. В комплекты ROM для модернизации старых системных плат входили и новые микросхемы контроллеров клавиатуры, поскольку в них есть свои микросхемы ROM, которые тоже должны быть модифицированы. В некоторых компьютерах можно использовать микросхемы 8041 и 8741, которые отличаются только емкостью встроенной памяти. В то же время в современных системах контроллер клавиатуры интегрирован в набор микросхем системной логики.

В системах AT микроконтроллер, установленный в клавиатуре (типа 8048), пересылает данные в контроллер клавиатуры (типа 8042) на системной плате; возможна также передача данных в обратном направлении. Когда контроллер на системной плате принимает данные от клавиатуры, он выдает запрос по цепи IRQ 1 и передает данные главному процессору через порт ввода-вывода с адресом 60h (как и в PC/XT). Играя роль посредника между клавиатурой и главным процессором, контроллер клавиатуры типа 8042 может также преобразовывать скан-коды и выполнять другие функции. Данные могут передаваться контроллеру 8042 через тот же порт 60h, после чего он пересылает их в клавиатуру. Кроме того, при необходимости передать команды или проверить состояние контроллера клавиатуры на системной плате может быть использован порт ввода-вывода с адресом 64h. Передача команд обычно сопровождается пересылкой данных в одном из направлений через порт 60h.

В большинстве старых систем контроллер 8042 используется также для управления шиной адреса A20 при обращении к памяти, объем которой больше одного мегабайта. В современных системных платах эта функция возложена непосредственно на процессор и набор микросхем системной платы. Разъем клавиатуры AT был переименован в PS/2 после того, как в 1987 году было выпущено семейство компьютеров IBM PS/2. Именно тогда произошел переход от разъема DIN к mini-DIN; несмотря на то что сигналы остались прежними, в дальнейшем версию mini-DIN стали называть PS/2.

Клавиатура, подключенная к порту USB, работает практически так же, как и при подключении к традиционному порту DIN или mini-DIN. Микросхемы контроллера, установленные в клавиатуре, используются для получения и интерпретации данных перед тем, как они будут переданы через

порт USB в систему. Некоторые микросхемы включают в себя логическую часть концентратора USB, что позволяет клавиатуре работать непосредственно в качестве концентратора USB. При получении данных от клавиатуры порт USB передает их на 8042-совместимый контроллер, который обрабатывает данные так же, как и любую другую информацию клавиатуры.

Описанный процесс осуществляется уже после загрузки Windows. Но что же происходит в том случае, если пользователю приходится обращаться к клавиатуре при работе в командной строке или при конфигурировании системной BIOS? Как уже отмечалось, для работы с клавиатурой USB в режиме MS-DOS необходимо осуществить поддержку технологии USB Legacy в BIOS. Такая BIOS позволит выполнить следующие задачи:

- конфигурирование главного контроллера;
- подключение клавиатуры и мыши USB;
- настройка планировщика главного контроллера;
- направление данных, вводимых с клавиатуры или мыши USB, на контроллер клавиатуры 8042.

Системы, поддерживающие USB Legacy, могут использовать BIOS для управления клавиатурой USB до загрузки операционной системы. После загрузки системы драйвер главного контроллера USB берет управление клавиатурой на себя, отправляя команду `StopBIOS` подпрограмме BIOS, которая непосредственно “руководит” клавиатурой. При переходе компьютера в режим MS-DOS главный контроллер USB отправляет команду `StartBIOS` для повторного запуска той же подпрограммы BIOS.

Клавиатура USB начиная с того момента, как контроллер клавиатуры 8042 принимает отправленные сигналы, работает аналогично стандартным клавиатурам. При этом управление клавиатурой осуществляется на уровне BIOS (параметры BIOS, необходимые для работы с клавиатурой USB, должны быть корректно заданы). Как уже отмечалось, в некоторых случаях для обеспечения соответствующей поддержки клавиатуры USB может понадобиться обновленная версия BIOS. Кроме того, используемые наборы микросхем системной логики должны поддерживать режим USB Legacy.

Автоматическое повторение

Если удерживать какую-либо клавишу нажатой, возникает эффект *автоматического повторения*, т.е. клавиатура начинает непрерывно посылать на системную плату код нажатой клавиши. В клавиатуре AT можно регулировать частоту автоматического повторения, подавая соответствующие команды на ее процессор. В клавиатуре PC/XT этого сделать нельзя, так как интерфейс клавиатуры однонаправленный.

В клавиатурах AT существует возможность программной настройки частоты повторного набора символов и степень задержки. Настройка осуществляется с помощью системной BIOS (хотя некоторые микросхемы BIOS не поддерживают всех необходимых функций) или операционной системы. В Windows нужно открыть панель управления и щелкнуть на значке **Клавиатура** либо использовать команду `MODE`. В настройках можно задать скорость автоматического повторения от 2 до 30 символов в секунду и задержку от 0,25 до 1 секунды.

Для ускорения работы с клавиатурой лично я задаю максимальную частоту повторения (30 символов в секунду) и минимальную задержку (0,25 секунд). Такой режим можно определить с помощью следующей команды:

```
MODE CON: RATE=31 DELAY=0
```

Аналогично для снижения реакции клавиатуры можно задать минимальную частоту повторения (2 символа в секунду) и максимальное время задержки (1 секунду).

```
MODE CON: RATE=0 DELAY=3
```

Команда `MODE CON:` без задания параметров позволяет узнать текущие настройки клавиатуры. Настройки можно изменить и в диалоговом окне свойств клавиатуры панели управ-

ления (рис. 16.7). Ползунок **Задержка перед началом повтора** позволяет определить время нажатия клавиши, после которого символ начнет автоматически повторяться; ползунок **Скорость повтора** определяет частоту, с которой символы начинают автоматически повторяться по истечении времени ожидания.

Примечание

Деления на шкалах ползунков **Задержка перед началом повтора** и **Скорость повтора** соответствуют значениям параметров `RATE` и `DELAY` команды `MODE`. Каждое деление на шкале задержки соответствует 0,25 секунды, а на шкале скорости повтора — одному символу в секунду.

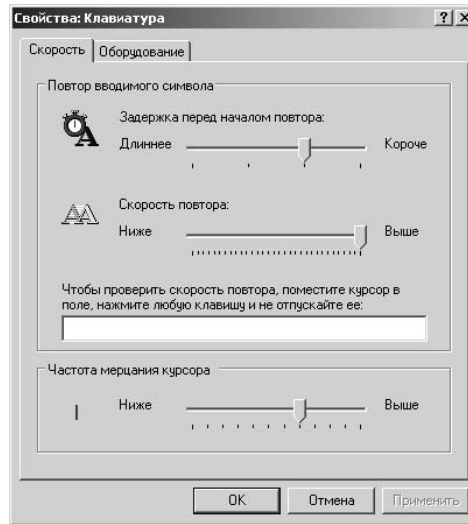


Рис. 16.7. Указание задержки перед началом повтора и скорости повтора для клавиатуры Windows

В диалоговом окне также находится текстовое поле, посредством которого можно проверить измененные параметры до их применения в системе. Щелкните мышью на текстовом поле, затем нажмите и удерживайте любую клавишу, после чего ввод символов будет осуществляться соответственно параметрам, определенным выше с помощью специальных ползунков.

Номера клавиш и скан-коды

При нажатии клавиши встроенный в клавиатуру процессор (8048 или 6805) определяет координаты замкнутого переключателя в матрице. После этого он передает на системную плату последовательный пакет данных, содержащий *скан-код* нажатой клавиши.

Это называется *кодом активизации*. Когда клавиша возвращается в первоначальное состояние, отправляется *код останова*, указывающий системной плате на то, что клавиша отпущена. Код останова аналогичен коду активизации плюс 80h. Например, если код активизации для клавиши <A> составляет 1Eh, код останова будет 9Eh. С помощью этих кодов система определяет конкретную нажатую клавишу или комбинацию нескольких одновременно нажатых клавиш.

В компьютере AT контроллер клавиатуры 8042 преобразует текущий скан-код в один из предусмотренных в системе скан-кодов и направляет его в главный процессор компьютера. Иногда нужно знать эти скан-коды, особенно при поиске неисправностей в клавиатуре или необходимости непосредственно прочитать скан-код в программе.

Когда клавиша “залипает” или выходит из строя, диагностическая программа, например процедура самоконтроля POST, обычно сообщает ее скан-код. Это означает, что вам придется идентифи-

цировать конкретную клавишу по ее скан-коду. Зная скан-код неисправной клавиши, с помощью этих таблиц можно определить, какая клавиша вышла из строя или нуждается в чистке.

Примечание

Для 101-клавишной (расширенной) клавиатуры используются три различных набора скан-кодов, причем по умолчанию устанавливается набор 1. В некоторых компьютерах, включая PS/2, при выполнении процедуры POST используется один из двух других наборов скан-кодов. Например, в компьютере IBM P75 в процессе выполнения POST используется набор 2, а во время обычной работы — набор 1. И хотя подобное случается редко, это необходимо знать, если возникнут трудности при интерпретации скан-кода.

В клавиатурах IBM каждой клавише назначается уникальный номер, что позволяет отличать ее от остальных. Эти номера нужно знать для идентификации клавиш на иностранных клавиатурах, где на них могут быть нанесены другие символы. В расширенных клавиатурах и в большинстве других моделей исключена одна клавиша (№ 29), но установлены две другие (№ 42 и 45); в результате общее их количество возросло до 102.

Примечание

Номера клавиш и соответствующие им скан-коды могут быть использованы для решения проблем, связанных с поломкой или “залипанием” клавиш. Диагностическая программа выводит скан-код поврежденной клавиши, позволяющий однозначно ее идентифицировать.

Существует множество “горячих” клавиш, которые в расширенных клавиатурах и клавиатурах USB могут использоваться для выполнения как определенных операций (например, запуска браузера, перевода системы в режим ожидания, регулировки уровня громкости акустической системы), так и функций, определяемых пользователем. Каждая “горячая” клавиша имеет собственный скан-код. Клавиатуры USB используют специальный набор кодов Human Interface Device (HID), преобразованных в скан-коды стандарта PS/2.

Международные раскладки клавиатуры и языки

После того как контроллер клавиатуры в системе получит скан-коды, сгенерированные клавиатурой, и передаст их на главный процессор, операционная система преобразует коды в соответствующие алфавитно-цифровые символы. Ими, например, являются буквы, цифры и другие символы, находящиеся на стандартной американской клавиатуре.

Однако, независимо от изображенного на клавише символа, довольно просто настроить процедуру преобразования скан-кода для назначения клавишам других символов. В Windows можно установить несколько раскладок клавиатур для поддержки различных языков.

В Windows 9x/Me щелкните на пиктограмме **Клавиатура** в окне **Панель управления** и перейдите во вкладку **Клавиатура**. В одноименной панели будет отображаться раскладка клавиатуры, выбранная при установке операционной системы. В Windows XP откройте окно **Панель управления**, щелкните на пиктограмме **Язык и региональные стандарты**, затем на вкладке **Языки** и в ней — на кнопке **Подробнее**. С помощью кнопки **Добавить** можно выбрать один из дополнительных языков ввода.

Используя различные раскладки клавиатуры, можно набирать тексты на разных языках. Например, для набора текста на французском языке необходимо установить символы с диакритическими знаками, на немецком — символы с умлаутами, а на русском — с кириллическими символами. Кроме того, несколько раскладок могут использоваться и для одного языка. Так, например, в различных странах, где жители говорят на французском языке, приняты разные соглашения относительно расположения на клавиатуре букв французского алфавита. Поэтому для некоторых языков Windows включает несколько различных раскладок клавиатуры.

Примечание

Важно понять, что добавление новой раскладки — это не то же самое, что установка операционной системы, локализованной для другого языка. Добавление новой раскладки клавиатуры не изменяет текст, уже набранный и отображенный на экране; оно только изменяет коды символов, вводимых с клавиатуры.

Альтернативные раскладки клавиатуры также не обеспечивают поддержку алфавитов, основанных не на латинице, таких, например, как русский или китайский. Символы с диакритическими знаками и другие, используемые в таких языках, как французский и немецкий, — часть стандартного набора символов кода ASCII. К ним можно получить доступ с помощью программы **Таблица символов** или комбинации <Alt+клавиша цифровой клавиатуры>. Альтернативная раскладка клавиатуры просто облегчает использование символов, характерных для того или иного языка.

Если в документах используется несколько языков, можно устанавливать все требующиеся раскладки клавиатуры по мере необходимости и переключаться между ними по желанию. После щелчка на индикаторе языка, расположенном на панели задач, открывается меню, позволяющее переключить язык. А во вкладке **Язык** можно указать комбинацию клавиш, которая позволит переключаться между установленными раскладками клавиатуры.

Разъемы для подключения клавиатуры и мыши

Клавиатуры выпускаются с кабелями, на концах которых может быть один из трех типов разъемов. Речь идет о том конце кабеля, который подсоединяется к системному блоку (в большинстве клавиатур другой конец кабеля подключен внутри корпуса, и, чтобы его отключить и проверить, нужно разобрать корпус). В клавиатурах IBM изначально использовался кабель с разъемными соединениями на обоих концах, что намного упрощало его замену. К сожалению, в современных клавиатурах IBM больше не используется разъемный кабель со штекером SDL или подобным телефонному.

Независимо от метода подключения кабеля к клавиатуре (или вообще отсутствия такового в беспроводных моделях) второй конец кабеля (или беспроводный ретранслятор) подключается к системному блоку с помощью одного из следующих штекеров.

- **5-контактный DIN**, применяемый в PC-совместимых компьютерах с системными платами Baby-AT
- **6-контактный mini-DIN**, часто называемый PS/2, так как впервые был использован в компьютерах семейства IBM PS/2
- **USB**, используемый в клавиатурах с этим интерфейсом

На рис. 16.8 показаны внешний вид и расположение контактов в этих разъемах, а в табл. 16.2 — сигналы, подаваемые на эти контакты (за исключением USB). Несмотря на то что стандартный разъем SDL не используется в указанной форме большинством производителей клавиатур, аналогичный разъем может применяться внутри клавиатур для подключения кабеля. Табл. 16.2 можно использовать в данном случае для проверки согласования контактов на обоих концах кабеля.

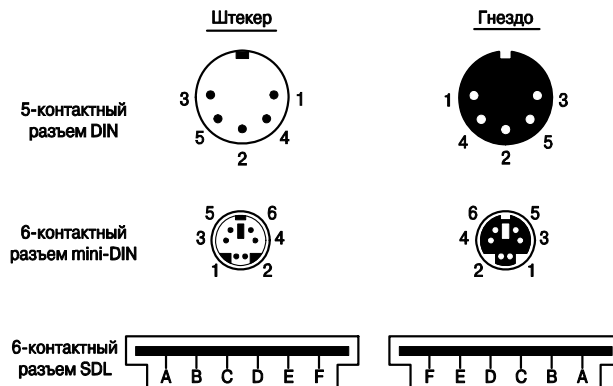


Рис. 16.8. Разъемы клавиатуры и мыши

Таблица 16.2. Сигналы на разъемах клавиатуры

Сигнал	5-контактный DIN	6-контактный mini-DIN	6-контактный SDL	Тестовое напряжение, В
Данные с клавиатуры	2	1	B	От +4,8 до 5,5
Общий	4	3	C	---
+5 В	5	4	E	От +2,0 до +5,5
Синхронизация клавиатуры	1	5	D	От +2,0 до +5,5
Не соединен	---	2	A	---
Не соединен	---	6	F	---
Не соединен	3	---	---	---

DIN. Стандарт, созданный Германским институтом стандартизации измерений.

SDL. Тип экранированного разъема, созданный AMP и используемый IBM и другими компаниями для подключения кабеля к клавиатуре.

6-контактный разъем mini-DIN иногда называют PS/2.

Для подключения мыши к системной плате устанавливается 6-контактный разъем mini-DIN, расположение и назначение выводов которого такое же, как и у разъема клавиатуры, но структура передаваемых данных другая. Это означает, что вы можете нечаянно подключить мышь к разъему mini-DIN, предназначенному для клавиатуры, и наоборот. В этом случае ни одно из данных устройств работать не будет.

Внимание

Мне приходилось видеть компьютеры с внешними источниками питания, в которых для подключения клавиатуры и источника питания предусматривался один и тот же стандартный разъем mini-DIN. Хотя путаница с разъемами mini-DIN клавиатуры и мыши не принесет никакого вреда, подключение источника питания к разъему клавиатуры приведет к непоправимым последствиям.

В современных компьютерах для подключения клавиатуры USB к встроенному порту USB используется USB-разъем типа A. Более подробная информация о шине USB приведена в главе 15.

Клавиатуры с интерфейсом USB

В последнее время становятся все более популярными клавиатуры, подключаемые к компьютеру с помощью универсальной последовательной шины USB вместо стандартных портов клавиатуры и мыши. Поскольку USB является универсальной шиной, она с успехом может заменить обычные параллельные и последовательные порты, а также порты клавиатуры и мыши. В настоящее время все системы пока еще выпускаются и с USB, и со стандартными портами. Однако в последнее время появились так называемые компьютеры “legacy-free”, в которых отсутствуют устаревшие конструктивные элементы, в том числе стандартные порты клавиатуры и мыши. Для подключения внешних устройств в них используются только порты USB.

Практически все производители клавиатур и устройств позиционирования выпускают USB-устройства. Клавиатура Natural Keyboard Elite, созданная в компании Microsoft, стала первой широко распространенной моделью, которая обеспечивала поддержку портов как USB, так и PS/2. В настоящее время аналогичными характеристиками обладают также проводные и беспроводные модели от Microsoft, Logitech, Belkin и других компаний. Кроме того, можно приобрести адаптеры USB-to-PS/2, выпускаемые сторонними компаниями, но эти устройства отличаются высокой стоимостью и работают далеко не со всеми моделями клавиатур.

Не все системы могут нормально работать с клавиатурой USB, поскольку стандартная BIOS поддерживает только стандартную клавиатуру, подключенную к порту клавиатуры. При использовании исключительно клавиатуры USB в подобных системах не только могут появляться сообщения об ошибках при загрузке, но возможна даже полная остановка.

Для использования клавиатуры, подключенной к универсальной последовательной шине, необходимо обеспечить следующие условия:

- в системе должен быть установлен порт USB;
- на компьютере должна быть установлена операционная система Windows 98 или более новая, которая поддерживает клавиатуры USB;
- поддержка режима USB Legacy должна осуществляться на уровне системной BIOS и наборов микросхем системной логики.

Поддержка *USB Legacy* означает, что набор микросхем системной платы и драйверы ROM BIOS позволяют использовать клавиатуру USB вне среды пользовательского графического интерфейса Windows. Практически все системы, выпускаемые с 1998 года, содержат BIOS с поддержкой режима USB Legacy, хотя по умолчанию эта поддержка может быть отключена.

Режим USB Legacy позволяет использовать клавиатуру USB практически в любых ситуациях, но несмотря на это отказываться от клавиатуры со стандартным портом еще рано. Ниже представлены примеры некоторых ошибок и сбоев, возникающих при работе в Windows.

- **Непосредственно после установки клавиатуры USB нельзя войти в Windows.** В этом случае лучше отключить клавиатуру на время загрузки системы и подключить ее уже после. Это позволит системе распознать подключение клавиатуры и корректно установить ее драйверы. Если система отказывается загружаться без клавиатуры, отключите в BIOS определение ошибок клавиатуры и временно подключите к компьютеру клавиатуру PS/2 (или используйте адаптер USB в PS/2).
- **При использовании диска аварийной загрузки для запуска Windows клавиатура USB не работает.** Чтобы выйти из этого положения, следует выключить систему, подсоединить стандартную клавиатуру, а затем перезапустить систему.
- **При включении функции поддержки USB Legacy в Windows 98 и 98 SE возникают конфликты между Windows и системной BIOS.** В результате при завершении работы Windows и перезагрузке компьютера в режиме MS-DOS система может не распознать клавиатуру USB. В этом случае необходимо обратиться к производителю компьютера или системной BIOS для получения “заплаты” или обновленной версии BIOS.

При возникновении каких-либо проблем, связанных с USB Legacy, воспользуйтесь одной из следующих рекомендаций:

- для получения данных об используемом аппаратном обеспечении обратитесь к базе данных Microsoft Knowledge Base;
- получите новые драйверы у изготовителя клавиатуры;
- попробуйте установить обновленную версию BIOS, которую можно получить у производителя системной платы или микросхемы BIOS;
- подключите клавиатуру к порту PS/2 через соответствующий адаптер или воспользуйтесь клавиатурой PS/2, пока не найдете решение этой проблемы.

Клавиатуры с дополнительными функциональными возможностями

Существуют клавиатуры, отличающиеся от стандартных дополнительными функциональными возможностями. Они могут быть как простыми (со встроенными калькулятором и часами), так и сложными (со встроенными устройствами позиционирования (манипуляторами), особой раскладкой или формой и возможностью перепрограммирования клавиш).

Примечание

В 1936 году Август Дворак запатентовал упрощенную раскладку клавиатуры, которая и получила его имя. Клавиатура Дворака предназначалась для замены стандартной раскладки QWERTY, используемой до сегодняшнего дня практически во всех клавиатурах. В 1982 году клавиатура Дворака была предложена в качестве стандарта ANSI, однако получила весьма ограниченное распространение.

Эргономичная клавиатура

С конца 1990-х годов наметилась тенденция к изменению формы клавиатуры вместо изменения раскладки клавиш. В результате было выпущено несколько так называемых *эргономичных* конструкций, учитывающих естественное положение рук во время набора. Как правило, в таких конструкциях клавиатура преломлялась в центре, разворачивая клавиши под прямым углом к естественному положению кистей рук при наборе. В некоторых моделях (например, Goldtouch от Lexmark и Kinesis Maxim) угол разворота можно было изменять. В остальных эргономичных клавиатурах (таких, как Microsoft Natural, PC Concepts Wave и Cirque Smooth Cat) угол разворота был фиксированным. Эргономичная конструкция позволяла повысить производительность и избежать опасности некоторых хронических заболеваний, таких как туннельный кистевой синдром. Некоторыми производителями предлагались и более радикальные конструкции, такие как клавиатуры Comfort и ErgoMagic из трех частей и трансформируемые в трехмерном пространстве клавиатуры Kinesis. Хорошим источником информации об эргономичных клавиатурах является сайт Ergonomic Resources (www.eergonomicsmadeeasy.com).

В целом использование таких клавиатур весьма заманчиво, но пользователи слишком консервативны, и ни одна из новых моделей еще не смогла серьезно потеснить на рынке клавиатуры традиционного дизайна. Когда эргономичная клавиатура слишком дорога для вашего бюджета, а кистевой туннельный синдром не за горами, следует приобрести кистевой держатель или же гелиевую подставку, присоединяемую к клавиатуре. Таким образом, можно сэкономить на покупке “настоящей” эргономичной клавиатуры.

Клавиатуры USB с концентраторами

Многие современные клавиатуры USB оборудованы встроенным концентратором USB, предназначенным для подключения к системе двух или более дополнительных портов. Хотя это и звучит заманчиво, следует иметь в виду, что концентратор, встроенный в клавиатуру, не обеспечивает подачу дополнительного напряжения на разъемы USB. Существует множество устройств, с которыми лучше работают активные (т.е. энергонезависимые) концентраторы, чем пассивные. Тем не менее клавиатуры с пассивным концентратором можно успешно применять, например, с мышью USB или другими маломощными устройствами. Более мощные устройства, питаемые от шины, такие как сканеры и веб-камеры, следует подключать к энергонезависимым концентраторам (т.е. имеющим собственный блок питания) или к портам USB системного блока. Клавиатуры и мыши старого стандарта USB 1.1 также можно подключать к быстродействующим портам USB 2.0 современных систем.

Мультимедийные и веб-клавиатуры

Как уже отмечалось, многие клавиатуры, реализуемые в розницу или входящие в состав укомплектованных систем, в настоящее время поддерживают четко определенные или программируемые комбинации “горячих” клавиш, которые используются для запуска браузера, универсального проигрывателя Microsoft Media Player, регулировки уровня громкости акустической системы, изменения порядка воспроизведения звуковых дорожек в программе Лазерный проигрыватель (CD-Player) и т.п. Для того чтобы воспользоваться подобными комбинациями клавиш, необходима операционная система Windows 98 или выше; в более современных системах имеется дополнительная поддержка клавиатур такого типа.

Для получения лучших результатов рекомендуется загрузить с сайта производителя клавиатуры последние ее драйверы для своей операционной системы.

Поиск неисправностей и ремонт клавиатуры

Ошибки клавиатуры чаще всего вызваны двумя простыми причинами (могут возникнуть и более сложные ошибки, однако это происходит довольно редко):

- неисправный кабель;
- “залипающие” клавиши.

Многие старые клавиатуры имеют заменяемые кабели. Такой кабель при возникновении ошибки легко отсоединить и заменить другим. Если произошел полный отказ клавиатуры, т.е. нажатие любой клавиши вызывает ошибку или ввод некорректных символов, наиболее вероятным источником проблемы является кабель. В этом случае попробуйте снять кабель с заведомо работающей клавиатуры и заменить им существующий. Если проблема исчезла, значит, источник проблемы — кабель, и его нужно заменить. Если клавиатура так и не заработала, источник проблемы кроется в чем-то другом.

Большинство современных клавиатур имеет несъемные кабели, по крайней мере не отсоединяемые с внешней стороны. В некоторых случаях можно разобрать клавиатуру и посмотреть, не вставлен ли кабель в разъем внутри корпуса. К сожалению, кабели клавиатуры не продаются в розничной торговле отдельно, так что единственным источником замены может стать другая клавиатура, что иногда экономически невыгодно.

Если кабель съемный, можно проверить в нем соединения с помощью цифрового мультиметра, предварительно отсоединив кабель от клавиатуры. Проверять его будет значительно проще, если в мультиметре предусмотрен режим пробника со звуковым сигналом. При проверке каждого проводника слегка покачивайте концы кабеля, проверяя устойчивость контакта. Обнаружив разрыв одного из проводников, замените кабель или всю клавиатуру (если это будет дешевле). Из-за низкой стоимости клавиатуры иногда лучше заменить все устройство, чем заказывать новый кабель (разумеется, если клавиатура не дорогой модели). Для клавиатуры модели “М” от IBM сменные кабели можно заказать на сайте www.clickykeyboards.com.

Более подробно об использовании мультиметра речь пойдет в главе 22.

Часто первое сообщение о неисправности клавиатуры появляется во время выполнения процедуры POST. Код ошибки при этом обычно начинается с цифры 3. Если такое сообщение появилось, запишите код ошибки. В некоторых BIOS выводится не код ошибки, а что-нибудь наподобие

Keyboard stuck key failure

Подобное сообщение при “залипании” клавиши выводит BIOS компании Phoenix. К сожалению, по такому сообщению нельзя определить, какая именно клавиша неисправна.

Если перед кодом ошибки (XX 3xx) стоит двузначное шестнадцатеричное число, значит, это и есть скан-код неисправной клавиши. С помощью таблиц можно определить, какой клавише соответствует конкретный скан-код. Снимите колпачок с подозрительной клавиши и прочистите контактирующие поверхности — в большинстве случаев этого бывает достаточно.

Определить неисправность разъема клавиатуры на системной плате можно, измерив напряжения на некоторых контактах. Чтобы избежать повреждения клавиатуры или системного блока, выключите компьютер. Затем отсоедините клавиатуру и включите питание. Проверьте напряжения между общим проводом и остальными контактами (см. рис. 16.8). Если все напряжения находятся в указанных в табл. 16.2 пределах, значит, узлы на системной плате, имеющие отношение к клавиатуре, исправны.

Если измеренные напряжения отличаются от указанных, возможно, вышла из строя системная плата. В противном случае неисправность следует искать в кабеле или клавиатуре. Попробуйте подсоединить к системному блоку заведомо работающую клавиатуру; если нормальная работа не возобновится, значит, все-таки вышла из строя материнская плата, и ее нужно заменить.

В некоторых новых компьютерах цепь питания разъемов клавиатуры и мыши на системной плате защищена плавким предохранителем, который можно заменить. Посмотрите, нет ли на системной плате поблизости от разъемов клавиатуры или мыши какого-нибудь предохранителя. В некоторых компьютерах контроллер клавиатуры (например, 8042) установлен в гнезде, т.е. является съемным. В этом случае можно отремонтировать схему управления клавиатурой на системной плате, просто заменив микросхему контроллера. Поскольку в этих микросхемах есть встроенная память ROM, для замены лучше покупать микросхему у производителя системной платы или BIOS. Если системная плата содержит впаянную микросхему

контроллера клавиатуры или набор микросхем, в котором контроллер клавиатуры интегрирован с другими микросхемами ввода-вывода, системную плату придется заменить.

Разборка клавиатуры

Несмотря на то что разборка клавиатуры возможна, учитывая предельно малую стоимость новых клавиатур и большую трудоемкость процесса, вам вряд ли захочется этим заниматься.

Чистка клавиатуры

Чтобы поддерживать клавиатуру в рабочем состоянии, ее необходимо прочищать. Для профилактики рекомендуется раз в неделю (или хотя бы раз в месяц) чистить ее пылесосом, при этом лучше использовать мягкую щетку. Вместо пылесоса для выдувания пыли и грязи можно использовать миниатюрный компрессор. Во время чистки с помощью компрессора держите клавиатуру клавишами вниз.

Во всех клавиатурах колпачки-кнопки съемные, чем можно воспользоваться, если клавиша работает плохо. Например, типична ситуация, когда клавиша срабатывает не при каждом нажатии. Причиной обычно оказывается грязь, скопившаяся под клавишей. Снимать колпачки с клавиш удобно U-образным захватом, предназначенным для извлечения из гнезд микросхем. Подведите загнутые концы захвата под колпачок, сведите их так, чтобы они зацепились за его нижнюю кромку, и потяните вверх. IBM выпускает и специальное приспособление для снятия колпачков, но зажим для микросхем лучше. Сняв колпачок, удалите грязь струей сжатого воздуха. Затем наденьте колпачок на место и проверьте работу клавиши.

Внимание

Не снимайте клавишу пробела на 83- или 84-клавишной клавиатуре — ее очень трудно поставить на место. В 101-клавишной клавиатуре используется другая конструкция, позволяющая снимать и устанавливать эту клавишу.

В некоторых клавиатурах удаление колпачка клавиши приводит к непосредственному отделению клавиши от переключателя. Поэтому во время разборки или сборки клавиатуры будьте особенно осторожны: вы рискуете повредить переключатель. В классических клавиатурах модели М IBM/Lexmark (которые в настоящее время производятся компанией Uni-compr) используются сменные колпачки, при удалении которых клавиша остается на прежнем месте. Это позволяет значительно уменьшить опасность повреждения переключателя во время чистки клавиатуры.

Может случиться, что вы чем-либо зальете клавиатуру. Катастрофы при этом не произойдет, если быстро промыть клавиатуру дистиллированной водой, затем частично разобрать ее и ополоснуть той же водой все детали. Если пролитая жидкость высохла, дайте частям клавиатуры отмокнуть. После этого еще раз промойте ее детали примерно в пяти литрах воды; все незамеченные остатки грязи исчезнут окончательно. Когда клавиатура полностью высохнет, она будет работать. Не удивляйтесь, но клавиатуру действительно можно промывать водой, не нанося ущерба ее компонентам; только вода обязательно должна быть дистиллированной, т.е. без осадка и растворенных минеральных солей. И еще одно замечание: клавиатуру нужно полностью высушить, прежде чем подключать к компьютеру. Остатки влаги могут привести к коротким замыканиям в схеме. Не забывайте, что вода — хороший проводник.

Совет

Поскольку условия, в которых эксплуатируется ПК, и место его нахождения могут приводить к тому, что на клавиатуре оседает слой грязи или пыли, некоторые компании выпускают тонкое мембранное покрытие, накладываемое поверх клавиш. Покрытие защищает клавиатуру от разлитой жидкости, пыли, грязи и прочих загрязняющих веществ. Поскольку мембрана очень тонкая и прочная, она практически не мешает набору текстов и общей работе с клавишами.

Рекомендации по выбору клавиатуры

Зачастую гораздо проще и дешевле заменить клавиатуру, чем заниматься ее ремонтом, особенно если неисправна электронная “начинка” или одна из клавиш. Достать запасные детали практически невозможно, но даже если они есть, сама процедура их замены оказывается довольно трудоемкой. Кроме того, большинство клавиатур, продаваемых вместе с дешевыми компьютерами, далеки от совершенства. Они, как правило, слишком “мягкие”. Плохо работающая клавиатура вызывает сильное раздражение. Поэтому лучше сразу заменить клавиатуру более подходящей.

Похоже, самые качественные клавиатуры выпущены IBM или, точнее, Unicomp. Компания Unicomp производит более 1400 моделей клавиатур IBM и Lexmark, а также развивает линию традиционных и усовершенствованных клавиатур, включая эксклюзивные модели для некоторых университетов. Лично я отдаю предпочтение черной клавиатуре EnduagaPro 104.

Некоторые классические клавиатуры IBM доступны в розничной продаже под торговой маркой IBM или IBM Options (последние стоят немного дешевле, так как позиционируются как запчастки). В табл. 16.3 представлены некоторые классические клавиатуры IBM, доступные в розничной продаже. Несмотря на то что эти модели не предлагаются на сайте IBM, их можно встретить в розничной продаже. Модели, помеченные в таблице звездочкой, доступны под маркой Unicomp.

Таблица 16.3. Клавиатуры IBM (доступны в розничной продаже)

Описание	Код устройства
Клавиатура IBM Enhanced (разъем DIN)	92G7454*
Клавиатура IBM Enhanced (разъем mini-DIN)	92G7453*
Клавиатура IBM Enhanced, встроенный трекбол (разъем DIN)	92G7456*
Клавиатура IBM Enhanced, встроенный трекбол (разъем mini-DIN)	92G7455*
Клавиатура IBM Enhanced, встроенное устройство TrackPoint II (разъемы mini-DIN)	92G7461*
Клавиатура IBM TrackPoint IV, черная	01K1260
Клавиатура IBM TrackPoint IV, белая	01K1259
Клавиатура IBM TrackPoint USB Space Saver (черная)	22P5150
Клавиатура IBM с двумя портами USB (черная)	10K3849
Клавиатура IBM Rapid Access III (черная)	22P5185

Обратите внимание на то, что компания IBM уже несколько лет сама не занимается производством клавиатур, поэтому, если на клавиатуре красуется гордый значок *IBM*, это вовсе не подтверждает ее качество, надежность и долговечность, присущие ранним моделям. По иронии судьбы купить “настоящую” клавиатуру IBM можно лишь у компании Unicomp, использующей в большинстве моделей технологию деформирующихся пружин, изначально разработанную в IBM.

Есть и другие компании, которые выпускают клавиатуры высокого качества, не уступающие продукции IBM/Lexmark/Unicomp. Клавиатуры этих марок обладают превосходной тактильной обратной связью и тихим звуком щелчка, однако лично мне никогда не приходилось сталкиваться с клавиатурами, лучшими IBM/Lexmark/Unicomp. Я и теперь оборудую все системы, с которыми приходится работать, клавиатурами Unicomp.

Сегодня на рынке доступно множество моделей клавиатур, в том числе со встроенными трекболами и революционным устройством позиционирования *TrackPoint*. Устройство TrackPoint — это небольшой рычажок, вмонтированный между клавишами <G>, <H> и . Впервые оно появилось в ноутбуках IBM ThinkPad, а сегодня по лицензии используется в моделях клавиатур разных производителей. Этому устройству будет посвящен отдельный раздел настоящей главы.

Устройства позиционирования

В 1964 году Дуглас Энгельбарт, работавший в Stanford Research Institute (SRI), изобрел мышь. Официально она была названа “указатель XY-координат для дисплея”. В 1973 году Херох применила мышь в своем новом компьютере Alto. К сожалению, тогда подобные системы были экспериментальными и использовались только в исследовательских целях.

В 1979 году компьютер Alto и его программное обеспечение были показаны нескольким инженерам компании Apple, в том числе Стиву Джобсу. Увиденное, особенно использование мыши в качестве устройства позиционирования для графического интерфейса, произвело на Джобса огромное впечатление. Apple тут же решила ввести это приспособление в свой компьютер Lisa и пригласила к себе на работу около 20 сотрудников компании Хегох.

Сама Хегох в 1981 году выпустила компьютер Star 8010, в котором использовалась мышь. Но этот компьютер оказался слишком дорогим и не имел успеха потому, что, возможно, опередил свое время. Apple выпустила компьютер Lisa в 1983 году, но стоил он около 10 тыс. долларов. Стив Джобс в это время работал над более дешевым преемником Lisa — компьютером Macintosh, который появился в 1984 году. Сначала этот компьютер не вызвал сенсации, но вскоре его популярность начала расти.

Многие считают, что появление и распространение мыши и графического интерфейса пользователя — это заслуга Apple, но очевидно, что сама идея и технология были заимствованы у SRI и Хегох. Хотя, конечно, операционная система Macintosh, а затем Windows и OS/2 немало способствовали продвижению этой технологии в мире PC-совместимых компьютеров.

Поначалу на рынке PC-совместимых компьютеров мышь не пользовалась особым спросом, но с появлением Windows и OS/2 стала почти обязательной принадлежностью всех систем. Сейчас мышь входит в комплект практически каждого компьютера. Правда, поставляемые в комплекте мыши редко принадлежат современному модельному ряду и бывают высокого качества, так что рано или поздно перед любым пользователем встает вопрос приобретения другого удобного устройства позиционирования.

Эти устройства выпускаются различными производителями, имеют разнообразные конструкции и размеры. Некоторые компании, взяв за основу стандартную мышь и перевернув ее, создали устройство *трекбол*. При его использовании вы двигаете рукой шарик, а не все устройство. В большинстве случаев в трекболе установлен шарик гораздо большего размера, чем в стандартной мыши. Что касается дизайна, то трекбол идентичен мыши по базовым функциям и электрической “начинке”, но отличается ориентацией и размером шарика. В настоящее время появились эргономичные модели устройств типа трекбол, а также модели, использующие механизмы оптической регистрации перемещений, применяемые в современных конструкциях мыши компаний Microsoft и Logitech.

Среди производителей этого устройства наиболее крупными являются Microsoft и Logitech. Несмотря на внешнее разнообразие все устройства работают одинаково. Ниже представлены основные компоненты мыши.

- Корпус, который пользователь держит в руке и передвигает по рабочему столу.
- Механизм отслеживания перемещения мыши: шарик/ролик или оптические датчики.
- Несколько кнопок (обычно две или более) для подачи (или выбора) команд.
- Ролик для вертикальной прокрутки. Некоторые ролики можно наклонить и использовать для горизонтальной прокрутки, а также нажимать и выполнять с их помощью некоторые действия.
- Интерфейс соединения мыши с системой. В традиционных конструкциях для этого используются кабель и разъем; в беспроводных конструкциях применяются радиочастотные или инфракрасные приемопередатчики, расположенные в корпусе мыши и специальном модуле компьютера, который необходим для взаимодействия мыши с системой.

Корпус мыши сделан из пластмассы, и в нем практически нет движущихся компонентов. В верхней части корпуса, под пальцами, располагаются кнопки. Количество кнопок может быть разным, но обычно их только две. С 1996 года мыши стали оборудоваться роликом для прокрутки. Последние версии Windows поддерживают работу колеса прокрутки, функционирование всех дополнительных кнопок и механизмов обеспечивается специальным драйвером, поставляемым производителем мыши.

Мышь шарового типа

В нижней части мыши располагается небольшой покрытый резиной металлический шарик, который вращается при перемещении мыши по столу. Вращение шарика преобразуется в электрические сигналы, которые по кабелю передаются в компьютер.

Внешне мышь шарового типа выглядит довольно просто. Шарик контактирует с двумя валиками, один из которых отслеживает перемещение мыши по оси X, а другой — по оси Y. Эти валики соединены с небольшими ребристыми дисками, через которые периодически проходят (или не проходят) лучи от источника света. Небольшие оптические датчики регистрируют вращение осей, улавливая отблески инфракрасных лучей, проходящих при вращении валиков через ребра дисков. Отблески света преобразуются в сигналы перемещения вдоль соответствующей оси координат. Устройства подобного типа, называемые оптико-механическими датчиками, являются наиболее распространенным типом механизмов мыши (рис. 16.9), хотя оптическая мышь становится все более и более популярной. На рис. 16.10 показан разъем мыши PS/2.

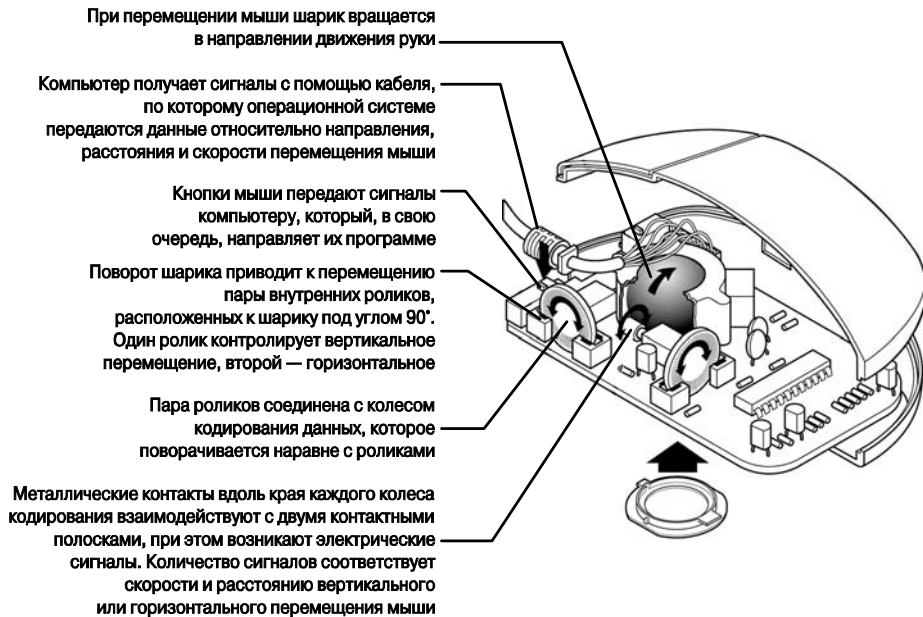


Рис. 16.9. Механизм оптико-механической мыши

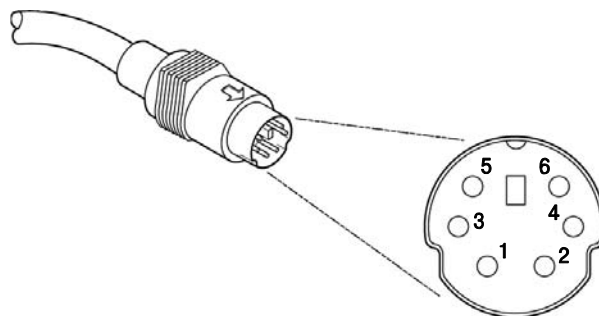


Рис. 16.10. 9-контактный разъем mini-DIN мыши PS/2

Оптическая мышь

Оптический метод регистрации перемещений сегодня является одним из самых перспективных. В первых конструкциях оптической мыши компании Mouse Systems, а также в некоторых других применялся датчик, для работы которого требовался специальный коврик с координатной сеткой. Это привело к тому, что устройства этой конструкции, несмотря на их высокую точность, не получили широкого распространения.

Компания Microsoft возобновила производство этих устройств, создав IntelliMouse Explorer. В этой модели, как и в прежних конструкциях оптической мыши, для регистрации перемещений используется оптическая технология. В этой мыши нет движущихся элементов, кроме колеса прокрутки и кнопок, расположенных в верхней части корпуса. Не требуется и специальный коврик, так как мышь может работать практически на любой поверхности. В этой конструкции вместо относительно простого оптического датчика, который применялся в предыдущих версиях оптической мыши, используется улучшенная модель *сканера с зарядовой связью (СЗС)*. Этот сканер, в сущности, является упрощенной версией датчика видеокамеры, который регистрирует перемещение, отслеживая изменение той поверхности, где расположена мышь. Функцию освещения поверхности выполняет светоизлучающий диод (LED).

Модель IntelliMouse Explorer стала первой из постоянно растущего семейства оптических устройств, созданных компанией Microsoft. Вначале Logitech, а затем постепенно и все остальные производители мышей перешли на оптические технологии, выпустив на рынок широкий спектр самых разнообразных оптических мышей во всех ценовых категориях. На рис. 16.11 показана типичная оптическая мышь.

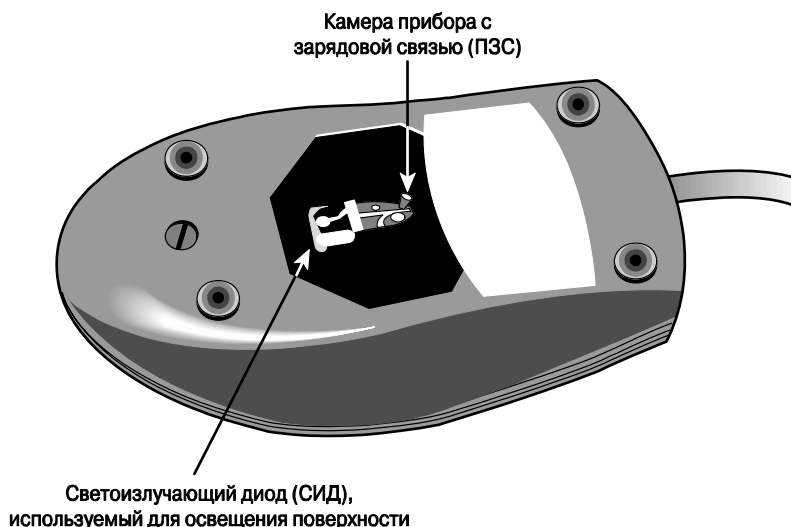


Рис. 16.11. Оптическая мышь Logitech iFeel (вид снизу)

Благодаря своей универсальности и простому техническому обслуживанию (не говоря уже о непревзойденной точности позиционирования) оптическая мышь является достойным выбором для любой системы, а многообразие моделей позволяет приобрести такую мышь по ценам качественных традиционных устройств. На рис. 16.12 показано внутреннее устройство типичной оптической мыши.

Различные типы оптической мыши имеют разрешение не менее 400 точек на дюйм и как минимум один датчик. Тем не менее некоторые устройства имеют настраиваемую чувствительность датчика, вплоть до 2000 точек на дюйм. Часто такие мыши продаются как “игровые”, поскольку повышенная чувствительность позволяет быстрее перемещаться в

виртуальном пространстве трехмерных игр. Многие современные мыши оснащены инфракрасными лазерными сенсорами, что позволяет перемещать их по зеркальным и прозрачным поверхностям.



Рис. 16.12. Светоизлучающий диод, находящийся внутри оптической мыши, освещает поверхность, посылая импульсы света несколько раз в секунду. Свет, отражаемый от поверхности (будь то стол или коврик мыши), улавливается датчиком, который преобразует информацию в цифровые данные и передает их компьютеру

Оптическая мышь, как и традиционная — шарового типа, — бывает проводной и беспроводной. В беспроводных мышках информация передается на инфракрасный датчик или на радиочастотах. Приемник вставляется в порт мыши или USB, а питаемая от батареек мышь содержит совместимый с ним передатчик. По своим размерам беспроводная шаровая мышь больше обычной, что связано с необходимостью размещения батарей и громоздкого шарового механизма. При этом беспроводная оптическая мышь имеет примерно такие же габариты, как и высококачественные проводные устройства.

Совет

Хотя кабели бывают разные, их обычная длина составляет 120–180 см. Если есть возможность выбора, то более длинный кабель избавит от некоторых неприятных моментов и позволит перемещать мышь более свободно. При необходимости можно использовать и специальные удлинители.

Взаимодействие мыши и компьютера осуществляется с помощью специальной программы-драйвера, которая либо загружается отдельно, либо является частью системного программного обеспечения. Например, для работы с Windows или OS/2 отдельный драйвер для мыши не нужен, но для большинства DOS-приложений он необходим. Загрузку DOS-драйвера можно определить в файлах Autoexec.bat и Config.sys. В любом случае драйвер (встроенный или отдельный) преобразует получаемые от мыши электрические сигналы в информацию о положении указателя и состоянии кнопок.

Стандартные драйверы Windows предназначены для традиционной двухкнопочной мыши с колесом прокрутки или без него. Тем не менее постоянно выпускаются новые модели с дополнительными кнопками и колесами прокрутки, для использования которых необходим специальный драйвер, поставляемый производителем манипулятора.

Интерфейсы устройств позиционирования

Мышь можно подключить к компьютеру следующими способами:

- через последовательный интерфейс;
- через специальный порт мыши (PS/2) на системной плате;
- через порт универсальной последовательной шины (USB);
- с помощью Bluetooth или беспроводного соединения иного типа.

Последовательный интерфейс

В большинстве старых PC-совместимых компьютеров мышь подключается через последовательный интерфейс. Как и у других последовательных устройств, соединительный кабель мыши оканчивается 9- или 25-контактным разъемом. В этих разъемах (DB-9 или DB-25) используется всего несколько контактов — остальные лишние.

Поскольку в большинстве старых компьютеров предусмотрено два последовательных порта (COM1 и COM2), мышь можно подключать к любому из них. При запуске программа-драйвер проверяет порты и определяет, к какому из них подключена мышь. Если в качестве последовательного порта определен другой порт — COM3 или COM4, — то драйвер мыши может работать некорректно. Следует заметить, что большинство современных драйверов работают с любым из портов COM1–COM4.

В связи с тем, что последовательная мышь не подключается непосредственно к системе, она не использует ее ресурсов — оказываются занятыми лишь ресурсы того последовательного порта, к которому она подключена. Если, например, она подключена к порту COM2, то используются линия IRQ 3 и адреса порта ввода-вывода 2F8h–2FFh.

Порт мыши на системной плате (PS/2)

В большинстве новых компьютеров предусмотрен специальный порт мыши, встроенный в системную плату. Впервые он появился в 1987 году в компьютерах PS/2, поэтому его часто называют “интерфейсом мыши PS/2”. Это совсем не значит, что такая мышь может работать только с PS/2; подразумевается, что ее можно подключить к любому компьютеру, в котором порт установлен на системной плате.

Кабель мыши, подключаемой к подобному порту, заканчивается таким же разъемом mini-DIN, как и кабель новой клавиатуры. Электрически порт мыши подключен к контроллеру клавиатуры 8042, установленному на системной плате. Во всех компьютерах PS/2 для клавиатуры и мыши используются разъемы mini-DIN. В других компьютерах для подключения мыши применяются обычные разъемы, поскольку в большинстве стандартных корпусов не предусмотрен разъем mini-DIN для мыши. В этом случае приходится использовать переходной кабель между обычным штыревым разъемом системной платы и разъемом mini-DIN мыши PS/2.

Внимание

Как уже упоминалось, разъемы mini-DIN, используемые для подключения клавиатуры и мыши во многих системах, физически и электронно совместимы, что не относится к передаваемым пакетам данных. Неправильное подключение устройств приводит к тому, что клавиатура и мышь не будут работать. Тем не менее не волнуйтесь, если вы подключили устройство в другой порт: поскольку электрические сигналы портов аналогичны друг другу, с устройством или портом ничего не случится.

Лучше подключать мышь к встроенному порту, так как при этом не придется занимать дополнительные слоты расширения или последовательные порты, а возможности мыши не ограничиваются возможностями схем последовательного порта. Для порта мыши на системной плате используются прерывание IRQ12 и адреса порта ввода-вывода 60h и 64h. Поскольку порт мыши на системной плате соединен с контроллером клавиатуры 8042, его адреса ввода-вывода те же, что и у этой микросхемы. Прерывание IRQ12 не должно использоваться для других устройств в любых системах с шиной ISA, в которых порт мыши установлен на системной плате, поскольку в шине ISA не допускается совместное применение прерываний. При использовании мыши USB, возможно, понадобится отключить порт мыши, чтобы освободить линию запроса прерывания IRQ12 для другого устройства.

Комбинированная мышь

Эта мышь предназначена для подключения к портам двух типов. Большинство дешевых устройств, поступающих в розничную продажу, подключаются либо к последовательному порту, либо к порту PS/2; для подключения более дорогих устройств обычно используются порты PS/2 и USB. По сравнению с манипуляторами обычного типа, предназначенными для работы исключительно с портами PS/2 и USB, комбинированная мышь более функциональна.

Комбинированная мышь сама определяет, к какому порту подключена, и настраивается соответствующим образом. Обычно такие устройства выпускаются с разъемом mini-DIN на конце кабеля и переходным адаптером на 9- или 25-контактный разъем последовательного порта. Как показано на рис. 16.13, комбинированная мышь PS/2-USB обычно имеет кабель с разъемом USB и поставляется вместе с адаптером mini-DIN (PS/2).

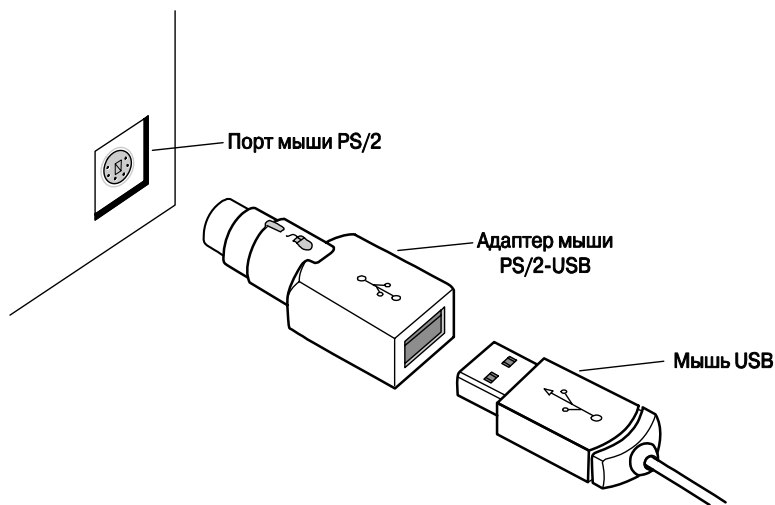


Рис. 16.13. Типичная мышь USB с адаптером PS/2

Некоторые пользователи пытаются с помощью подобных переходников подключить “чистую” последовательную мышь к порту на системной плате или мышь PS/2 — к последовательному порту. В таком сочетании они работать не будут, и дело здесь не в переходном устройстве. Если явно не сказано, что мышь комбинированная (т.е. одновременно и последовательная, и PS/2), то она может работать только с тем интерфейсом, для которого спроектирована. В большинстве случаев тип мыши указывается на нижней крышке корпуса. Как показывает практика, если мышь продается без адаптера или поставляется вместе с компьютером, то она, скорее всего, с адаптером работать не будет.

Интерфейс USB

В последнее время порт USB все чаще и чаще используется для подключения мыши, клавиатуры и других устройств ввода-вывода. Мышь USB, как и прочие USB-устройства позиционирования (например, трекбол), имеет по сравнению с другими интерфейсами целый ряд преимуществ.

- **Мышь USB позволяет позиционировать указатель более точно и плавно, чем традиционная мышь PS/2.** Типичная мышь PS/2 имеет частоту оповещения 40 Гц, в то время как мышь USB характеризуется средней частотой 125 Гц (большинство беспроводных устройств имеют частоту оповещения 40–50 Гц). Существуют утилиты, которые позволяют тестировать и корректировать эту частоту.
- **Мышь, как и другие устройства USB, может заменяться без выключения питания системы.** В том случае, если вам удобнее работать с трекболом, а ваш коллега предпочитает мышь, разверните системный блок тыльной стороной к себе, отключите мышь и подключите собственное устройство. Возможность “горячей” замены — уникальная особенность порта USB.
- **Возможность подключения нескольких устройств позиционирования.** К порту USB можно одновременно подключить несколько устройств позиционирования и без труда

переходить между ними в процессе работы. Недавно компания Microsoft представила технологию *MultiPoint*, позволяющую в одной системе параллельно работать несколькими устройствами позиционирования, при этом указатель каждого из них окрашен в отличный от других цвет.

- **Мышь USB может быть подключена к концентраторам USB, содержащимся в некоторых клавиатурах USB, или к автономному концентратору.** Концентратор позволяет упростить процесс подключения или отключения мыши. Иначе говоря, вам не придется пролезать под столом для того, чтобы добраться до задней панели компьютера. Во многих компьютерах порт USB располагается на передней панели системного блока, что упрощает отключение мыши и дает возможность подключать ее без использования внешнего концентратора.

Несмотря на то что первые устройства позиционирования USB постоянно находились в высшей ценовой категории, в настоящее время можно приобрести приличную мышь USB за ту же цену, что и высококачественную комбинированную мышь с последовательным и PS/2-портом. Короче говоря, самая современная “игровая” оптическая мышь премиум-класса обойдется не дороже 50 долларов, в то время как обычная — не дороже десяти.

Если вы собираетесь использовать мышь USB в режиме MS-DOS, при работе в командной строке или для установки параметров BIOS, убедитесь, что система поддерживает режим USB Legacy, о чем упоминалось в начале главы. Этот режим позволяет системе распознать на этапе включения клавиатуру и мышь, подключенные к порту USB.

Четвертым, и давно устаревшим, типом соединения является шинная мышь (называемая в компании Microsoft мышью Inport), для подключения которой требуется специальная плата ISA-адаптера.

Устранение неисправностей мыши

Если мышь работает плохо или не работает вообще, нужно проверять как аппаратные средства, так и программное обеспечение. Поскольку устройство мыши достаточно простое, ее проверка не отнимет много времени. Однако на решение проблем, связанных с программным обеспечением, времени может потребоваться гораздо больше.

Чистка мыши

Если указатель движется по экрану рывками, то, по-видимому, пришло время почистить мышь. Неравномерное перемещение и “застывание” указателя обычно происходит из-за пыли и грязи, накопившихся на шарике и валиках.

Почистить мышь очень просто. Переверните ее так, чтобы был виден шарик. Он удерживается в гнезде крышкой, которую можно снять. На ней может быть даже нарисовано, как это сделать (в некоторых конструкциях, чтобы добраться до шарика, придется открутить несколько винтов). Откройте крышку — и вы увидите шарик и гнездо, в которое он вставлен.

Переверните мышь, и шарик выпадет. Внимательно осмотрите его. Он может быть серым или черным, но на нем не должно быть грязи и мусора. В случае необходимости промойте шарик в мыльной воде (или протрите спиртом) и высушите его.

Затем осмотрите гнездо, в которое укладывается шарик. Вы увидите два или три небольших ролика, или валика, которым с помощью шарика передается вращение при движении мыши. Если на валиках или вокруг них скопились пыль и грязь, удалите их. Лучшее средство для выдувания пыли использовать компрессор. Сами валики можно протереть жидкостью для чистки контактов. Остатки пыли и грязи обязательно нужно смыть, иначе они будут мешать вращению шарика.

По окончании чистки уложите шарик на место и аккуратно закройте крышку. Мышь должна выглядеть так же, как и до начала “водных процедур” (разве что будет более чистой).

Одним из основных преимуществ нового поколения оптических устройств Microsoft и Logitech является отсутствие подвижных элементов. Достаточно вытереть пыль с оптического датчика, и на этом процесс чистки мыши будет завершен.

Конфликты, вызванные прерываниями

Аппаратные прерывания — это внутренние сигналы, сообщающие системе о наступлении каких-либо событий. При использовании мыши прерывание возникает тогда, когда появляется необходимость передать информацию от мыши к программе-драйверу. Если отведенное для мыши прерывание используется еще одним устройством, возникнет конфликт, и мышь будет работать неправильно (или вообще не будет работать).

Конфликты, связанные с прерываниями, обычно не относятся к системам с портом мыши, однако иногда случаются с другими интерфейсами. Портам мыши, встроенным в современные системные платы, почти всегда присвоено прерывание IRQ 12. Если в системе есть такой порт, убедитесь, что другие платы расширения не имеют такого же прерывания, иначе конфликт неизбежен.

В случае использования последовательного интерфейса конфликты обычно возникают при добавлении третьего или четвертого последовательного порта. Это происходит потому, что в компьютерах с шиной ISA нечетные последовательные порты (1 и 3) часто настраиваются на одно прерывание; то же самое относится к четным портам (2 и 4). Если, например, мышь подключена к порту COM2, а внутренний модем использует порт COM4, то оба устройства могут оказаться настроенными на одно и то же прерывание, и использовать их одновременно нельзя.

Конфликты, связанные с прерываниями, можно устранить, настроив систему так, чтобы одно и то же прерывание не могло использоваться какими-либо двумя устройствами. Существуют адаптеры последовательных портов, которые добавляют в систему порты COM3 и COM4 таким образом, что прерывания, используемые этими портами, не совпадают с теми, которые назначены портам COM1 и COM2. При установке этих плат новые порты COM используют свободное прерывание 10, 11, 12, 15 или 5. Если вы настраиваете свой компьютер с шиной ISA на совместное использование прерываний, проблемы в будущем гарантированы. Следует заметить, что современные наборы микросхем, поддерживающие возможность управления прерываниями, при работе в операционных системах Windows 95 OSR 2.x, Windows 98/Me/2000/XP позволяют совместно использовать прерывания, назначенные платам PCI.

Если мышь подключена к шинному интерфейсу, и вы подозреваете, что в системе возник конфликт из-за прерываний, воспользуйтесь диспетчером устройств Windows.

Диспетчер устройств операционных систем Windows 9x и более поздних является элементом программного обеспечения стандарта Plug and Play (PnP) и отличается высокой эффективностью работы с устройствами PnP. Хотя некоторые программы, определяющие параметры прерывания устройств, не гарантируют 100%-ного обнаружения конфликтов прерываний, после загрузки драйвера мыши адрес прерывания практически всегда определяется верно. Адреса прерываний адаптера шины данных или других устройств системы после определения можно изменить так, чтобы они взаимодействовали друг с другом без конфликтов.

Если драйвер вообще отказывается распознавать мышь, попробуйте подключить другую, заведомо работоспособную мышь. Такая замена может оказаться единственным способом выяснить, с чем связаны неполадки: с неисправной мышью или с испорченной программой.

В некоторых случаях после загрузки драйвера мыши или сторонней диагностической программы система “зависает”. Попробуйте отключить мышь и посмотреть, загрузится ли система; если загрузится, значит, проблема связана с мышью или ее портом на материнской плате. Если порт мыши на материнской плате выходит из строя, заменять придется всю системную плату, что не так дешево. В качестве альтернативы можно отключить порт мыши и подключить мышь к интерфейсу последовательного порта или USB.

Драйверы

Большинство мышей и прочих устройств позиционирования эмулируют мышь Microsoft, позволяя использовать две основные кнопки функции прокрутки в операционной системе Windows без загрузки специальных драйверов. Однако, если мышь оборудована дополнительными кнопками или функциями, потребуется установить ее драйверы, входящие в комплект поставки.

Колесо прокрутки

В конце 1996 года Microsoft представила новую модель мыши — IntelliMouse. Новое устройство выглядит практически так же, как стандартная мышь Microsoft, но между правой и левой кнопками у нее есть маленькое колесико. Это была не первая модель с колесиком прокрутки, представленная на рынке (в 1995 году компания Mouse Systems представляла модели ProAgiо и Genius EasyScroll), однако раньше такое технологическое решение не имело успеха. С тех пор Logitech, IBM и другие производители мышей начали выпуск моделей с колесиком прокрутки, совместимых со стандартом Microsoft. Такие мыши стали входить в стандартный комплект выпускаемых компьютеров.

Функций у колесика две. Во-первых, оно работает, как устройство для прокрутки изображений на экране: очень удобно просматривать документы или веб-страницы, слегка прокручивая колесико вверх и вниз указательным пальцем. Во-вторых, если на колесико нажать, оно сработает, как третья кнопка мыши.

Трехкнопочные мыши существуют уже давно, а вот функция прокрутки — это действительно нечто новое. Теперь, чтобы прокрутить изображение на экране, больше не нужно подводить указатель мыши к кнопкам прокрутки, расположенным на экране справа или отрывая руку от мыши, чтобы воспользоваться клавиатурой; легкое движение пальцем — вот все, что нужно. Каждый, кто работал с веб-страницами, текстовыми процессорами или электронными таблицами, согласится, что это очень удобно. Кроме того, в отличие от кнопки (в трехкнопочных устройствах других производителей), трудно нажать колесико по ошибке, ведь оно маленькое, не попадает все время под палец и на ощупь отличается от двух других кнопок. У производителей программного обеспечения ушло много времени, чтобы реализовать поддержку колеса прокрутки в своих приложениях, но сегодня кажется, что программная поддержка этого технологического решения существовала всегда и что иначе и быть не могло.

Программные драйверы устройств типа мыши различных производителей позволяют расширить основные функциональные возможности IntelliMouse. Например, драйвер MouseWare компании Logitech дает возможность выбрать несколько вариантов использования кнопок мыши (колесо прокрутки рассматривается в качестве третьей кнопки), а также определить параметры перемещения, щелкнув колесом прокрутки (три строки, шесть строк или полный экран). Драйвер компании Microsoft включает новую возможность, получившую название *ClickLock* (т.е. блокировка нажатия), которая позволяет перетаскивать элементы рабочего стола, не удерживая левую кнопку мыши нажатой. Кроме того, драйвер содержит функцию *Universal Scroll*, с помощью которой можно внедрить поддержку устройств прокрутки в приложения, не имеющие такой возможности. Чтобы расширить функциональность используемых устройств, постарайтесь периодически загружать и устанавливать новые драйверы мыши.

Компания IBM и другие производители вместо колеса прокрутки, которым оснащены устройства Microsoft и Logitech, часто используют для тех же целей кнопки различных типов. В недорогих конструкциях используются кулисные переключатели, но наиболее удачным вариантом можно считать устройство ScrollPoint Pro компании IBM. Его основным элементом является чувствительный к нажатию рычажок прокрутки, похожий на устройство позиционирования TrackPoint, используемое в портативных компьютерах IBM и некоторых клавиатурах ПК от IBM и Unicomp. Не снимая палец с рычажка, расположенного в центральной части корпуса мыши, можно просматривать документы (это гораздо удобнее, чем работать с колесом прокрутки). Поскольку ScrollPoint Pro не содержит подвижных элементов, такое устройство обладает высокой надежностью.

Устройство TrackPoint II/III/IV

В октябре 1992 года IBM на своих новых компьютерах ThinkPad 700 и 700C внедрила качественно новое устройство позиционирования, названное *TrackPoint*. Это устройство представляет собой небольшой резиновый рычажок, находящийся на клавиатуре между клавишами <G>, <H> и <V>. После появления мыши это был самый решительный шаг вперед в развитии технологии манипуляторов.

Такое устройство практически не занимает места на клавиатуре, не имеет подвижных частей, которые могли бы сломаться или испачкаться. А самое главное — не нужно убирать руки с клавиатуры, что очень удобно, если вы печатаете вслепую.

Мне повезло встретиться с создателем этого устройства на весеннем показе Comrex/Windows World в 1992 году. При осмотре выставки мое внимание привлек мужчина в подтяжках, демонстрирующий небольшое устройство у стенда компании IBM. Он привлек мое внимание тем, что был одет не по протоколу (в деловой костюм), а внешне напоминал скорее ученого или инженера. Я оказался прав, и этот человек впервые продемонстрировал мне экспериментальный прототип клавиатуры с маленьким рычажком посередине. На рычажок был надет кирпичного цвета резиновый колпачок, который позволял управлять рычажком, не укладывая палец. Я узнал, что этот манипулятор был вручную смонтирован в стандартную клавиатуру и представлен на выставке с целью проведения маркетинговых исследований. Мне было предложено немного поработать с этой клавиатурой, подключенной к одной из демонстрационных систем. Оказалось, что нажимая на рычажок указательным пальцем, я могу с легкостью перемещать указатель мыши по экрану. Сам рычажок при этом не перемещался, как джойстик. Вместо этого он был соединен с датчиками, регистрирующими прилагаемые пальцем усилия в одном из направлений, куда и перемещался затем указатель. Чем сильнее я надавливал на рычажок, тем быстрее двигался указатель. После нескольких минут тренировки я уже довел процесс управления манипулятором до автоматизма. Мне казалось, что я только успеваю подумать о том, куда следует переместить указатель, как уже оказывался в нужном месте.

Человек в подтяжках оказался доктором Тедом Селкером, изобретателем устройства. Вместе с Джозефом Рутледжем он создал этот революционный манипулятор в исследовательском центре IBM T.J. Watson. Когда я поинтересовался у него, когда данное устройство будет выпущено на рынок, он не смог сказать ничего определенного. В то время компания IBM только анализировала реакцию общественности на новое устройство и еще не планировала его выпуск. Я заполнил предложенную мне анкету, указав, что меня очень заинтересовало это революционное устройство и что я бы с удовольствием его приобрел.

Шесть месяцев спустя компания IBM анонсировала выпуск новой модели ноутбуков ThinkPad 700, в которую было включено это революционное устройство (тогда оно называлось TrackPoint II). С тех пор вышли еще две версии этого устройства, обладающие повышенной чувствительностью и управляемостью.

Примечание

Устройство *TrackPoint II* не имеет отношения к устройству с аналогичным названием *TrackPoint*, которое являлось гибридом мыши/трекбола и просуществовало совсем недолго. В настоящее время на рынке представлены устройства TrackPoint III и IV, поэтому, чтобы не запутать читателя, ниже эти устройства будут именоваться просто TrackPoint.

Конечный вариант TrackPoint представляет собой маленький резиновый рычажок красного цвета, расположенный между клавишами <G>, <H> и <V>. Основная и дополнительные кнопки, аналогичные кнопкам мыши, расположены под клавишей пробела, и до них легко дотянуться большими пальцами. Это позволяет вообще не убирать руки с клавиатуры. В новые версии манипулятора включена третья кнопка, выполняющая функцию прокрутки.

Исследования, проведенные изобретателями этого устройства, показали: на то, чтобы перенести руку с клавиатуры на мышь и обратно, уходит около 1,75 с. Если вы печатаете со скоростью 60 знаков в минуту, то теряете на этом около двух слов. При работе с TrackPoint практически все это время экономится. Одновременно нажимая на рычажок и кнопку, можно легко перемещать объекты на экране.

Исследования IBM также подтвердили, что использование устройства TrackPoint вместо мыши позволяет достичь 20%-ного повышения производительности, особенно если пользователю приходится много работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами и про-

чими офисными приложениями. В ходе тестовых испытаний TrackPoint III группе пользователей настольных компьютеров предоставили как традиционные устройства типа мыши, так и TrackPoint. Через две недели 80% пользователей отключили мыши и полностью перешли на TrackPoint, поскольку по сравнению с мышью это устройство обладает рядом неоспоримых преимуществ.

Еще одно достоинство TrackPoint состоит в том, что его можно использовать *вместе* с мышью, обеспечив двойное управление указателем. На экране присутствует только один указатель, но его можно перемещать с помощью как TrackPoint, так и подключенной мыши. С этими устройствами могут работать два пользователя (перемещая при этом один и тот же указатель!). Приоритетом пользуется устройство, начавшее перемещение, и управление указателем сохраняется за ним до окончания движения. Второе устройство позиционирования при этом автоматически блокируется.

Компания IBM/Lenovo предложила несколько вариантов устройства TrackPoint, используемых в портативных компьютерах и высококачественных клавиатурах, реализуемых под торговыми марками IBM, Lexmark и Unicomp. Производители портативных компьютеров HP/Compaq, Dell и Toshiba приобрели лицензию на устройство TrackPoint и оснащают им выпускаемые ноутбуки (в моделях от Toshiba оно называется Accupoint).

Я сравнивал TrackPoint с другими устройствами позиционирования для портативных компьютеров, в частности с TouchPad, но ничего подобного с точки зрения точности и управляемости так и не нашел.

К сожалению, многие производители портативных систем отказались приобрести лицензию на технологию TrackPoint у IBM, а вместо этого пытаются копировать ее, используя худшие датчики и программное обеспечение. Большинство недостатков этих контрафактных устройств состоит в том, что они работают не очень хорошо и, как правило, медленнее; кроме того, они менее чувствительны и точны.

Устройства TrackPoint III/IV отличаются от предыдущего в основном материалом, из которого изготовлен резиновый колпачок. Если в TrackPoint II от IBM и в Accupoint от Toshiba колпачки изготавливались из силиконовой резины, которая легко пачкалась и становилась липкой, что требовало очистки, то колпачки TrackPoint III/IV изготовлены из другого, более шероховатого материала. Недавно были представлены и другие типы колпачков, не имеющие шероховатой поверхности, но с более широкой шляпкой для более удобного позиционирования указательного пальца. В настоящее время компанией IBM/Lenovo выпускаются три типа колпачков, предназначенных для разных условий работы (все эти колпачки взаимозаменяемы со старыми типами) (рис. 16.14).

- **Classic dome (84G6537).** Традиционная резинка для стирания карандаша с шероховатой поверхностью.
- **Soft rim (91P8423).** Колпачок с расширенной, плоской и не шероховатой шляпкой, требующий для перемещения указателя меньших усилий.
- **Soft dome (91P8422).** Расширенная выпуклая конструкция колпачка с не шероховатой поверхностью.



Рис. 16.14. Типы колпачков манипулятора TrackPoint: классический, soft rim и soft dome

Примечание

Если в вашей клавиатуре используется один из колпачков конструкции IBM/Lenovo, можете заменить его другим. Набор колпачков можно приобрести у любого дилера IBM по цене около 15 долларов. Замена выполняется просто: старый колпачок снимается, а новый надевается.

Еще одно различие между TrackPoint II и TrackPoint III/IV связано с программным обеспечением. IBM добавила элементы так называемого *обратного инерционного воздействия*, или технологию *QuickStop*. Программное обеспечение учитывает не только то, насколько быстро перемещается указатель, но и то, как быстро вы нажимаете и отпускаете устройство. Исследования показали, что усовершенствованное программное обеспечение и колпачки способны ускорить операции выделения на 8%.

Последняя версия устройства, TrackPoint IV, включает в себя дополнительную кнопку прокрутки и предоставляет возможность нажать на сам манипулятор для выбора элементов аналогично тому, как это делается с помощью левой кнопки мыши. Новые возможности еще больше расширили эффективность TrackPoint. Естественно, на привыкание к новому манипулятору требуется некоторое время, но затраченные усилия будут окуплены сторицей. Мне встречались люди, которые с удовольствием перешли от TouchPad к TrackPoint, и такие, которые предпочли остаться на другой платформе.

Преимуществами TrackPoint могут насладиться не только пользователи портативных систем. Этот манипулятор встречается и в обычных настольных клавиатурах, например компании Lexmark, которая выпускает ряд моделей, оснащенных TrackPoint. В результате пользователю как настольной, так и портативной систем не придется адаптироваться для работы с ними. Некоторые клавиатуры подобного рода продаются компаниями Unicomp и IBM/Lenovo.

Альтернативные устройства

В операционной системе Windows устройства позиционирования играют весьма заметную роль, поскольку используются так же часто, как и клавиатура. Следует заметить, что, кроме мыши и устройств позиционирования различных типов, которые уже рассматривались в этой главе, существует множество других механизмов, наиболее известными из которых являются следующие:

- планшеты, такие как Cirque GlidePoint;
- шаровые указатели (трекболы) разных конструкций;
- указательный джойстик типа 3M Renaissance Mouse.

Все эти устройства, рассматриваемые операционной системой как обычная мышь, предлагают пользователю множество дополнительных, совершенно разных возможностей. Если вас по каким-либо причинам не устраивает стандартная мышь или интегрированное устройство позиционирования типа TrackPoint II/III/IV, рассмотрите эти альтернативы.

Сенсорная панель

Первая сенсорная панель была включена в состав мертворожденной модели портативного компьютера Gavilan в 1982 году, однако с тех пор эта технология была предана забвению на долгие годы. В 1994 году компания Cirque создала новое устройство позиционирования, которое было названо *сенсорной панелью* (touch pad) или *указательным планшетом* (track pad). Эта технология, получившая название *GlidePoint*, была приобретена компанией Alps Electric, которая применяла термин “GlidePoint” для обозначения сенсорных панелей. В устройстве используется плоский квадратный планшет, который реагирует на положение пальца. Это устройство работает по тому же принципу, что и емкостные датчики, используемые в качестве кнопок управления лифтами, которые устанавливаются в некоторых офисах и гостиницах.

В портативных компьютерах сенсорные панели размещаются не между клавишами, а под клавишей пробела и измеряют давление, оказываемое пальцем на планшет. Датчик под планшетом преобразует движение пальца в движение указателя на экране. Несколько производи-

телей портативных компьютеров приобрели лицензию на это устройство в компании Cirque и оснащают им свои системы. Сенсорные панели часто встраиваются в различные клавиатуры среднего и высшего классов для настольных систем и обычно располагаются справа.

Для того чтобы нажать кнопку на экране компьютера, пользователю достаточно установить на ней курсор и один или два раза легко ударить кончиком пальца по сенсорной панели. Кроме того, сенсорные панели оснащены кнопками, аналогичными по своим функциям кнопкам мыши. В процессе “перетаскивания” элементов эти кнопки не используются, так как достаточно установить курсор на перемещаемый объект, нажать на сенсорную панель пальцем и, удерживая его, переместить курсор на нужное место. Далее нужно всего лишь отпустить палец, и элемент окажется на новом месте. Более современные модели включают в себя кнопки с дополнительными функциями, которые действуют примерно так же, как “горячие” клавиши клавиатур.

Сенсорные панели в основном используются в портативных компьютерах и настольных клавиатурах с интегрированными устройствами позиционирования, хотя отдельные версии сенсорных панелей компаний Cirque и Alps продаются в качестве замены мыши в настольных системах. В настоящее время сенсорные панели Cirque реализуются в розницу под торговой маркой Fellows или могут быть заказаны непосредственно на сайте компании Cirque. Устройство Internet Touchpad (реализуемое также компанией Fellows) имеет улучшенное программное обеспечение, поддерживающее различные положения пальцев, программируемые “горячие” кнопки, а также другие возможности, которые упрощают работу с веб-страницами.

Несмотря на достаточно широкое применение эта технология имеет ряд недостатков. Управление устройством зависит от соприкосновения кожи и содержания на ней влаги, а также от чувствительности и подвижности пальцев. Но самым большим недостатком является то, что для работы с сенсорным датчиком необходимо снимать руки с клавиш, а это существенно замедляет работу. С другой стороны, если вы не печатаете вслепую, то управлять сенсорным датчиком будет проще, чем TrackPoint. Для портативных систем устройства указания типа сенсорной панели предпочтительнее трекбола или внешней громоздкой мыши.

Если в портативной системе обычная мышь вам не нужна, то идеальным вариантом станет компьютер, имеющий сенсорную панель и устройство позиционирования TrackPoint. Попробуйте набрать текст, поработайте с файлами и с какой-нибудь графической программой и решите, какое из устройств больше подходит.

Трекболы

Первым трекболом, который я увидел за пределами зала игровых автоматов, был трекбол Wiso, популярный среди любителей компьютерных и видеоигр середины 1980-х годов (например, Missile Command и т.п.). Этот указатель являлся копией восьмипозиционного аналогового джойстика Atari 2600, но отличался от него гораздо большей гибкостью.

Современные трекболы, в отличие от выпускаемых ранее моделей, применяются не в компьютерных играх, а, прежде всего, в делопроизводстве. В трекболах чаще всего используется стандартный “мышинный” механизм позиционирования, единственным отличием которого является различное расположение (в верхней или боковой части корпуса) и увеличенные размеры шарика. Сам корпус шарового указателя не перемещается; пользователь вращает шарик, а валики и диски, расположенные внутри корпуса трекбола, преобразуют его вращение в соответствующее перемещение курсора на экране компьютера.

Существует множество конструкций трекболов, к которым относятся эргономичные модели, соответствующие по форме правой руке пользователя, билатеральные модели, одинаково хорошо подходящие для правой и левой рук, оптические устройства, использующие вместо валиков и дисков оптические датчики, применяемые в наиболее современных конструкциях мыши, а также многокнопочные монстры, напоминающие блок дистанционного управления.

Увеличенные размеры корпуса шарового указателя позволяют разместить дополнительные электронные схемы и батареи питания, необходимые для беспроводных конструкций. Компания Logitech предлагает несколько беспроводных моделей шаровых указателей, использующих радиочастотные приемопередатчики.

Трекбол использует те же драйверы и разъемы, что и стандартная мышь. Драйверы, поставляемые с операционной системой, обеспечивают выполнение основных операций, но, чтобы достичь максимальной эффективности современных моделей, обратитесь к их производителям для получения последних версий драйверов.

Устранение проблем в работе трекболов во многом похоже на устранение проблем в работе мыши. Поэтому все вопросы, не связанные с чисткой трекбола, уже рассматривались ранее.

Поскольку шарик трекбола перемещается рукой пользователя, а не в результате движения по столу, чистить трекбол приходится гораздо реже, чем мышь. Однако я все равно рекомендую регулярно выполнять чистку трекбола, особенно в том случае, если он поддерживает механизмы определения вращения шарика. Если указатель не перемещается, “замирает” или дергается, обязательно почистите устройство.

Поскольку выпускается немало моделей трекболов, конкретные указания по чистке можно найти на сайте компании-производителя трекбола. Как правило, при чистке используются ватные палочки, смоченные в изопропиловом спирте. С их помощью протираются все детали механизма в трекболе; подробности можно найти в руководстве пользователя, прилагаемом к трекболу.

Указательный джойстик Ergonomic Mouse компании 3M

Многие пользователи ПК, выросшие на первых видеоиграх, испытали своеобразный “интерфейсный шок”, сменив привычный джойстик на мышь. И даже проработав с мышью несколько лет, некоторые пользователи вопрошали, растирая затекшие руки, действительно ли мышь настолько “эргономична”, как об этом говорят.

Устройство компании 3M, разработанное в конце 2000 года, сохранило механизм позиционирования обычной мыши с шариком, полностью изменив пользовательский интерфейс. Вместо традиционной “мыльницы” или “шайбы”, которые использовались на протяжении многих лет, была представлена наклонная рукоятка, напоминающая джойстик. Устройство Ergonomic Mouse компании 3M подключается к портам PS/2 и USB (последовательные порты не поддерживаются). Сегодня существует два типоразмера этой модели. На верхней части рукоятки находится кнопка, представляющая собой кулисный переключатель; при перемещении вправо или влево он работает, как правая или левая кнопка мыши соответственно. Указательный джойстик также обеспечивает функцию прокрутки, для поддержки которой следует установить специальный программный драйвер.

Устройство Ergonomic Mouse поставляется с программным обеспечением, поддерживающим функцию прокрутки и другие дополнительные возможности. Для получения более подробной информации, относящейся к этим свойствам, обратитесь на сайт компании 3M.

Игровые устройства ввода

Когда-то любители компьютерных игр использовали в разных играх только символьные клавиши или клавиши управления курсором. Как вы понимаете, это существенно ограничивало количество и типы игр, которые создавались для компьютера.

Аналоговые джойстики и игровой порт

Усовершенствование видеостандартов, поднявшее компьютерные игры на качественно новый уровень, привело к распространению устройств ввода данных, предназначенных исключительно для игр. Первые джойстики, созданные для компьютеров IBM PC, практически не отличались от джойстиков, разработанных для их конкурентов — компьютеров серии Apple II. Джойстики IBM и Apple II, которые представляют собой аналоговые устройства, не имеющие положительной обратной связи, знакомы любителям игр по компьютерным системам Atari 2600, Commodore 64 и джойстикам игровых автоматов. Для корректной работы эти джойстики требовали частых повторных калибровок и далеко не полностью удовлетворяли требованиям любителей компьютерных игр. Кроме того, данные устройства использовали собственный разъем, представляющий собой 15-контактный игровой порт. Игровой порт

встраивался в различные звуковые платы, а также в интерфейсные платы ввода-вывода, предназначенные для шин ISA и VL-Bus.

Несмотря на то что использование джойстиков улучшило игровые возможности компьютера, аналоговый интерфейс и низкое быстродействие игрового порта привели к ограничению их эффективности. Это было связано с увеличением рабочей частоты процессора до 200 МГц, а также с появлением высокоскоростных видеоадаптеров AGP и PCI, что позволило сделать имитаторы полетов, автомобильных гонок и сражений более реалистичными. И когда возникла необходимость в более быстром разъеме для подключения игрового контроллера, порт USB снова пришел на помощь.

Игровые порты USB

Универсальный порт USB стал наиболее популярным разъемом для подключения контроллеров любых типов, включая джойстики, игровые пульты и рулевые колеса. Вместо того чтобы использовать во всех компьютерных играх единственный джойстик, не отвечающий в полной мере требованиям игры, в настоящее время пользователи могут “на ходу” менять игровые контроллеры, используя соответствующую возможность USB для их быстрой замены.

Для подключения недорогих игровых контроллеров могут использоваться как традиционные игровые порты, так и порты USB. Несмотря на это любители компьютерных игр предпочитают порты USB благодаря их более высокой скорости, поддержке силовой обратной связи (которая довольно реалистично сотрясает игровой контроллер в соответствии с событиями, происходящими на экране), а также эффекту качания (зависимость игровых событий от угла наклона игрового пульта).

Игровые контроллеры, подключенные к портам USB, подобно мыши, работают только с соответствующими программными драйверами. Для того чтобы играть в современные компьютерные игры, старайтесь устанавливать самые последние версии программного обеспечения.

Вопросы совместимости

Если вы часто играете в старые игры, написанные тогда, когда широко использовался 15-контактный игровой порт, приобретите контроллер с соответствующим интерфейсом. Несмотря на то что поставщики игровых контроллеров USB обеспечивают эмуляцию игрового порта, некоторые старые игры их не поддерживают. Если при использовании игрового контроллера USB вы столкнулись с проблемами при запуске определенной игры, посетите сайт ее производителя — там, скорее всего, можно найти обновления. Кроме того, посетите сайт производителя контроллера, чтобы загрузить новую версию драйвера, а также найти советы и рекомендации по устранению неполадок. Однако учтите, что аналоговые игровые контроллеры не всегда хорошо работают с окном DOS в новых операционных системах Windows XP и Vista. В данном случае лучше с помощью программ VMWare и VirtualPC создать виртуальный компьютер или вообще создать загрузочный раздел DOS, где и запускать старые игры.

Беспроводные устройства ввода данных

В течение нескольких последних лет появилось множество беспроводных версий мыши и клавиатуры от разных производителей. Чаще всего в этих устройствах используются инфракрасные или радиочастотные коротковолновые приемопередатчики, подключенные к стандартному последовательному порту или порту PS/2, а также соответствующие приемопередатчики, расположенные в мыши или клавиатуре. Беспроводные устройства ввода данных предназначены для удобной работы в условиях ограниченного рабочего пространства, а также при использовании телевизора/монитора с большим экраном в качестве домашнего кинотеатра или вычислительной системы.

Многие производители, в том числе Microsoft, Logitech и менее крупные компании, предлагают аппаратный комплект, в который входят беспроводные мышь и клавиатура, совместно использующие один приемопередатчик. Поскольку подобные устройства поддерживают наиболее современные возможности, включая программируемые клавиши, мультимедийные

клавиши, клавиши доступа к Интернету и оптические датчики, эти комплекты содержат не только наиболее эффективные модели, выпущенные данным производителем, но и обходятся дешевле, чем при отдельном приобретении мыши и клавиатуры.

Как работают беспроводные устройства ввода данных

Существуют следующие типы беспроводных устройств:

- инфракрасные;
- радиочастотные;
- с поддержкой Bluetooth.

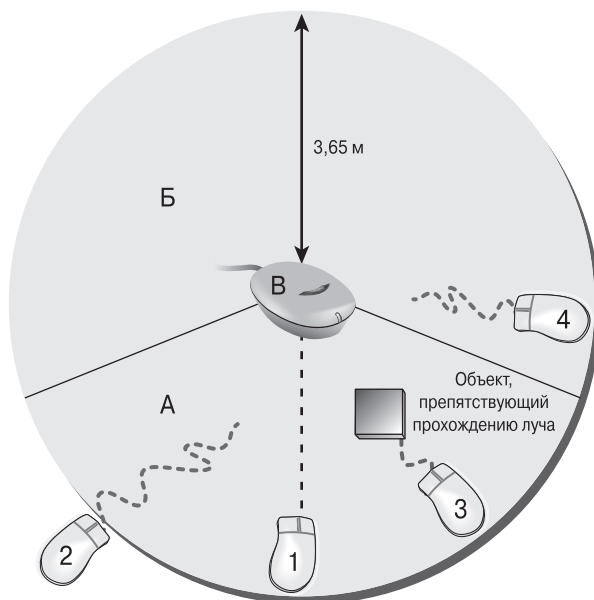
Во всех этих технологиях используется приемопередатчик, подключенный к порту PS/2 или USB. Многие беспроводные приемопередатчики предназначены для применения вместе с мышью и клавиатурой, поэтому в PS/2-совместимой версии имеется два кабеля, один из которых подключается к порту мыши, а второй — к порту клавиатуры. Если система поддерживает традиционные функции USB, то при использовании USB-совместимого приемопередатчика для подключения обоих устройств потребуется только один порт USB. Напряжение на приемопередатчик, подключенный к компьютеру, подается через порт.

Приемопередатчик, подключенный к системному блоку, получает сигналы от такого же приемопередатчика, который встраивается в мышь или клавиатуру. Питание устройств осуществляется с помощью батарей, поэтому сбои в их работе связаны в большинстве случаев с падением напряжения. В первых поколениях беспроводных устройств использовались специальные нестандартные батареи, которые впоследствии были заменены обычными щелочными батареями AA или AAA. Многие современные модели поставляются вместе с литий-ионными или никель-металлогидридными аккумуляторами; в качестве зарядного устройства часто выступает приемник, подключенный к ПК.

Питание устройств ввода различных типов, созданных по той или иной технологии, осуществляется с помощью батарей, но на этом сходство между ними заканчивается. Инфракрасные устройства отличаются сравнительно коротким радиусом действия (примерно 4 метра) и должны иметь свободную линию визирования (прямого доступа), соединяющую устройство ввода с приемопередатчиком. Что угодно — от бутылки колы до листа бумаги — может блокировать инфракрасный луч, поэтому точное позиционирование передатчика, встроенного в устройство ввода данных, имеет первостепенное значение. В некоторых инфракрасных устройствах более поздних моделей используются приемопередатчики, которые позволяют улавливать сигналы в диапазоне до 120°; однако такая технология оказалась более сложной, поэтому многие производители отказались от ее использования. На рис. 16.15 показаны линия визирования и сектор обзора, в котором будут корректно работать инфракрасные устройства.

Недостатки инфракрасных устройств, показанные на рис. 16.15, привели к тому, что в настоящее время многие производители беспроводных устройств стали использовать радиочастоты для передачи сигналов между устройством и приемопередатчиком. Радиочастотные беспроводные устройства отличаются отсутствием проблем, связанных с отклонением от линии визирования, но имеют более ограниченный радиус действия, не превышающий примерно 2 метра (рис. 16.16).

Несмотря на то что отклонение от линии визирования не влияет на работу радиочастотных устройств, при использовании их ранних версий существовала высокая вероятность влияния помех со стороны других устройств, находящихся в том же помещении. Это было связано с ограниченным количеством доступных радиочастотных каналов. Например, при работе с одной из первых беспроводных мышей MouseMan, созданных в компании Logitech, пользователю приходилось вручную выбирать канал, используемый мышью и приемопередатчиком. Если в небольшой комнате находилось более шести пользователей, работающих с радиочастотными устройствами, это практически всегда приводило к возникновению интерференции и ошибкам при перемещении указателя мыши на экране компьютера.



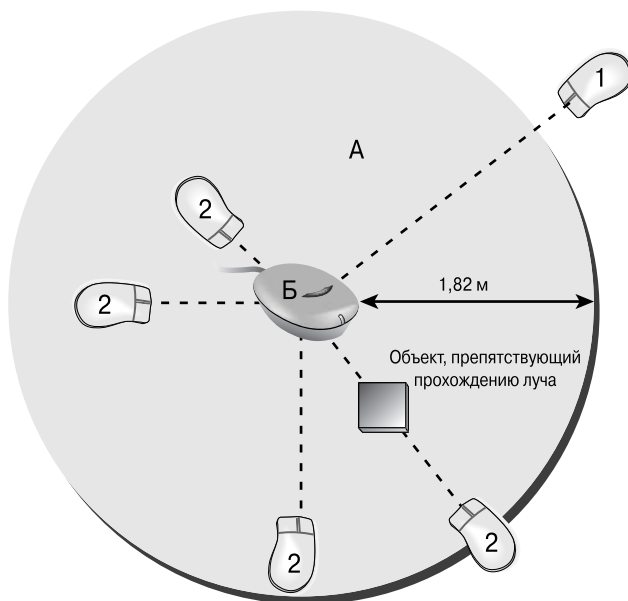
А – допустимый угол, обеспечивающий получение сигнала
 Б – угол, не обеспечивающий получение сигнала
 В – инфракрасный приемопередатчик

1 – мышь с инфракрасным подключением к приемопередатчику
 2 – подключение невозможно (расстояние превышает допустимое)
 3 – подключение невозможно (блокирована линия прямой видимости)
 4 – подключение невозможно (за пределами допустимого угла)

Рис. 16.15. Для корректной работы беспроводной инфракрасной мыши необходимо, чтобы мышь находилась в указанном секторе, была повернута к приемопередатчику под определенным углом и не закрывалась другими предметами. В противном случае мышь будет неработоспособной

К счастью, расширение диапазона используемых частот и их автоматическая настройка исключают появление помех со стороны других электронных устройств или устройств того же типа. Например, в серии современных беспроводных устройств, выпускаемых компанией Logitech, используется запатентованная технология Palomar. Несмотря на то что частота 27 МГц, определяемая этой технологией, стала фактическим стандартом для большинства современных устройств ввода данных (эта частота также используется в беспроводных устройствах Microsoft и IBM), компания Logitech предоставляет функцию цифровой безопасности, которая поддерживает более 4000 уникальных кодов. Эти коды предотвращают случайную активизацию другого компьютера беспроводным устройством и перехват сигналов другими пользователями. Подобная технология, характеризующаяся значительно меньшим числом кодов, используется и другими производителями. Радиус действия радиочастотных устройств, применяющих частоту 27 МГц, не превышает 6 футов (2 метра), но в этом случае передатчик может находиться за компьютером или под столом, что несколько не влияет на прохождение сигнала.

В настоящее время в большинстве беспроводных устройств используется соответствующий приемопередатчик. Тем не менее в некоторых применяется стандарт беспроводных устройств Bluetooth. Эффективный радиус действия устройств, созданных по технологии Bluetooth, достигает 30 футов (примерно 10 метров), причем эти устройства могут быть совместимы с подобными устройствами других торговых марок.



А – допустимый угол, обеспечивающий получение сигнала (360°)
 Б – радиочастотный приемопередатчик

1 – подключение невозможно (расстояние превышает допустимое)
 2 – мышь с радиочастотным подключением к приемопередатчику

Рис. 16.16. Беспроводная радиочастотная мышь должна находиться на расстоянии, не превышающем допустимый предел, но, в отличие от инфракрасной беспроводной мыши, может располагаться под любым углом к приемопередатчику. Книжки, листы бумаги и другие предметы не препятствуют прохождению сигнала

Опыт работы с беспроводными инфракрасными и радиочастотными устройствами ввода говорит о том, что радиочастотные устройства больше подходят для домашнего использования или работы в небольших служебных помещениях, рассчитанных на одного или двух человек. Условием корректной работы инфракрасных устройств является возможность беспрепятственного прохождения сигнала к приемопередатчику, поэтому при использовании комплекта “клавиатура/джойстик” на клиентском компьютере иногда приходится неоднократно “перенацеливать” клавиатуру для того, чтобы предотвратить потерю сигнала. Единственным преимуществом инфракрасных устройств является их сравнительно невысокая стоимость, но проблемы надежности имеют более важное значение, чем вопросы экономии. Помимо этого, благодаря широкому диапазону цен на беспроводные инфракрасные устройства, в том числе и на комплекты “мышь/клавиатура”, эти аппаратные средства стали доступны практически каждому пользователю. Если вы собираетесь использовать компьютер для работы с широкоэкранным телевизором или в качестве презентационной системы, подумайте о приобретении Bluetooth-совместимых устройств с увеличенным радиусом действия, которые выпускаются Microsoft, Logitech и другими компаниями.

Возможности управления режимом питания беспроводных устройств ввода

Когда батареи садятся, беспроводная мышь становится практически бесполезной, поэтому производители аппаратного обеспечения разработали функции управления режимом питания, которые позволяют увеличить срок службы батарей. Это особенно важно для оптической мыши, в которой используются энергоемкие светоизлучающие диоды (СИД), необходимые

для освещения поверхности. Например, датчик СИД, встроенный в беспроводную мышь Cordless MouseMan Optical от компании Logitech, имеет четыре рабочих режима (табл. 16.4).

Таблица 16.4. Режимы питания мыши Logitech Cordless MouseMan Optical

Режим	Количество световых импульсов в секунду	Примечание
Нормальный режим	1500	Используется только во время перемещения мыши
Режим накаливания	1000	Используется в момент остановки
Селекторный режим	10	Мышь не двигается более 2 мин
Импульсный режим	2	Мышь не двигается более 10 мин

Беспроводные клавиатуры активизируются только при нажатии какой-либо клавиши или использовании колеса прокрутки, существующего в некоторых моделях, поэтому их батареи служат гораздо дольше. Традиционная мышь шарового типа имеет более низкий уровень энергопотребления, чем оптическая, но практичность и точность последней имеют для большинства пользователей более важное значение, чем срок службы батарей.

Возможные проблемы беспроводных устройств

В том случае, если беспроводное устройство ввода данных не работает, необходимо обратить внимание на ряд факторов.

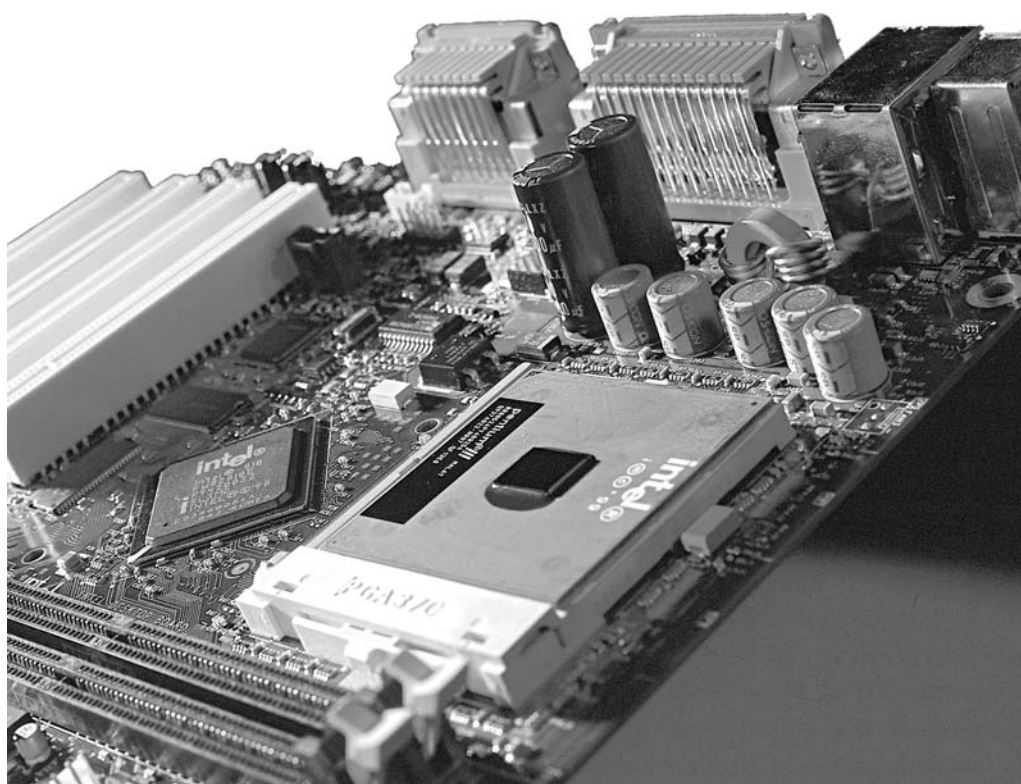
- **Отказ батарей.** На приемопередатчики, подключенные к системному блоку, напряжение питания подается непосредственно от компьютера; источником питания самих устройств ввода данных являются батареи. Обратите внимание на срок годности батарей и, если устройство не работает, попробуйте заменить батареи или отключите устройство.
- **Устройство и приемопередатчик не синхронизированы.** Используемые частоты устройства ввода данных и приемопередатчика должны совпадать друг с другом. В зависимости от конструкции синхронизация устройств может быть осуществлена простым нажатием кнопки или заменой батарей, после чего придется подождать несколько минут до полного восстановления контакта.
- **Интерференция модулей.** Обратите внимание на диапазон частот приемопередатчиков, используемых в беспроводных модулях. Для получения подробной информации о способах уменьшения интерференции устройств обратитесь на сайт изготовителя. Как правило, в беспроводных устройствах, применяемых на смежных компьютерах, используются разные частоты.
- **Блокировка линии прямой видимости.** При использовании инфракрасных беспроводных устройств необходимо тщательно выверить линию прямой видимости, расстояние между устройством и компьютером, а также проверить работоспособность самого устройства. Пальцы, случайно закрывшие инфракрасный глазок устройства, могут стать причиной прерывания сигнала — это примерно то же самое, что закрыть пальцем объектив фотоаппарата во время съемки.
- **Конфликты, связанные с прерываниями последовательного порта.** Если беспроводная мышь, подключенная к последовательному порту, перестает работать после установки платы расширения, то причиной этого, по всей видимости, являются конфликты прерываний, используемых данными устройствами. Для проверки этого воспользуйтесь диспетчером устройств Windows.
- **Отключение приемопередатчика.** Перемещение компьютера может привести к отключению приемопередатчика от клавиатуры, мыши PS/2, последовательного порта или порта USB. Устройство USB может быть подсоединено к системе без отключения электропитания. Но для корректной работы устройств других типов необходимо выключить систему, подсоединить кабель и перезагрузить компьютер.

- **Не включена поддержка режима USB Legacy.** Если беспроводное устройство, использующее приемопередатчик, подключенный к порту USB, работает в Windows, но отказывается работать в режиме командной строки, убедитесь, что поддержка режима USB Legacy осуществляется на уровне базовой системы ввода-вывода.

Глава 17

Подключение к Интернету

(на компакт-диске)

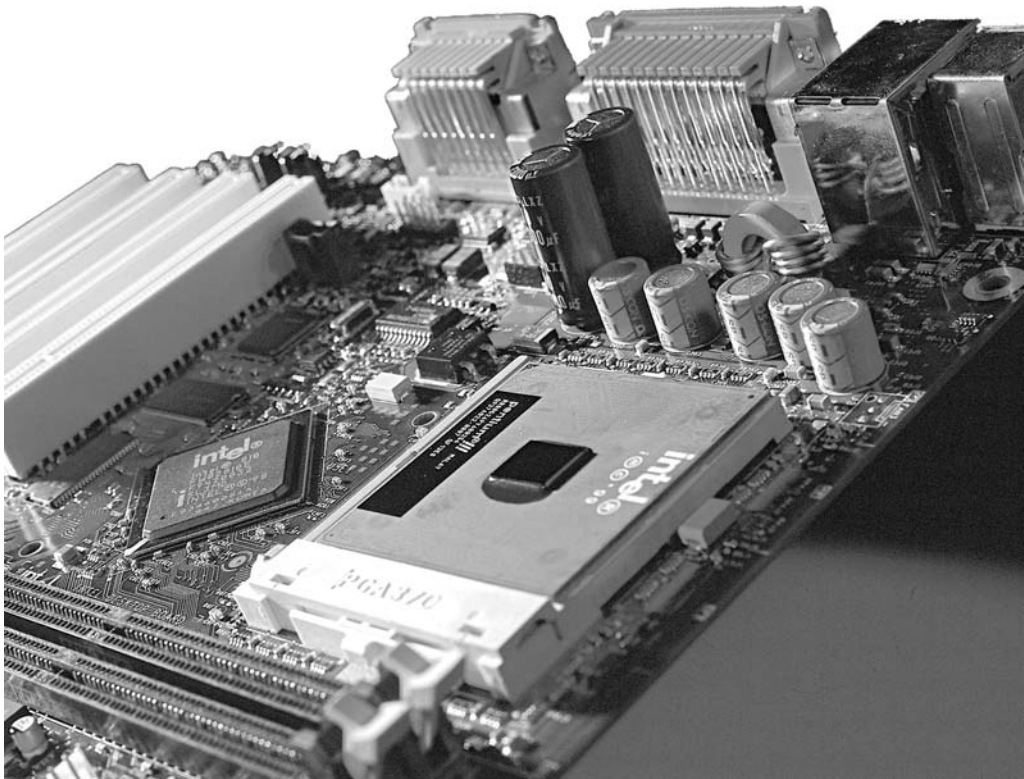


Страницы 1067–1112 находятся на прилагаемом компакт-диске.

Глава 18

Локальные сети

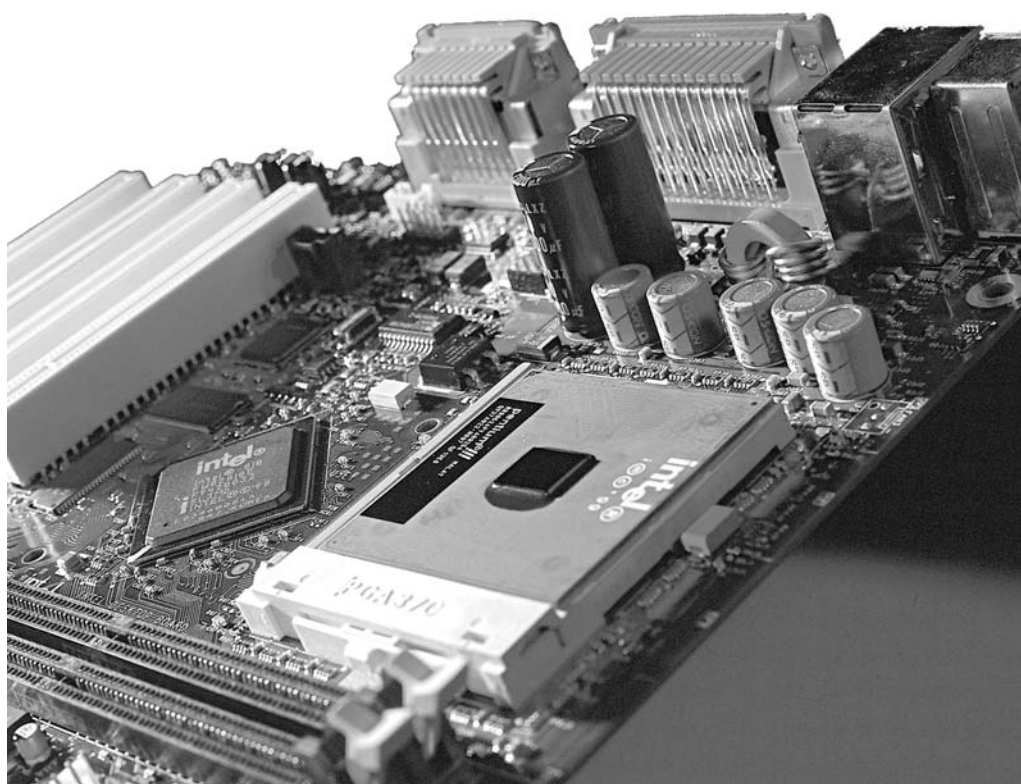
(на компакт-диске)



Страницы 1113–1164 находятся на прилагаемом компакт-диске.

Глава 19

Блоки питания и корпуса



Роль блока питания

Блок питания можно назвать одним из главных компонентов компьютера, однако его обычно обходят вниманием. Покупатели компьютеров по многу часов обсуждают частоту процессоров, емкость модулей памяти, объем и скорость жестких дисков, производительность видеоадаптеров, размер экрана монитора и т.д., однако крайне редко упоминают о блоках питания. Когда система собирается из самых дешевых компонентов, на какой элемент производитель обращает меньше всего внимания? Правильно, на блок питания. Для многих это просто невзрачная серая металлическая коробка, расположенная внутри компьютера и покрытая слоем пыли. Иногда пользователи все же задумываются о блоке питания, интересуясь исключительно мощностью в ваттах (несмотря на то что не существует практических методов проверки этой мощности) и упуская из виду важнейшие моменты, а именно: стабильна ли подача энергии или напряжение отличается шумом, скачкообразными выбросами и перебоями.

При выборе компьютера я всегда уделяют первоочередное внимание блоку питания, так как именно он обеспечивает надежность и устойчивость всей системы. Блок питания крайне важен, поскольку подает электроэнергию каждому компоненту системы. Кроме того, он является одним из самых ненадежных компьютерных устройств, так как по статистике именно блоки питания чаще всего выходят из строя. Не в последнюю очередь это связано с тем, что многие производители устанавливают самые дешевые блоки питания. Неисправный блок питания может не только помешать стабильной работе системы, но и физически повредить ее компоненты неустойчивым электрическим напряжением.

В настоящей главе блок питания рассматривается очень подробно. Здесь анализируются как электрические функции источника, так и механические формфакторы и конструкция блоков питания, которые использовались в ПК в прошлом и применяются сегодня. Поскольку физическая форма (формфактор) блока питания напрямую связана с типом корпуса, в котором его можно использовать, некоторые из представленных сведений также относятся к определенному типу шасси.

За последние несколько лет стандартный блок питания АТХ значительно эволюционировал; появились новые разъемы, необходимые для обеспечения питания системных плат и видеоадаптеров новых поколений. Для обеспечения совместимости устаревших блоков питания с новыми устройствами выпускаются специальные адаптеры. Также выпускаются адаптеры, позволяющие подключить устаревшие устройства к блокам питания нового поколения. Однако чаще всего в подобных адаптерах нет ни малейшей необходимости, поскольку в современных блоках питания представлены разъемы как нового, так и старого типов. Пользователям, которые собирают новые системы с нуля или же модернизируют существующие системы, будет полезно знать назначение всех новых разъемов. В настоящей главе рассматривается эволюция разъемов, которыми оснащаются блоки питания АТХ; основное внимание уделяется новым разъемам, которые необходимы при сборке современных компьютерных систем.

Назначение и принципы работы блоков питания

Главное назначение блоков питания — преобразование электрической энергии, поступающей из сети переменного тока, в энергию, пригодную для питания узлов компьютера. Блок питания преобразует сетевое переменное напряжение 220 В, 50 Гц (или 120 В, 60 Гц) в постоянные напряжения +3,3, +5 и +12 В. Как правило, для питания цифровых схем (системной платы, плат адаптеров и дисковых накопителей) используется напряжение +3,3 или +5 В, а для двигателей (дисководов и различных вентиляторов) — +12 В. Одни блоки питания требуют ручной установки параметров входного переменного тока, в то время как другие настраиваются автоматически.

Технически блок питания в компьютере представляет собой источник постоянного напряжения, преобразующий переменное напряжение в постоянное.

- *Постоянное напряжение* означает, что блок питания подает одинаковое напряжение к внутренним компонентам ПК, независимо от напряжения переменного тока или мощности блока питания (в ваттах).
- Под *переключением* понимают технологию регулировки мощности, используемую многими блоками питания. По сравнению с другими типами эта конструкция позволяет обеспечить эффективную и экономную работу блока питания с минимальным выделением тепла.

Положительное напряжение

Как правило, цифровые электронные компоненты и интегральные схемы компьютера (системные платы, платы расширения, логические схемы дисководов) используют напряжения +3,3 и +5 В, в то время как двигатели (дисководов и вентиляторов) обычно работают с напряжением +12 В. Список устройств и их потребляемые мощности приведены в табл. 19.1.

Таблица 19.1. Потребляемая мощность компонентов компьютера

Напряжение, В	Устройства
+3,3	Наборы микросхем, модули памяти DIMM, платы PCI/AGP, разнообразные микросхемы
+5	Логические схемы дисководов, модули памяти SIMM, платы PCI/AGP, платы ISA, разнообразные микросхемы
+12	Двигатели, регуляторы напряжения (с высокой выходной мощностью)

Шинопроводы

Каждое из напряжений, генерируемое источником питания, обычно поставляется материнской плате по нескольким проводам, подключенным к одной электрической цепи, называемой *шинопроводом* или *ответвлением*. Напряжение подается по нескольким кабелям, потому что в противном случае все провода, штекеры и разъемы были бы чрезвычайно толстыми и крупными, чтобы справиться с такой нагрузкой. Гораздо эффективнее распределить нагрузку по нескольким тонким кабелям.

Каждый шинопровод можно представить себе как отдельную цепь, т.е. маленький блок питания внутри большого. Обычно каждый из шинопроводов характеризуется максимальной силой подаваемого тока, измеряемой в *амперах*. Так как потребляемый новыми видеокартами и прочими современными устройствами ток с напряжением +12 В может оказаться слишком большим для одного шинопровода, некоторые блоки питания содержат несколько ответвлений с напряжением +12 В. Таким образом, в блоке питания содержится два шинопровода с напряжением +12 В, к каждому из которых подведено несколько проводов. К сожалению, такая архитектура может стать источником серьезных проблем, особенно при нарушении баланса нагрузки между отдельными шинопроводами. Другими словами, чаще выгоднее иметь один шинопровод +12 В с максимальным током 40 А, чем два с током 20 А каждый. При этом не придется волноваться, от какого именно шинопровода к какому потребителю подведен ток и не превысит ли он максимальную допустимую величину.

Шинопроводы с напряжением +3, +5 и +12 В технически независимы, однако в некоторых дешевых блоках питания они совместно используют некоторые электрические цепи (т.е. независимы не в полной мере). Это может вылиться в проблемы с регулировкой напряжения, когда слишком большая нагрузка в одном шинопровode приводит к падению напряжения в другом. К примеру, переход от рабочего стола к трехмерной игре удваивает нагрузку на шинопровод +12 В, что в дешевых блоках питания может привести к падению напряжения на других устройствах ниже допустимого согласно спецификации (т.е. более чем на 5%). В результате произойдет сбой системы. Более дорогие блоки питания, имеющие полностью независимые шинопроводы, обеспечивают максимальные колебания напряжения в пределах от 1 до 3%.

Стабилизаторы напряжения

Для того чтобы система работала нормально, источник питания должен обеспечивать непрерывную подачу постоянного тока. Устройства, рабочие напряжения которых отличаются от подаваемого, должны питаться от встроенных регуляторов, которые принимают от блока питания +5 или +12 В и преобразуют его в более низкие напряжения, необходимые разным компонентам. Например, рабочие напряжения 2,5 В для модулей памяти RIMM/DDR DIMM и 1,5 В для адаптеров AGP 4x/8x, а также 0,8 В для адаптеров PCI-Express обеспечиваются простыми встроенными стабилизаторами тока; процессоры подключаются к модулю стабилизатора напряжения (VRM), который обычно встраивается в системную плату. Современная системная плата содержит три (или больше) модуля стабилизатора напряжения.

Примечание

Когда компания Intel начала выпускать процессоры, для которых требовалось напряжение 3,3 В, источников питания с таким выходным напряжением еще не существовало. Поэтому изготовители системных плат начали встраивать трансформаторы, преобразующие напряжение +5 в +3,3 В. Такие преобразователи генерируют большое количество тепла, что нежелательно для компьютера. Существует мнение, что при наличии напряжения питания 3,3 В, которое обеспечивается блоком питания, исчезнет необходимость в этих встроенных трансформаторах. Однако в настоящее время появились процессоры, имеющие более низкое рабочее напряжение. Для того чтобы приспособиться к изменяющимся требованиям энергообеспечения процессоров, в системные платы включаются адаптивные схемы регулятора тока, получившие название *модули стабилизатора напряжения* (Voltage Regulator Modules — VRM). Другие регуляторы также применяются для обеспечения питания устройств, не использующих напряжение +3,3, +5 или +12 В.

Отрицательное напряжение

Если посмотреть на спецификацию типичного блока питания, то окажется, что он подает не только напряжения +3,3, +5 и +12 В, но также –5 и –12 В. Положительное напряжение необходимо для питания практически всех компонентов системы (логических схем и двигателей), так зачем же нужно отрицательное? Если напряжение –5 В подается на материнскую плату, оно направляется на шину ISA (контакт 5) для некоторых плат расширения, которые его используют (хотя таких осталось крайне мало). В качестве примера можно привести цепи аналогового разделителя, которые можно найти в старых контроллерах. Также с логической точки зрения в материнской плате не используется напряжение –12 В, однако оно может применяться в некоторых конструкциях цепей последовательного порта и сетевого адаптера.

В некоторых современных блоках питания напряжение –12 В уже не вырабатывается (к примеру, в спецификации ATX12V 1.3 оно отсутствует). Наличие напряжения –12 В в некоторых блоках питания можно объяснить требованием обратной совместимости с шиной ISA. Поскольку современные ПК больше не используют шину ISA, в сигнале –5 В больше нет ни малейшей необходимости. Однако если блок питания устанавливается в систему со старой материнской платой, содержащей разъемы ISA, он должен подавать напряжение –5 В.

Примечание

Нагрузка источника питания на выход –12 В для встроенного LAN-адаптера весьма незначительна. Например, интегрированный Ethernet-адаптер 10/100 в системной плате Intel D815EEAL потребляет всего 10 мА по цепи как +12, так и –12 В (0,01 ампер каждый).

Напряжение +12 В подается для питания двигателей дисковых устройств, а также стабилизаторов напряжения процессоров в некоторых материнских платах. Обычно блок питания обеспечивает подачу большого тока на шинопровод с напряжением +12 В, особенно в системах с большим числом отсеков для дисковых приводов. Кроме того, напряжение +12 В используется некоторыми вентиляторами, которые, естественно, всегда включены. Один вентилятор может потреблять ток от 100 до 250 мА, однако большинство современных вентиляторов не потребляют более 100 мА. Следует отметить, что в настольных системах в основном используются вентиляторы с напряжением питания +12 В, в то время как в ноутбуках — +5 или даже +3,3 В.

Большинство систем с современными формфакторами системных плат (ATX и ВТХ) поддерживают еще один специальный сигнал. Эта функция, получившая название PS_ON, может применяться для выключения блока питания (и, следовательно, компьютера) с помощью программного обеспечения. Она так и называется — *программное управление питанием*. Сигнал PS_ON нашел применение в операционной системе Windows, где он определяется в спецификациях APM (Advanced Power Management — усовершенствованное управление питанием) и ACPI (Advanced Configuration and Power Interface — усовершенствованный интерфейс конфигурирования системы и управления энергопитанием). При выборе команды **Выключение** в меню **Пуск** Windows автоматически выключает питание системы по завершении программной последовательности отключения. В компьютере, не поддерживающем функцию PS_ON, будет выведено сообщение о том, что питание можно отключить вручную.

Сигнал Power_Good

Блок питания не только вырабатывает необходимое для работы узлов компьютера напряжение, но и приостанавливает функционирование системы до тех пор, пока величина этого напряжения не достигнет значения, достаточного для нормальной работы. Иными словами, блок питания не позволит компьютеру работать при нештатном уровне напряжения питания.

В каждом блоке питания перед получением разрешения на запуск системы выполняются внутренняя проверка и тестирование выходного напряжения. После этого на системную плату посылается специальный сигнал *Power_Good* (питание в норме). Если такой сигнал не поступил, компьютер работать не будет.

Уровень напряжения сигнала Power_Good — около +5 В (нормальной считается величина от +2,4 до +6 В). Он вырабатывается блоком питания после выполнения внутренних проверок и выхода на номинальный режим и обычно появляется через 0,1–0,5 с после включения компьютера. Сигнал подается на системную плату, где микросхемой тактового генератора формируется сигнал начальной установки процессора.

При отсутствии сигнала Power_Good микросхема тактового генератора постоянно подает на процессор сигнал сброса, не позволяя компьютеру работать при нештатном или нестабильном напряжении питания. Когда Power_Good подается на генератор, сигнал сброса отключается и начинается выполнение программы, записанной по адресу FFFF:0000 (обычно в ROM BIOS).

Если выходные напряжения блока питания не соответствуют номинальным (например, при снижении напряжения в сети), сигнал Power_Good отключается и процессор автоматически перезагружается. При восстановлении выходных напряжений снова формируется сигнал Power_Good, и компьютер начинает работать так, будто его только что включили. Благодаря быстрому отключению сигнала Power_Good компьютер “не замечает” неполадок в системе питания, поскольку останавливает работу раньше, чем могут появиться ошибки четности и другие проблемы, связанные с неустойчивостью напряжения питания.

Примечание

Иногда сигнал Power_Good используется для сброса вручную. Он подается на микросхему тактового генератора. Эта микросхема управляет формированием тактовых импульсов и вырабатывает сигнал начальной перезагрузки. Если сигнальную цепь Power_Good заземлить каким-либо переключателем, то генерация тактовых сигналов прекращается, и процессор останавливается.

В компьютерах, выпущенных до появления стандарта ATX, сигнал Power_Good поступает на системную плату через контакт P8-1 разъема блока питания. В соответствии со стандартом ATX сигнал Power_Good поступает через восьмой контакт 20/24-контактного разъема блока питания (как правило, серый провод).

В правильно спроектированном блоке питания подача сигнала Power_Good задерживается до стабилизации напряжений во всех цепях после включения компьютера. В плохо спроектированных блоках питания (которые устанавливаются во многих дешевых моделях) задержка сигнала Power_Good часто недостаточна, и процессор начинает работать слишком рано. Обычно задержка сигнала Power_Good составляет 0,1–0,5 с. В некоторых компьютерах ранняя подача сигнала Power_Good приводит к искажению содержимого CMOS-памяти.

Примечание

Если компьютер не загружается при включении питания, но потом запускается нормально (при нажатии кнопки сброса или комбинации клавиш <Ctrl+Alt+Del>), то проблема, по всей вероятности, связана с сигналом Power_Good. В этом случае лучший способ проверки — раздобыть новый высококачественный блок питания и попытаться установить его вместо старого.

В некоторых дешевых блоках питания схемы формирования сигнала Power_Good нет вообще, и эта цепь просто подключена к источнику напряжения питания на +5 В. Одни системные платы более чувствительны к неправильной подаче сигнала Power_Good, чем другие. Проблемы, связанные с запуском, часто возникают именно из-за недостаточной задержки этого сигнала. Иногда бывает так, что после замены системной платы компьютер перестает нормально запускаться. В такой ситуации довольно трудно разобраться, особенно неопытному пользователю, которому кажется, что причина кроется в новой плате. Но не торопитесь списывать ее в неисправные — часто оказывается, что виноват блок питания: либо он не обеспечивает достаточной мощности для питания новой системной платы, либо не подведен или неправильно вырабатывается сигнал Power_Good. В такой ситуации лучше всего заменить блок питания более качественным.

Формфакторы блоков питания

Габариты блока питания и расположение его элементов характеризуются конструктивными размерами, или *формфакторами*. Узлы одинаковых формфакторов взаимозаменяемы. Проектируя компьютер, разработчики либо выбирают стандартные размеры, либо “изобретают велосипед”. В первом случае владелец компьютера всегда может подобрать блок питания для своей системы. При разработке оригинальной конструкции блок питания получится уникальным, т.е. пригодным только для конкретной модели (в лучшем случае — для серии моделей) какого-либо производителя, и при необходимости его можно будет приобрести только в этой компании.

Не могу не отметить тот факт, что лично я отдаю предпочтение стандартным формфакторам. Использование стандартных решений значительно упрощает модернизацию системы в дальнейшем, в то время как использование устройств “фирменных” стандартов делает это практически невозможным.

Компания IBM постоянно определяет стандарты различных компонентов ПК, в число которых вошли и блоки питания. Начиная с 1995 года наиболее распространенные формфакторы блоков питания ПК разрабатывались на основе трех моделей IBM — PC/XT, AT и PS/2 Model 30. Интересен тот факт, что все три модели блоков питания имели одинаковые соединители и выводы к системной плате. Отличались они главным образом формой, максимальной выходной мощностью, количеством разъемов питания для подключения периферийных устройств и компоновкой выключателя. Блоки питания, созданные на их основе, использовались в компьютерах начиная с 1996 года; в некоторых конструкциях они используются и по сей день. Даже современный стандарт ATX12V основан на формфакторе PS/2 Model 30; правда, имеет другой состав разъемов.

В 1995 году компания Intel представила формфактор ATX, ставший новым стандартом для блоков питания. С 1996 года формфактор ATX, получивший широкое распространение, приходит на смену предыдущим стандартам IBM. Для ATX и последующих родственных стандартов характерно наличие соединителей, обеспечивающих подачу дополнительных напряжений и сигналов, что допускает использование устройств с более высокой потребляемой мощностью и дополнительными возможностями, которые не поддерживались блоками питания формфактора AT.

Примечание

Даже если два источника питания имеют один и тот же формфактор, они могут отличаться друг от друга качеством и эффективностью (КПД). Далее будут показаны и другие спецификации и функции, на которые следует обращать внимание при выборе блока питания.

Существует больше десяти основных физических формфакторов блоков питания, которые могут по праву называться промышленным стандартом. Большинство из них созданы на основе конструкций IBM, а оставшиеся — на основе разработок Intel. Формально все эти формфакторы можно разбить на два категории: используемые в современных системах и вышедшие из употребления.

Обратите внимание на то, что названия формфакторов блоков питания похожи на названия формфакторов системных плат. Тем не менее конструктивные размеры блоков питания скорее относятся к геометрическим параметрам корпусов, чем к размерам системных плат. Это связано с тем, что существует только два возможных типа соединителей (АТ и АТХ), которые могут быть использованы тем или иным формфактором. Так что к материнской плате можно подключить блок питания не только своего формфактора, но и некоторые другие модели.

Например, все современные системные платы формфактора АТХ с разъемами PCI Express содержат два разъема питания, включая 24-контактный основной разъем АТХ и 4-контактный разъем, подающий напряжение +12 В. Блоки питания современных формфакторов, включая АТХ12V, SFX12V, EPS12V, TFX12V, CFX12V и LFX12V, содержат одинаковые разъемы и могут работать с одними и теми же системными платами. Другими словами, независимо от формфактора системной платы (АТХ, ВТХ или уменьшенные версии данных формфакторов) с ней можно использовать любой современный блок питания.

Подключение кабелей к разъемам системной платы — это только одна сторона медали; нельзя забывать о том, что блок питания должен быть физически установлен внутри системного блока. И именно здесь приходится вспомнить о формфакторе. Основная идея такова: выбранный блок питания не только должен содержать все необходимые разъемы, но и быть совместимым с выбранным корпусом.

В табл. 19.2 и 19.3 представлены наиболее популярные формфакторы блоков питания, доступные разъемы, а также совместимые системные платы.

Таблица 19.2. Современные формфакторы блоков питания

Формфактор	Год появления	Разъем питания	Обычно поддерживаемые формфакторы системных плат
АТХ/АТХ12V	1995	20/24-контактный основной; 4-контактный дополнительный (+12 В)	АТХ, microАТХ, ВТХ, microВТХ
SFX/SFX12V/PS3	1997	20/24-контактный основной; 4-контактный дополнительный (+12 В)	MicroАТХ, FlexАТХ, microВТХ, picoВТХ, Mini-ITX, DTX
EPS/EPS12V	1998	24-контактный основной; 8-контактный дополнительный (+12 В)	АТХ, Extended АТХ
TFX12V	2002	20/24-контактный основной; 4-контактный дополнительный (+12 В)	MicroАТХ, FlexАТХ, microВТХ, picoВТХ, Mini-ITX, DTX
CFX12V	2003	20/24-контактный основной; 4-контактный дополнительный (+12 В)	MicroВТХ, picoВТХ, DTX
LFX12V	2004	24-контактный основной; 4-контактный дополнительный (+12 В)	PicoВТХ, nanoВТХ, DTX

SFX12V также поддерживает формфактор PS3 — укороченную версию формфактора АТХ12V. Версии 12V поддерживают 4- или 8-контактный дополнительный разъем (+12 В).

Таблица 19.3. Устаревшие формфакторы блоков питания

Формфактор	Год появления	Разъем питания	Обычно поддерживаемые формфакторы системных плат
PC/XT	1981	PC/XT	PC/XT, Baby-АТ
АТ/Desk	1984	АТ	Полноразмерный АТ, Baby-АТ
АТ/Tower	1984	АТ	Полноразмерный АТ, Baby-АТ
Baby-АТ	1984	АТ	Полноразмерный АТ, Baby-АТ
LPX (PS/2)	1987	АТ	Baby-АТ, Mini-АТ, LPX

Разъемы PC/XT практически совпадают с разъемами АТ, но контакт 2 разъема P8 (+5 В) не используется. Формфактор LPX иногда называют PS/2 или Slimline.

Блоки питания данных формфакторов выпускались в разных конфигурациях и имели разную мощность. Блоки питания устаревшего формфактора LPX впервые были представлены в компьютерах модели IBM PS/2 Model 30 в апреле 1987 года; они были достаточно распространены с 1980-х годов до середины 1996 года. После этого очень быстро стал набирать популярность формфактор ATX. Постепенно ATX и несколько его вариаций заняли доминирующее положение на рынке. Интересно отметить, что наследие IBM живет и сейчас, так как формфакторы ATX, PS3 и EPS базируются на физическом формфакторе LPX (PS/2). Любой блок питания, который не соответствует перечисленным стандартам, считается решением в “фирменном” стандарте. Тех систем, в которых применяются блоки питания фирменных стандартов, следует всячески избегать, так как даже их замена окажется проблематичной, не говоря уже о модернизации. Учитывая, что блок питания — один из наиболее склонных к поломкам компонентов, приобретать системы закрытых (фирменных) стандартов крайне нежелательно.

Устаревшие формфакторы

В следующих разделах подробно рассматриваются формфакторы и функции блоков питания, которые в настоящее время практически не используются. Хотя подобные блоки питания вряд ли встретятся обычным пользователям, но те, кто обслуживают старые ПК, вполне могут столкнуться с подобными решениями.

PC/XT

В компьютерных системах PC и XT производства IBM (представленных в 1981 и 1983 годах соответственно) использовался блок питания одного формфактора; единственное отличие заключалось в том, что блок питания XT обладал вдвое большей мощностью. Поскольку по внешнему виду и типам разъемов данные блоки не отличаются, при модернизации систем PC можно смело использовать блок питания XT более высокой мощности; таким образом и зародилась сама идея модернизации блоков питания. Огромная популярность исходных систем PC и XT привела к тому, что многие производители начали выпускать компьютеры, совместимые как по форме, так и по функциям. Компоненты, применяемые в PC/XT-совместимых системах, можно было использовать для замены соответствующих компонентов систем производства IBM; данные утверждения справедливы и в отношении блоков питания. Соответствующие блоки питания стандарта PC/XT выпускались многими компаниями. Блок питания PC/XT и все его разъемы представлены на рис. 19.1. Разумеется, блоки питания данного формфактора в современных системах не используются.

AT/Desktop

Настольные системы AT были представлены компанией IBM в августе 1984 года; в них использовался блок питания большего размера и другого по сравнению с PC/XT формфактора. Другие производители очень быстро представили собственные совместимые системы, которые полностью соответствовали конструкции разработки IBM. В подобных системах использовался блок питания формфактора *AT/Desktop* (рис. 19.2). Сотни производителей начали выпуск системных плат, блоков питания, корпусов и других компонентов, полностью соответствующих исходной конструкции IBM AT. Блоки питания данного формфактора в настоящее время не используются.

AT/Tower

Конфигурация *AT/Tower* представляет собой полноразмерную исходную конфигурацию AT, которую, образно говоря, положили на бок. Конфигурация Tower (башня) не нова; на самом деле даже на первых системах IBM AT присутствовал специальный логотип, указывающий на возможность постановки системного блока на бок.

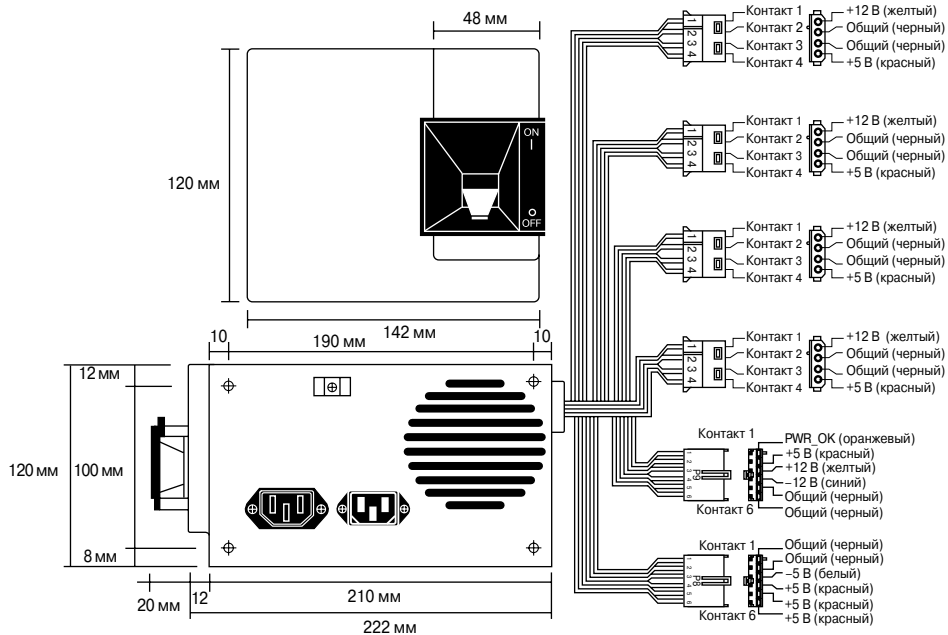
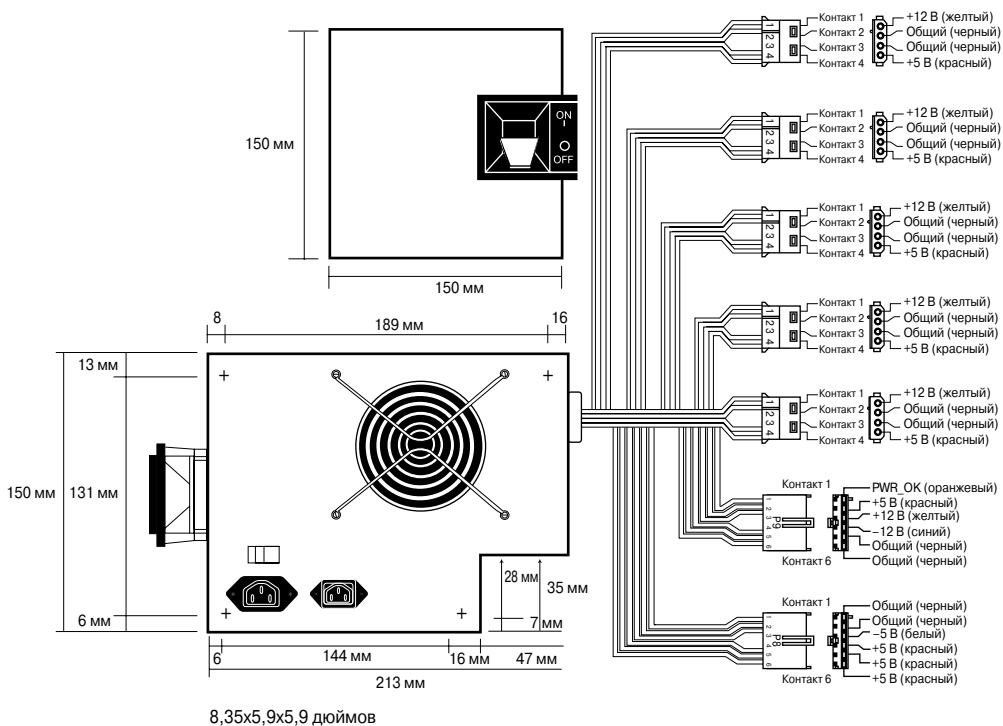


Рис. 19.1. Блок питания стандарта PC/XT



8,35x5,9x5,9 дюймов

Рис. 19.2. Блок питания стандарта AT/Desktop

В системах AT/Tower использовался такой же блок питания, как и в исходных настольных системах AT, за исключением размещения кнопки включения. В исходных системах AT/Desktop кнопка включения располагалась на панели блока питания (обычно это довольно большая кнопка). В системах AT/Tower, в свою очередь, использовалась внешняя кнопка, которая подключалась к блоку питания с помощью четырехжильного кабеля. Полноразмерный блок питания AT с внешней кнопкой включения называется блоком питания формфактора AT/Tower, хотя по размерам он полностью идентичен блоку питания AT/Desktop. Единственное различие заключается в использовании внешней кнопки включения (рис. 19.3). Этот формфактор считается устаревшим.

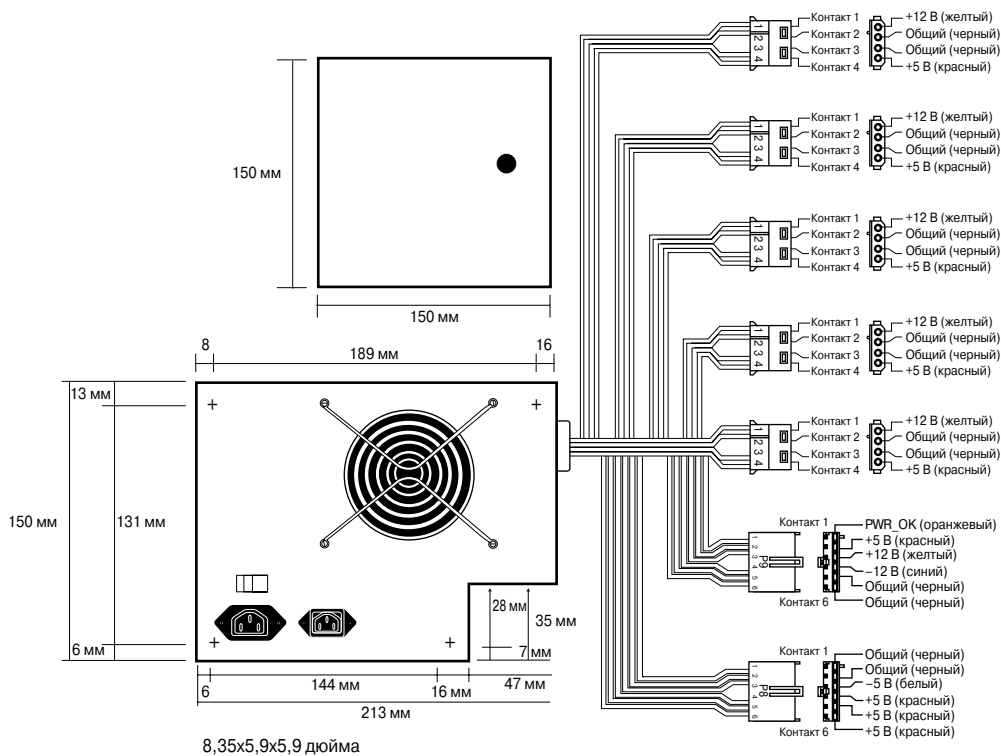


Рис. 19.3. Блок питания стандарта AT/Tower

Baby-AT

Существует еще один вид блоков питания формфактора AT, который называется *Baby-AT*; это укороченная версия полноразмерных блоков питания AT. Блок питания Baby-AT укорочен только по одному измерению; по всем остальным характеристикам он полностью соответствует блоку питания AT. Блоки питания Baby-AT можно использовать вместо AT/Desktop; в то же время полноразмерные блоки питания AT/Tower установить в корпус Baby-AT невозможно. Поскольку блоки питания Baby-AT выполняют те же функции, что и блоки питания AT, но обладают меньшими габаритами, они были довольно широко распространены до тех пор, пока их не стали заменять более современными решениями. В настоящее время блоки питания Baby-AT (рис. 19.4) практически не используются.

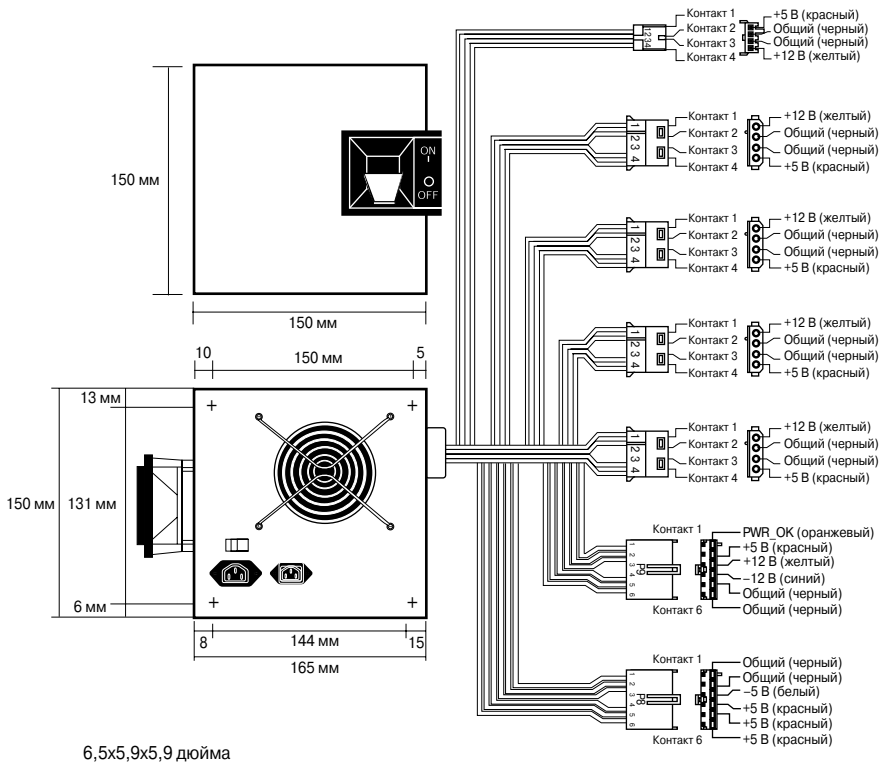


Рис. 19.4. Блок питания стандарта Baby-AT

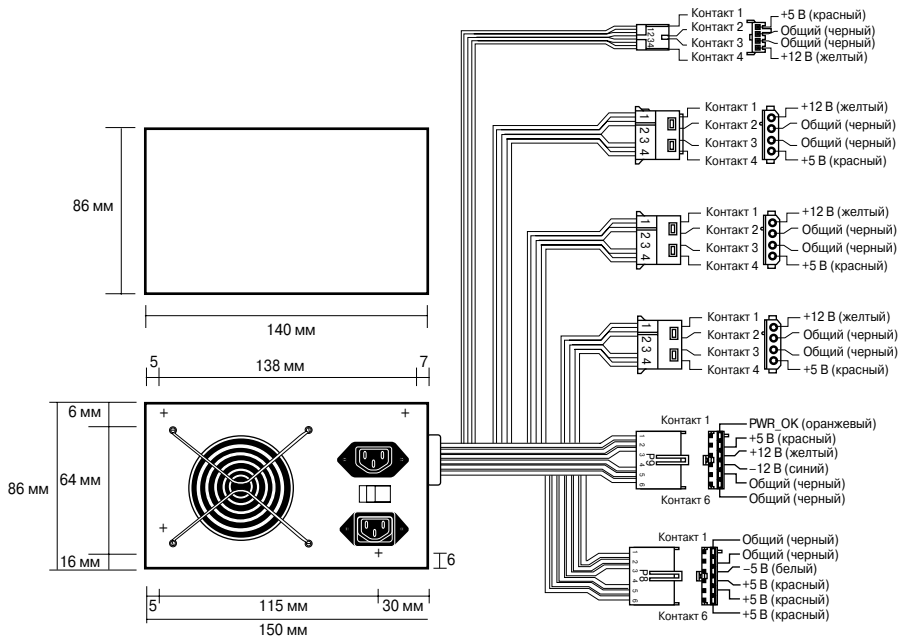
LPX

Следующим распространенным формфактором стал *LPX*, который также называли *PS/2* и *Slimline* (рис. 19.5). Обозначение “PS/2” указывает на то, что данный формфактор изначально был представлен в модели IBM PS/2 Model 30 в апреле 1987 года. Блоки питания LPX содержат такие же разъемы для подключения системной платы и жестких дисков, что и блоки питания формфакторов PC/XT и AT. Блоки питания LPX использовались преимущественно с системными платами LPX, Baby-AT и Mini-AT.

Блоки питания LPX быстро нашли применение в системах различных производителей, после чего стали стандартом де-факто. На протяжении многих лет они использовались практически повсеместно: от низкопрофильных систем с системными платами LPX до систем в корпусах Desktop и Middle Tower с системными платами Baby-AT и Mini-AT и даже в полно-размерных “башнях” Tower с платами Baby-AT и полноразмерными платами AT. Несмотря на свой “устаревший” статус решения LPX (PS/2) до сих пор продаются; однако вы вряд ли найдете их в современных компьютерных системах. Формфактор также сохранил свое существование, поскольку стал основой для стандартов ATX и PS3, которые широко применяются в современных системах.

Современные формфакторы

Формфакторы блоков питания, описанные в следующих разделах, относятся к стандартам, которые до сих пор используются в современных системах. Среди них наиболее популярным является ATX, но если вы имеете дело с компьютерами разных типов, то можете столкнуться со всеми перечисленными ниже типами блоков питания.



5,9x5,5x3,4 дюймов

Рис. 19.5. Блок питания стандарта LPX

ATX/ATX12V

В 1995 году компания Intel пришла к выводу, что блоки питания существующих стандартов в буквальном смысле оказались недостаточно мощными. Проблема была связана с тем, что существовавшие стандарты предполагали использование для питания системной платы двух разъемов, содержащих 12 контактов. Помимо того что эти разъемы было сложно не только совместить должным образом, но и вставить в разъем, их неправильная установка приводила к выходу из строя системной платы и блока питания. Для устранения этих проблем в 1995 году компания Intel, взяв за основу существующий популярный стандарт LPX (PS/2), внесла изменения в электрические схемы и разъемы (сохранив общую форму) и представила формфактор ATX (рис. 19.6).

Стандарт ATX был разработан компанией Intel в 1995 году, но популярность завоевал через год, после выпуска компьютеров с процессорами Pentium и Pentium Pro, захватив 18% рынка. Начиная с 1996 года различные варианты ATX заняли доминирующее положение среди формфакторов системных плат и блоков питания, придя на смену ранее популярным стандартам Baby-AT и LPX. Блоки питания ATX12V также можно использовать с системными платами более новых формфакторов, таких как BTX, благодаря чему ATX и его производные сохраняют доминирующее положение среди формфакторов блоков питания на протяжении еще нескольких лет.

Спецификация ATX12V определяет физическую или механическую форму, а также электрические разъемы, которые содержит блок питания. С 1995 по начало 2000 года формфактор блока питания ATX составлял часть спецификации системной платы ATX. Однако в феврале 2000 года Intel изъяла спецификацию блоков питания из самой новой версии спецификации системных плат/шасси ATX 2.03 и создала спецификацию блоков питания ATX/ATX12V версии 1.0, добавив дополнительный 4-контактный разъем +12 В (блоки питания, содержащие разъем +12 В, получили название ATX12V). Наличие дополнительного разъема +12 В

стало обязательным требованием в версии спецификации 1.3 (апрель 2002 года), при этом сама спецификация получила название ATX12V. В спецификации ATX12V 2.0 (февраль 2003 года) был устранен 6-контактный дополнительный разъем, количество контактов основного разъема питания было увеличено до 24, а также было добавлено требование наличия разъемов Serial ATA. Текущей версией спецификации является ATX12V 2.2, представленная в марте 2005; она содержит лишь незначительные изменения по сравнению с первыми версиями, например касающиеся использования в разъемах терминалов HCS (High Current System).

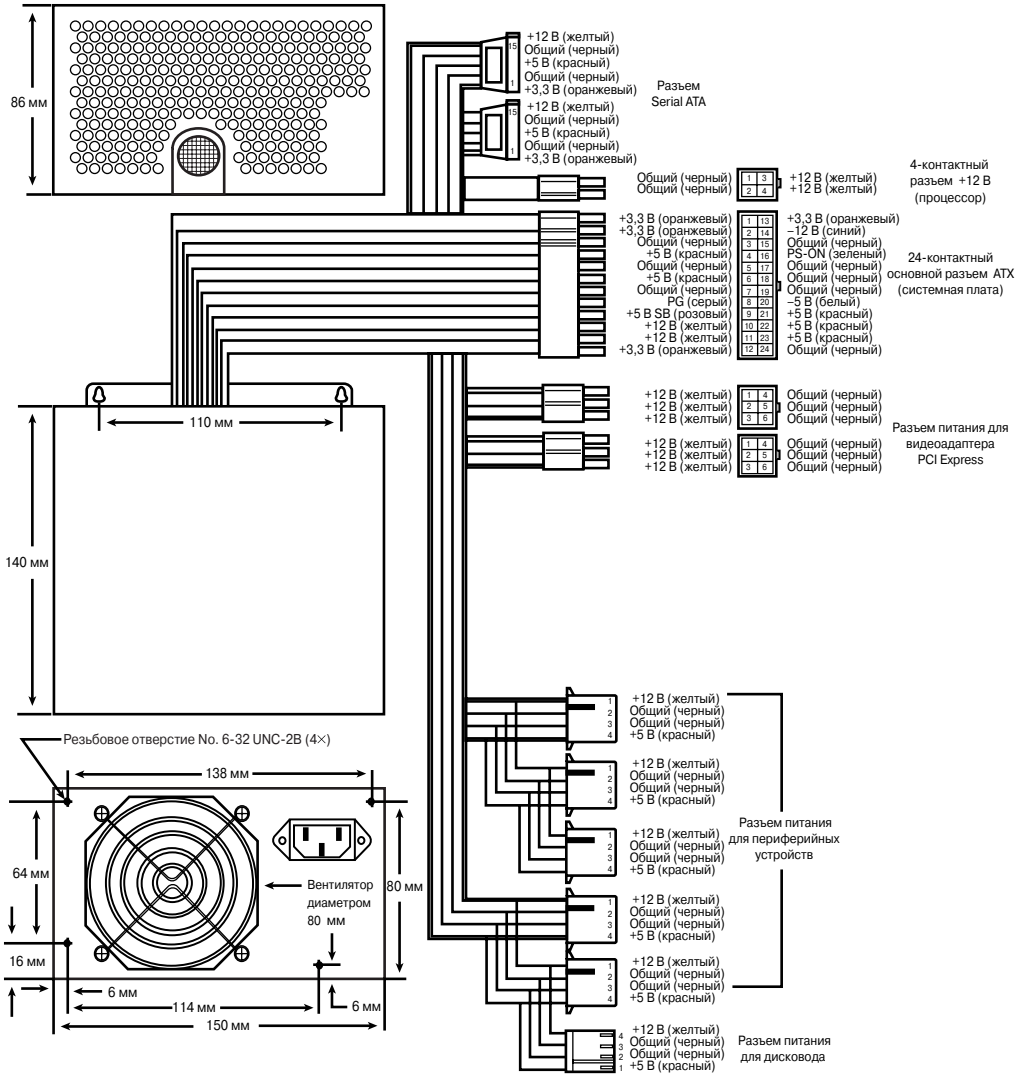


Рис. 19.6. Блок питания формфактора ATX12V 2.x, содержащий 24-контактный основной разъем питания, 4-контактный разъем, подающий напряжение +12 В, а также необязательные разъемы для подключения видеоадаптеров PCI Express

По мере эволюции блоков питания ATX вносились определенные изменения в расположение и конструкцию вентиляторов. Изначально спецификация ATX предполагала использование

вентилятора с диаметром 80 мм, расположенного внутри блока питания таким образом, чтобы “захватывать” воздух за пределами корпуса и направлять его вдоль системной платы. Это противоречило большинству других стандартов блоков питания, которые предполагали выдувание воздуха из системного блока. Обращение потока воздуха повышало эффективность системы охлаждения и позволяло обходиться без активного теплоотвода на процессоре.

Другое преимущество обратного направления потока воздуха состоит в том, что уменьшается загрязнение внутренних узлов компьютера. В корпусе создается избыточное давление, и воздух выходит через щели в корпусе, в отличие от систем другой конструкции. По этой причине такую систему часто называют *вентиляцией с положительным давлением*. В системе, работающей в условиях повышенной запыленности, на воздухозаборнике можно установить фильтр, который предотвратит попадание в систему частиц пыли.

Хотя с точки зрения вентиляции системы все это звучит достаточно неплохо, схема с положительным давлением предполагает использование более мощного вентилятора, так как он должен обеспечить необходимый поток воздуха. При использовании фильтров нельзя забывать о необходимости их регулярной замены и чистки (это следует делать не реже одного раза в неделю). Кроме того, при увеличении нагрузки блок питания нагревается, внутрь системного блока начинает поступать теплый воздух, а значит, общие возможности по охлаждению значительно снижаются.

Поскольку новые поколения процессоров выделяли все больше и больше тепла, охлаждение системы оказывалось очень важной задачей, а схема с положительным давлением становилась все менее и менее желательной. В связи с этим последующие спецификации ATX были переписаны таким образом, чтобы разрешить использование схем как с положительным, так и с отрицательным давлением. Популярность приобрели блоки питания, в которых установлено два вентилятора: один — на задней панели, воздух от которого направлен наружу, а второй, обдувающий процессор, — на нижней стенке блока.

Формфактор блоков питания ATX позволил решить несколько проблем, характерных для блоков питания PC/XT, AT и LPX. Одна из проблем была связана с тем, что платы PC/XT/AT содержали два разъема питания. Суть проблемы такова: если перепутать разъемы, то можно сжечь системную плату. Большинство производителей качественных систем выпускают разъемы системной платы и блока питания с ключами, чтобы их нельзя было перепутать, но почти все дешевые системы не имеют ключей ни на системной плате, ни в блоке питания. Формфактор ATX предполагает использование ключей, которые просто не позволяют подключить что-то неправильно. Разъемы ATX также обеспечивают подачу +3,3 В, а значит, нет необходимости использовать на системной плате регуляторы напряжения, необходимые для питания цепей, требующих напряжения +3,3 В.

Кроме подачи напряжения 3,3 В, блок ATX формирует другой набор управляющих сигналов, отличающийся от обычных. Это сигналы Power_On и 5v_Standby (5VSB), совместно называемые *программным выключателем*. Эти сигналы позволили реализовать ряд дополнительных функций, например “пробуждение” компьютера по сигналу модема или сетевого адаптера. Многие подобные системы допускают и установку точного времени, в которое компьютер должен включиться для выполнения запланированной задачи. Эти сигналы также позволяют задействовать клавиатуру для включения компьютера. Все это стало возможным потому, что сигнал +5 В Standby подается всегда, даже при выключенном питании компьютера. Управление этими функциями осуществляется с помощью программы настройки BIOS.

SFX/SFX12V

В декабре 1997 года компания Intel представила уменьшенный формфактор системной платы micro-ATX. Примерно в то же время появился и новый формфактор блока питания SFX, специально разработанный для этой платы. Тем не менее в корпусах micro-ATX вместо данного блока зачастую продолжал использоваться стандартный блок питания ATX. В марте 1999 года Intel выпустила дополнение к спецификации micro-ATX, получившее название “Flex-ATX”. Этот стандарт определял небольшую плату, предназначенную для недорогих

компьютеров или устройств, созданных на их основе. Здесь-то и нашли свое воплощение блоки питания формфактора SFX, которые начали использоваться в различных компактных конструкциях. В отличие от большинства спецификаций блоков питания, которые определяют всего одну механическую конструкцию, стандарт SFX определяет пять различных физических форм блока, которые не взаимозаменяемы. Кроме того, по мере эволюционирования спецификации вносились определенные изменения в разъемы. Таким образом, при замене блока питания SFX/SFX12V следует убедиться, что приобретен блок питания необходимого типа, который можно подключить к системной плате. Это означает, что он должен содержать все необходимые разъемы.

Количество и типы разъемов изменялись по мере развития спецификации. Исходная спецификация SFX предполагала использование одного 20-контактного разъема питания для подключения к системной плате. Четырехконтактный разъем, обеспечивающий дополнительное питание процессора, был добавлен как необязательный компонент в версии 2.0 (май 2001 года), а в версии 2.3 (апрель 2003 года) он стал обязательным требованием и получил название SFX12V. В спецификации SFX12V версии 3.0 вместо 20-контактного был введен 24-контактный основной разъем питания; также было сделано обязательным наличие разъемов Serial ATA. Текущая версия 3.1 спецификации SFX12V была представлена в марте 2005 года; она содержит ряд небольших изменений, например наличие терминалов HCS в разъемах. Спецификация SFX12V описывает несколько физических формфакторов, включая формфактор PS3.

Если используется стандартный источник питания SFX/SFX12V, то вентилятор диаметром 60 мм крепится на поверхности корпуса, причем он вдувает холодный воздух внутрь корпуса компьютера (рис. 19.7). Вентилятор обдувает источник питания, а через отверстия в задней панели корпуса теплый воздух выводится из системы. Такое расположение вентилятора уменьшает шум, но в то же время обладает недостатками, которые были характерны для систем охлаждения до введения стандарта ATX. В любом случае необходимо использовать дополнительные охлаждающие элементы на наиболее тепловыделяющих компонентах компьютера.

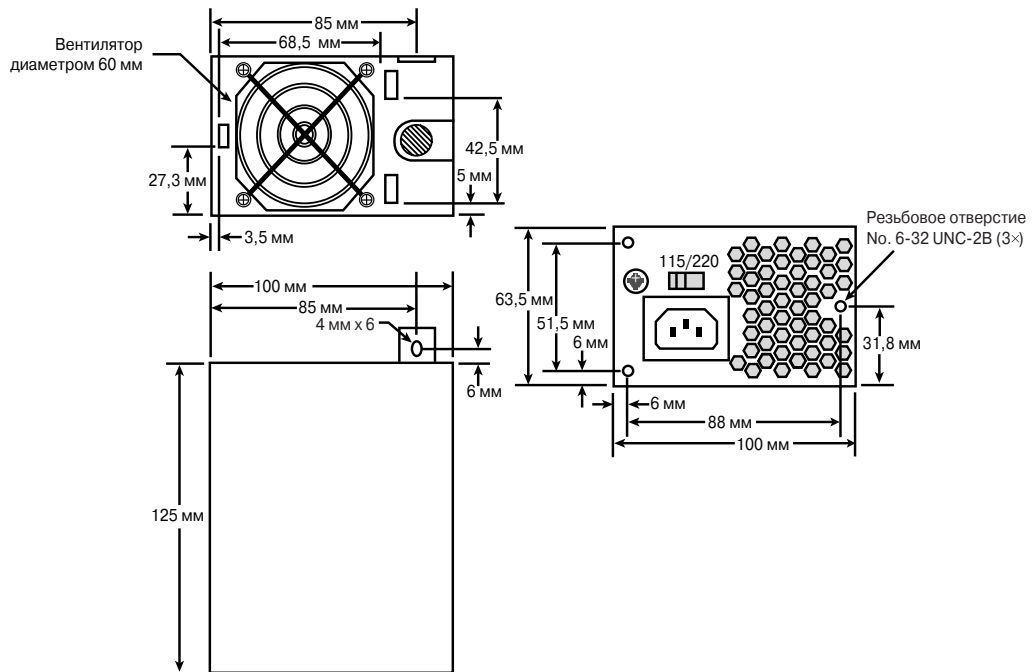


Рис. 19.7. Блок питания стандарта SFX с вентилятором диаметром 60 мм (размеры приведены в мм)

Для систем, которым необходим более интенсивный отвод тепла, был разработан блок питания с вентилятором диаметром 80 мм. Этот больший по размеру вентилятор гораздо лучше обеспечивает охлаждение элементов компьютера (рис. 19.8).

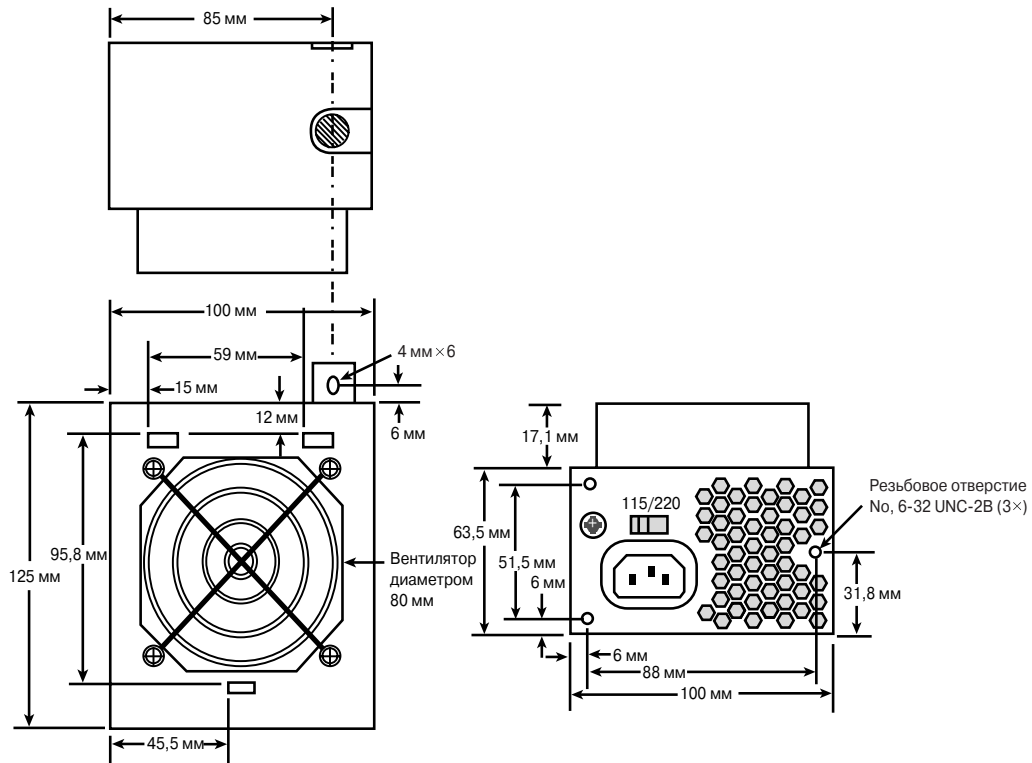


Рис. 19.8. Блок питания стандарта SFX с вентилятором диаметром 80 мм

Еще одна версия SFX12V предполагала использование закрепленного выше вентилятора диаметром 80 мм, однако при этом блок питания поворачивался, чтобы ширина оказалась больше, а глубина меньше, как показано на рис. 19.9.

Также существовала специальная низкопрофильная версия SFX12V, предназначенная для использования в “тонких” корпусах. Высота блока составляла всего 50 мм, а внутри был установлен вентилятор с диаметром 40 мм (рис. 19.10).

И наконец, более новая версия SFX, получившая название “формфактор PS3”, была определена в приложении E спецификации SFX12V. Несмотря на то что формфактор PS3 определен как часть спецификации SFX12V, на самом деле он оказался укороченной версией ATX12V; блоки питания этого формфактора обычно используются совместно с системными платами microATX, которым необходима более высокая мощность, чем могут обеспечить обычные блоки питания SFX (рис. 19.11).

Блоки питания SFX12V предназначены для использования в системах, содержащих ограниченное количество устройств и обеспечивающих минимальные возможности модернизации. Подавляющее большинство моделей блоков SFX обеспечивают мощность 80–300 Вт по четырем напряжениям (+5, +12, –12 и +3,3 В). Данной мощности достаточно для небольшой системы, содержащей процессор, интерфейс AGP или PCI Express x16, до четырех разъемов расширения, а также трех устройств, таких как жесткие диски и накопители CD-ROM.

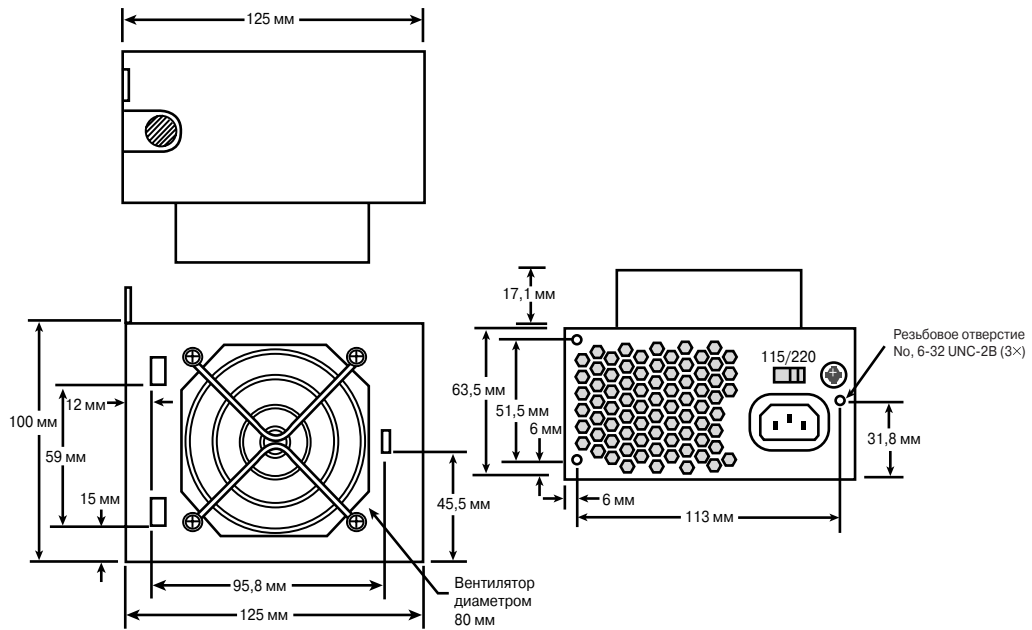


Рис. 19.9. Повернутый блок питания SFX/SFX12V с расположенным сверху вентилятором диаметром 80 мм

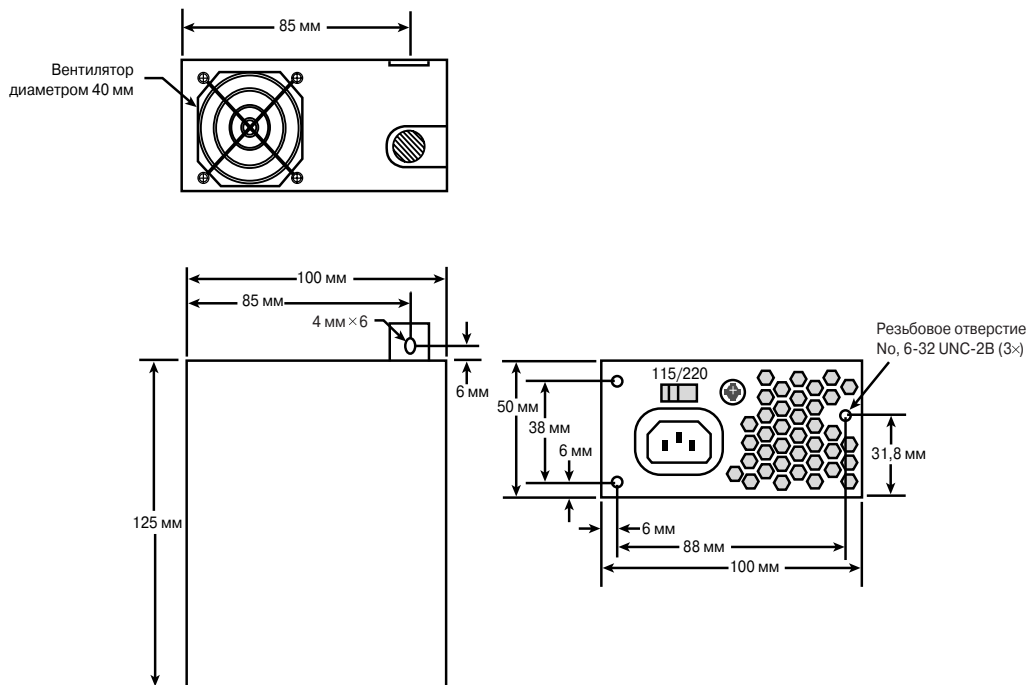


Рис. 19.10. Низкопрофильный блок питания SFX/SFX12V с внутренним вентилятором диаметром 40 мм

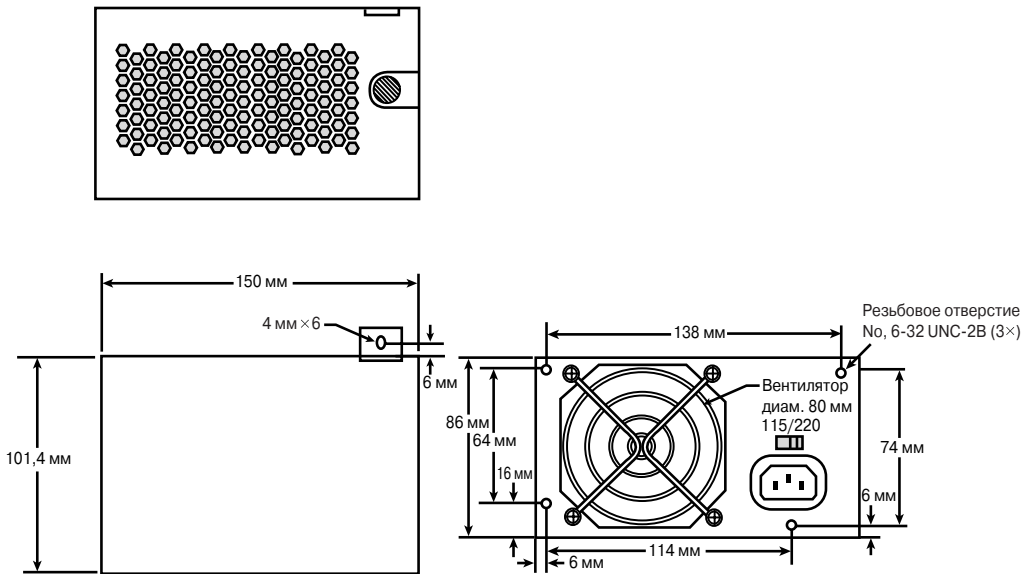


Рис. 19.11. Блок питания PS3 (SFX/SFX12V) с внутренним вентилятором диаметром 80 мм

Хотя компания Intel разработала спецификацию блоков питания SFX12V, принимая во внимание существование формфакторов microATX и FlexATX, SFX — это совершенно отдельный стандарт, совместимый и с другими системными платами. Например, такая разновидность SFX12V, как PS3, может использоваться вместо стандартных блоков питания ATX12V, если только доступны все необходимые разъемы. Блоки питания SFX используют тот же 20- или 24-контактный основной разъем питания, который определен стандартами ATX/ATX12V, а также обеспечивают подачу сигналов Power_On и 5V_Standby. Блоки питания SFX12V поддерживают дополнительный 4-контактный разъем (+12 V) для процессора, так же как и блоки ATX12V. Будете ли вы использовать блок питания ATX или SFX, в большей мере зависит от выбранного корпуса (шасси), чем от системной платы. Поскольку оба стандарта поддерживают один и тот же набор разъемов питания, все зависит от физической формы, которую поддерживает конструкция системного блока.

EPS/EPS12V

В 1998 году несколько компаний, включая Intel, Hewlett-Packard, NEC, Dell, Data General, Micron и Compaq, создали рабочую группу SSI (Server System Infrastructure), которая занималась продвижением стандартных формфакторов, касающихся стандартных компонентов серверов: шасси, блоков питания, системных плат и т.д. Основная задача состояла в таком проектировании серверов, чтобы их компоненты можно было легко заменять. Подробные сведения о SSI приведены на сайте www.ssiforum.org. Хотя в настоящей книге серверы не рассматриваются, во многих аспектах сервер начального уровня представляет собой высокопроизводительный ПК, в то же время целый ряд компонентов, которые раньше присутствовали только в серверах, сейчас можно найти и в стандартных ПК. Особенно данная тенденция просматривается в случае блоков питания. В 1998 году SSI разработала спецификацию EPS (Entry-level Power Supply — блок питания начального уровня), которая определяет стандартный формфактор блоков питания для серверов начального уровня в “педестальном” исполнении (шасси в исполнении “башня” (tower)). Первоначальный стандарт EPS базировался на ATX, однако содержал несколько улучшений. Первое касалось использования 24-контактного основного разъема питания, который в дальнейшем стал использоваться в ATX12V и других формфак-

торах, представленных после 2003 года. Также стандарт EPS предполагал использование терминалов HCS в разъемах Molex Mini-Fit Jr., которые стали стандартом в спецификации ATX12V в марте 2005 года. Кроме того, 6-контактный разъем питания (сейчас не используется), 4-контактный разъем с напряжением +12 В, а также 6-контактный разъем для подключения видеоадаптеров сначала были представлены в спецификации EPS и только потом появились в спецификации ATX.

Спецификация EPS изначально предполагала использование механического формфактора, полностью идентичного ATX, однако в дальнейшем формфактор EPS был расширен для обеспечения возможности выпуска более мощных блоков питания; для этого допустимое значение глубины было увеличено. В спецификации ATX и исходной версии спецификации EPS предполагалось, что высота блока составляет 86 мм, ширина — 150 мм, а глубина — 140 мм; точно такие же размеры определялись спецификациями LPX и PS/2. В дальнейшем спецификация EPS была изменена, что позволило создавать блоки питания глубиной 180 мм и даже 230 мм. Можно подумать, что для установки подобных блоков питания могут потребоваться специальные корпуса EPS, однако на самом деле практически все полноразмерные корпуса ATX в исполнении “башня” (tower) способны вместить подобные блоки питания, особенно при использовании современных “укороченных” оптических накопителей (в противном случае накопители могут просто “упираться” в блок питания).

После переноса всех улучшений в блоках питания EPS/EPS12V в блоки питания ATX/ATX12V я внимательно изучил спецификации SSI EPS, чтобы понять, какие потенциальные улучшения еще могут появиться в блоках питания ATX. В настоящее время основное отличие между блоками ATX и EPS применительно к разъемам состоит в использовании 8-контактного двойного разъема +12 В в случае EPS12V вместо 4-контактного разъема +12 В в случае ATX12V. Восьмиконтактный двойной разъем с напряжением +12 В эквивалентен двум объединенным 4-контактным разъемам; он предназначен для использования в серверах начального уровня для питания нескольких процессоров. Разъемы спроектированы таким образом, что 8-контактный коннектор можно вставить в 4-контактный разъем на системной плате; при этом лишние контакты просто “зависнут” над системной платой.

Еще одно существенное различие между EPS12V и ATX12V состоит в том, что блоки питания EPS могут составлять в длину 180 или 230 мм, в то время как блоки питания ATX по этому измерению ограничены значением 140 мм. В качестве примера блока питания EPS12V можно привести Turbo-Cool 1KW (мощность — 1 кВт) от компании PC Power and Cooling (рис. 19.12).



Рис. 19.12. Блок питания Turbo-Cool 1KW формфактора EPS12V (www.pcpowercooling.com)

Этот блок питания имеет глубину 230 мм, что допускается спецификацией EPS12V, однако его вполне можно использовать для модернизации блоков питания ATX12V; главное — чтобы он поместился в корпус. Блоки питания EPS12V иногда называют блоками питания *Extended ATX* в связи с увеличенной глубиной. Если планируется использовать один из блоков питания EPS12V в стандартном корпусе ATX, очень важно измерить доступное для установки пространство, прежде чем совершать покупку.

Совместимость разъемов никаких проблем не представляет; 24-контактный коннектор основного питания можно вставить в 20-контактный разъем, а 8-контактный двойной коннектор — в 4-контактный разъем.

Если места достаточно, можете смело приобретать блок питания EPS12V, так как его можно использовать совместно с подавляющим большинством системных плат и шасси ATX.

TFX12V

Стандарт блоков питания *TFX12V* (Thin Form Factor) впервые был представлен компанией Intel в апреле 2002 года; данные блоки питания предназначались для использования в малогабаритных системах SFF (Small Form Factor) объемом 9–15 литров. Как правило, в низкопрофильных корпусах SFF чаще всего используются системные платы формфакторов *microATX*, *FlexATX* и *Mini-ITX*. Блоки питания TFX12V оказываются длиннее и уже блоков ATX или SFX, что позволяет использовать их в низкопрофильных системах. Размеры блоков питания формфактора TFX12V указаны на рис. 19.13.

Блоки питания TFX12V обладают номинальной мощностью 180–300 Вт, чего более чем достаточно для небольших систем, для использования в которых они и предназначены. Блоки питания TFX12V содержат боковой вентилятор с термостатическим контролем, что обеспечивает “холодную” и тихую работу. Благодаря симметричной системе крепления вентиляторов можно закрепить по-разному в соответствии с конструкцией шасси (рис. 19.14).

В отличие от блоков SFX, для блоков TFX12V определен только один механический формфактор. Блоки питания TFX12V всегда содержали 4-контактный коннектор +12 В с момента представления стандарта в апреле 2002 года, после того как этот коннектор появился у блоков питания других формфакторов. Спецификация TFX12V 1.2 (апрель 2003 года) добавила коннекторы Serial ATA как необязательные, в то время как согласно спецификации TFX12V 2.0 (февраль 2004 года) они стали обязательными. Кроме того, основной коннектор питания стал содержать 24 контакта вместо 20. Версия спецификации 2.1 (июль 2005 года) содержит только незначительные изменения по сравнению с предыдущей версией.

CFX12V

Формфактор блоков питания *CFX12V* (Compact Form Factor) представлен компанией Intel в ноябре 2003 года; данные блоки предназначены для использования в системах ВТХ средних размеров (объемом 10–15 литров), в которых используются материнские платы *microBTX* и *rhoBTX*.

Блоки питания CFX12V обладают номинальной мощностью 220–300 Вт, чего вполне достаточно для небольших систем, для использования в которых они и предназначены. Блоки питания CFX12V содержат закрепленный на задней стенке вентилятор диаметром 80 мм с термостатическим контролем, что обеспечивает “холодную” и тихую работу. Блок питания содержит “вырез”, что позволяет ему частично “нависать” над системной платой, благодаря чему становится возможным создание систем уменьшенных размеров (рис. 19.15). Размеры блоков питания CFX12V приведены на рис. 19.16.

Блоки питания CFX12V всегда содержали 4-контактный коннектор с напряжением +12 В с момента представления стандарта в ноябре 2003 года, после того как этот коннектор появился у блоков питания других формфакторов. Блоки TFX12V также содержат 24-контактный коннектор питания и коннекторы Serial ATA. Текущая версия спецификации CFX12V 1.2 была представлена в 2005 году и содержала лишь незначительные изменения по сравнению с предыдущими версиями, например изменение терминалов HCS в разъемах.

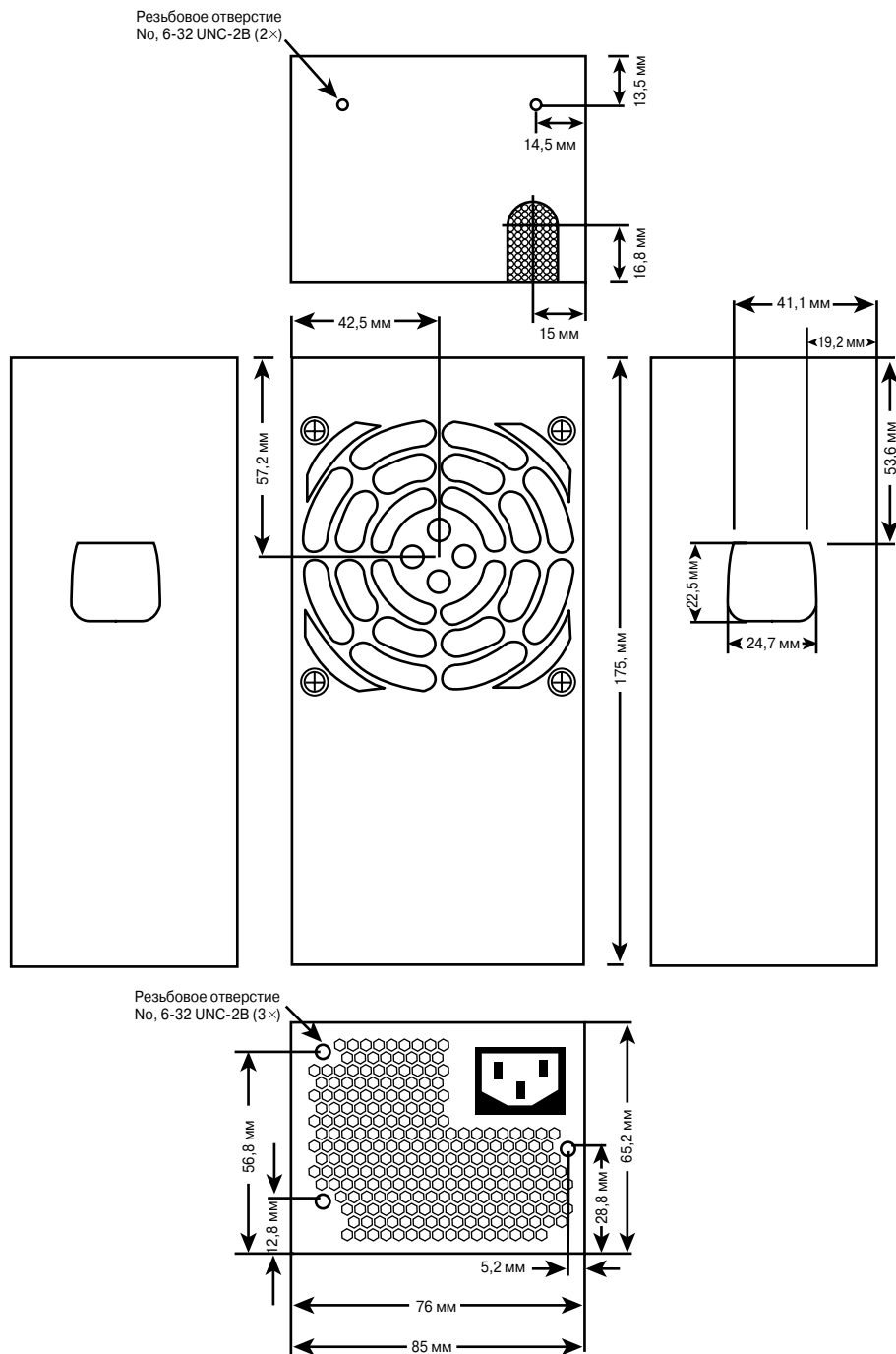


Рис. 19.13. Размеры блоков питания формфактора TFX12V

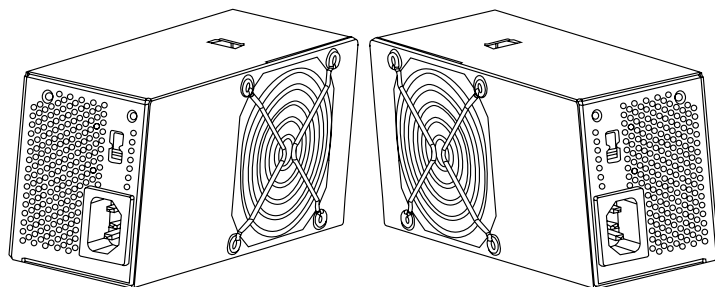


Рис. 19.14. Блоки питания TFX12V симметричны и допускают установку вентилятора как слева, так и справа



Рис. 19.15. Блок питания CFX12V

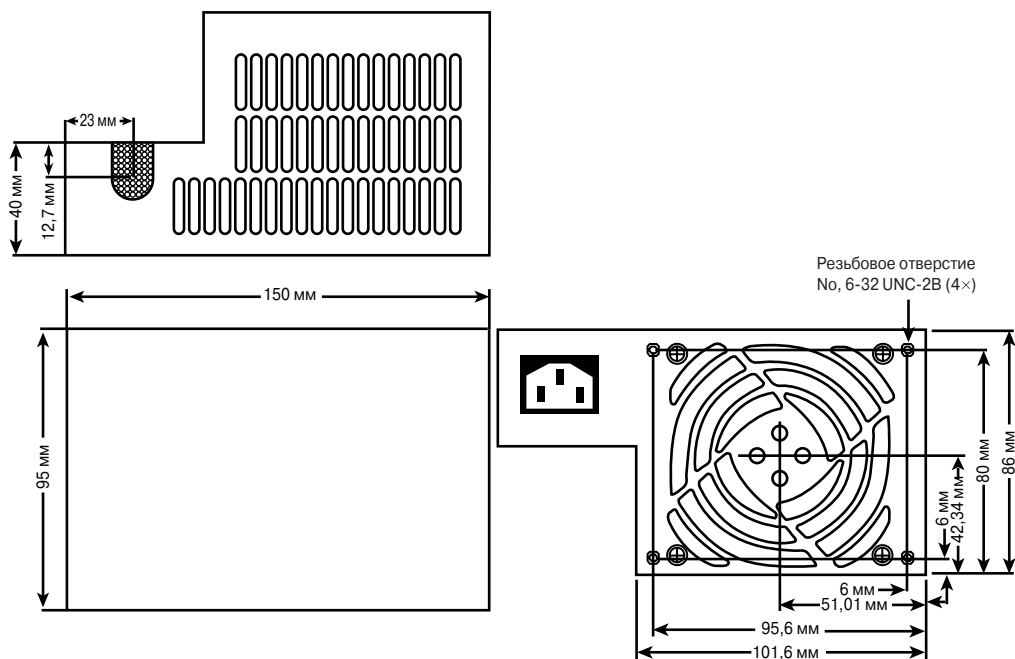


Рис. 19.16. Размеры блока питания формфактора CFX12V

LFX12V

Компания Intel представила спецификацию низкопрофильных блоков питания LFX12V (Low profile Form Factor) в апреле 2004 года. Подобные блоки предназначены для использования в ультракомпактных системах ВТХ (объемом 6–9 литров), в которых чаще всего установлены системные платы рiсoВТХ или паnоВТХ.

Блоки питания LFX12V характеризуются мощностью 180–260 Вт, чего достаточно для крошечных систем, для использования в которых они предназначены. Блоки питания LFX12V содержат внутренний вентилятор диаметром 60 мм, что на 20 мм меньше, чем у блоков питания CFX12V. Как и в случае блоков CFX12V, здесь используется термостатический контроль, что обеспечивает тихую работу при достаточно эффективном охлаждении. Блок питания содержит “вырез”, что позволяет ему частично “нависать” над системной платой, благодаря чему становится возможным создание систем уменьшенных размеров (рис. 19.17). Размеры блоков питания LFX12V указаны на рис. 19.18.

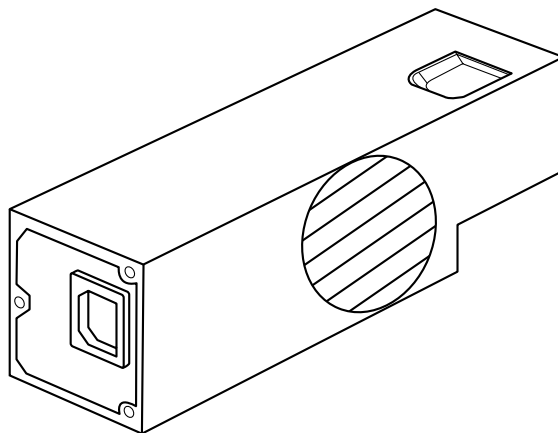


Рис. 19.17. Блок питания LFX12V

Все блоки питания LFX12V содержат 24-контактный основной коннектор питания, 4-контактный дополнительный коннектор, а также коннекторы Serial ATA. Текущая версия LFX12V 1.1 представлена в апреле 2005 года и содержит лишь незначительные изменения по сравнению с предыдущей.

Выключатели питания

Существует три основных типа переключателей, используемых в ПК:

- управляемый системной платой переключатель на передней панели (АТХ и более новые стандарты);
- кнопка включения блока питания на передней панели (АТ/LPX; устаревший стандарт);
- кнопка включения блока питания на его задней панели (РС/ХТ/АТ; устаревший стандарт).

АТХ и более новые стандарты

Во всех источниках питания АТХ, которые подключаются к 20- или 24-контактному разъему системной платы, для включения системы используется сигнал PS_ON. В данной конструкции при подключении к выключенной системе блок питания работает в режиме ожидания. Сигнал PS_ON передается от блока питания через системную плату на низковольтный контактный переключатель постоянного тока на передней панели. В результате дистанционный переключатель физически не управляет доступом к источнику питания 220 или 110 В,

как в более старых блоках питания. Вместо этого состояние источника питания (включен или выключен) переключается сигналом PS_ON, поступающим с контакта 14 в разьеме ATX. В данном случае иногда используется название “переключатель soft-off” (soft-off switch), поскольку так называется состояние ACPI, в котором система выключена, но все равно получает напряжение режима ожидания.

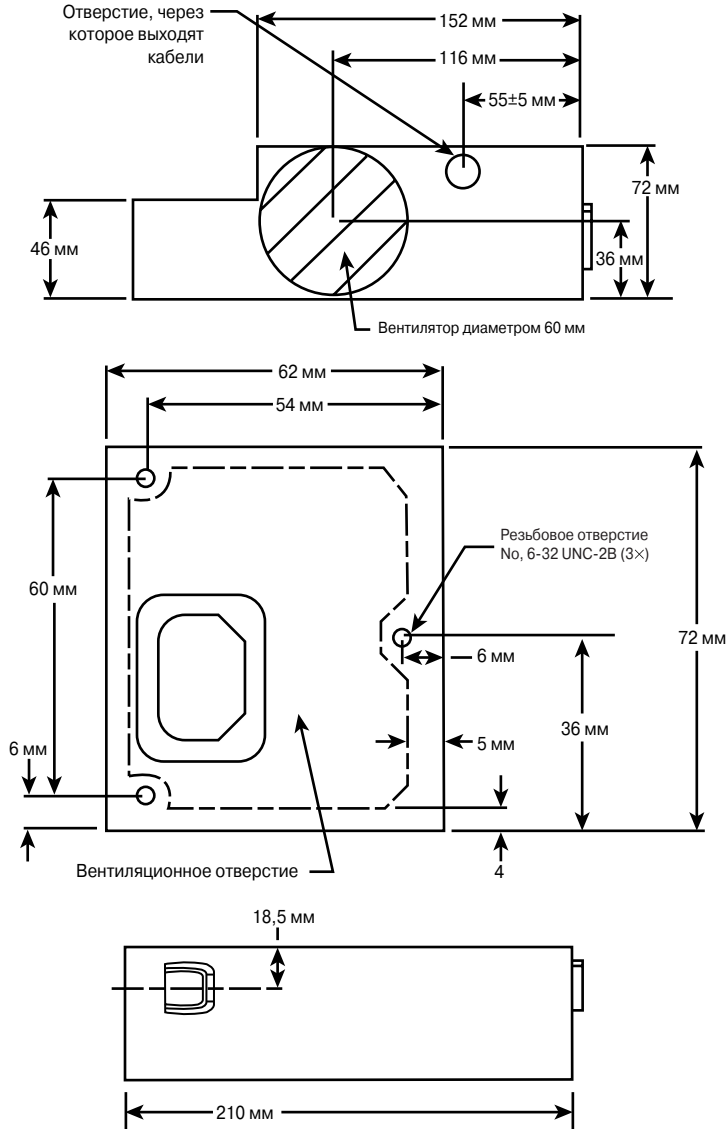


Рис. 19.18. Размеры блоков питания LFX12V

Сигнал PS_ON может быть сгенерирован переключателем питания компьютера или (с помощью электронных схем) операционной системой. PS_ON — *активный низкий сигнал*. Это означает, что все сигналы мощности постоянного тока, генерируемые блоком питания, деактивируются при высоком уровне PS_ON, за исключением сигнала +5VSB (резервного)

на контакте 9, который активен всегда, когда источник питания подключен к розетке. Сигнал +5VSB подводит напряжение к дистанционному переключателю на корпусе, чтобы система могла функционировать в то время, когда компьютер выключен. Таким образом, дистанционный переключатель в системе ATX (который должен присутствовать в большинстве систем NLX и SFX) находится под напряжением всего +5 В постоянного тока, а не 220 или 110 В, как в более старых корпусах с иными формфакторами.

Внимание

Постоянное наличие сигнала +5VSB на контакте 9 разъема ATX означает, что к системной плате ток от блока питания подведен всегда, когда источник включен, даже при выключенном компьютере. Поэтому перед снятием корпуса лучше отключить всю систему ATX от источника питания.

Удаленный переключатель в конструкции ATX и более новых только переводит систему в состояние “soft-off”, в котором она как будто выключена, но все равно получает напряжение режима ожидания. Некоторые блоки питания ATX и более новых стандартов содержат переключатель, который позволяет полностью отключить питание системы. В результате система не получает никакого напряжения, что равносильно ее отключению от электророзетки.

Совет

Архитектура переключателя питания ATX такова, что системная плата контролирует состояние блока питания. Если система полностью поддерживает стандарт ACPI, при нажатии переключателя питания системная плата указывает операционной системе на необходимость корректно завершить работу, прежде чем подача напряжения действительно будет прекращена. Если система “зависла” или работает некорректно, нажатие кнопки может ни к чему не привести. В данной ситуации следует удерживать кнопку питания дольше четырех секунд, чтобы принудительно выключить систему.

Выключатели PC/XT/AT и LPX

В старых системах выключатели встраивались непосредственно в блок питания, используемый для обеспечения постоянным током основных системных компонентов. Такая конструкция была достаточно простой. Блок питания устанавливался в задней или боковой части системного блока, поэтому для включения компьютера требовалось дотянуться рукой до выключателя, расположенного на задней панели. Кроме того, для дистанционного включения системы при прямом подсоединении к источнику переменного тока требовалось специальное аппаратное обеспечение.

С конца 1980-х годов в системах с блоками питания LPX стали использоваться выносные переключатели, расположенные на лицевой панели. Конструкция используемых блоков питания практически не отличалась от предыдущих типов. Единственное отличие состояло в том, что выключатель переменного тока теперь устанавливался на некотором расстоянии от блока питания (обычно на лицевой панели системного блока) и соединялся с ним с помощью четырехжильного кабеля. Концы кабеля с плоскими соединительными наконечниками подсоединялись к контактам выключателя. Кабель, соединяющий выключатель с блоком питания, содержит четыре провода с цветовой кодировкой. В дополнение к этому кабель может содержать пятый провод, предназначенный для заземления на корпус. Для уменьшения опасности электрического травматизма плоские наконечники выключателя, соединенные с кабелем блока питания, надежно изолированы.

Так была решена проблема с эргономичным расположением выключателя. Однако данная конструкция не обеспечивала возможность дистанционного или автоматического включения системы без использования специальных аппаратных средств. Кроме того, в корпусе был установлен 120-вольтный выключатель переменного тока, по проводам которого через весь системный блок проходил электрический ток высокого напряжения. Соединительные провода при включении системы очень нагревались, что могло привести к различным опасным ситуациям.

Внимание

По крайней мере два провода из четырех, соединяющих выключатель с блоком питания АТ/LPX, постоянно находятся под высоким напряжением. Неосторожное прикосновение к этим проводам, даже при выключенном системном блоке, может привести к самым печальным последствиям. Поэтому, прежде чем снять крышку корпуса, убедитесь, что вы не забыли отключить блок питания от сети.

В соответствии с цветом каждый из проводов питания имеет определенное назначение.

- **Коричневый и голубой провода** — это фаза и ноль сетевого шнура, по которому напряжение поступает из блока питания. Когда блок питания подключен к сети, провода находятся под напряжением.
- **По черному и белому проводам** переменный ток возвращается через выключатель в блок питания. Эти жилы находятся под напряжением только в том случае, если блок питания подключен к сети и компьютер включен.
- **Зеленый провод или зеленый провод с желтой полосой** (если он имеется в кабеле) должен соединяться с корпусом компьютера и обеспечивать его заземление.

Отверстия для контактов на выключателе обычно окрашены; если это не так, вставьте голубой и коричневый провода в параллельные гнезда, а черный и белый — в гнезда, расположенные под углом друг к другу (рис. 19.19).

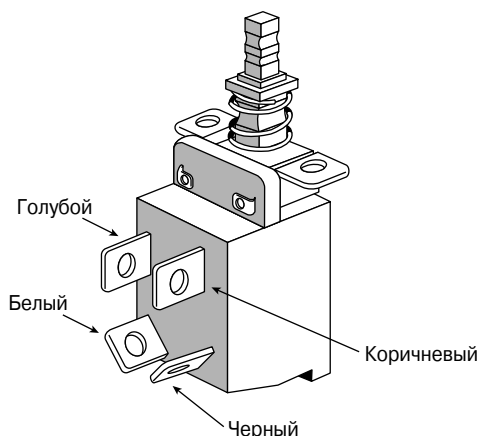


Рис. 19.19. Выводы дистанционного выключателя блока питания

Внимание

Хотя цветовая кодировка и параллельное/угловое расположение выводов используются в большинстве блоков питания, это не является универсальным правилом. Иногда встречаются блоки питания с расположением выводов, отличным от показанного на рис. 19.19. Тем не менее одно можно сказать наверняка: если блок питания подключен к настенной розетке электропитания, два провода будут находиться под постоянным напряжением. Обязательно отключите блок питания от электросети, прежде чем дотрагиваться до любого из выводов. Чтобы не рисковать в дальнейшем, наденьте на выводы пластиковую или резиновую оболочку.

Если голубой и коричневый провода были вставлены по одну сторону, а черный и белый находятся по другую, то и выключатель, и блок питания будут работать нормально. Если же вы перепутали контакты, то может перегореть предохранитель или произойти короткое замыкание.

Разъемы питания системной платы

Каждый блок питания содержит специальные отводы, подключаемые к соответствующим разъемам системной платы, которые подают напряжение на центральный процессор, модули памяти, установленные платы расширения, такие как видеоадаптеры, адаптеры LAN, порты USB и FireWire, а также платы различных типов. Подобные разъемы очень важны. Они не только обеспечивают питание системы — неправильное подключение разъемов может привести к весьма нежелательным последствиям, вплоть до сгорания блока питания и системной платы. Как и в случае с формой блоков питания, подобные разъемы соответствуют одной из стандартных спецификаций, которые определяют их типы, а также схемы соединения проводов и терминалов. К сожалению, как и в случае с механическими формфакторами, некоторые производители ПК используют блоки питания с разъемами нестандартной формы или (что еще хуже) разъемы стандартной формы, но с нестандартной схемой назначения контактов. Подключение подобного коннектора к разъему со стандартной схемой назначения контактов на системной плате приведет к повреждению блока питания, системной платы или же обоих устройств.

Я не только настаиваю на использовании блоков питания стандартного формфактора, но и настоятельно рекомендую отдавать предпочтение стандартным разъемам и схемам назначения контактов. Приобретая только стандартизированные компоненты, вы избавите себя от лишней головной боли при ремонте или модернизации компьютерной системы в дальнейшем.

На протяжении всей истории ПК наиболее популярными оставались два набора разъемов питания; назовем их разъемами типа AT/LPX и разъемами типа ATX. Каждый из них немного изменялся с течением времени (появлялись новые разъемы и исчезали те, в которых не было необходимости). Более подробно разъемы системной платы, используемые различными блоками питания (в том числе нестандартными), рассматриваются в следующих разделах.

Разъемы блоков питания AT/LPX

Системные платы промышленного стандарта PC, XT, AT, Baby-AT и LPX используют один и тот же тип разъемов блока питания. Для подключения системной платы используются два 6-контактных разъема питания (P8 и P9). Терминалы, использованные в данных разъемах, способны выдержать ток до 5 А при напряжении до 250 В (хотя максимальное напряжение в ПК составляет +12 В). Оба разъема представлены на рис. 19.20.

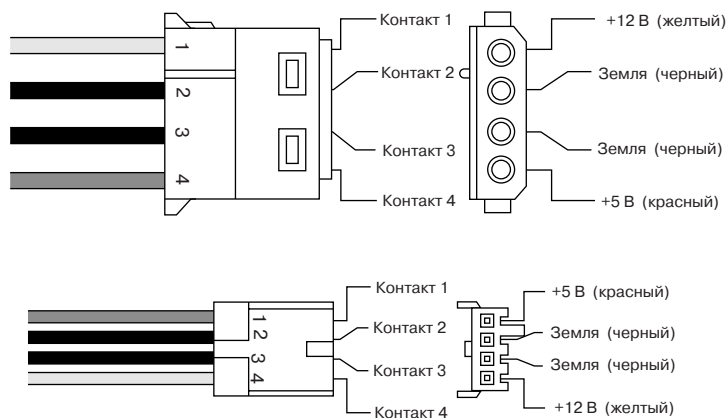


Рис. 19.20. Разъемы питания P8/P9 (называемые иногда P1/P2) формфактора AT/LPX

Все блоки питания AT/LPX, содержащие разъемы P8 и P9, предполагают их подключение к системной плате таким образом, чтобы черные провода (общие контакты) обоих разъемов находились рядом друг с другом. Обратите внимание, что обозначения “P8” и “P9” не являют-

ся полностью стандартизированными, хотя и широко применяются, так как подобные обозначения в свое время использовала IBM. В некоторых блоках питания подобные разъемы обозначены как P1/P2. При подключении разъемов самое главное — правильно их ориентировать и не вставить в разъем системной платы со смещением на несколько контактов. Главное правило — “черный с черным по центру”. Также необходимо следить за тем, чтобы не осталось “лишних” контактов. Если вы видите лишние контакты со стороны системной платы, при включении могут быть повреждены не только системная плата, но и подключенные к ней устройства. Разъемы P8 и P9 (иногда называемые P1/P2) в том виде, в котором они должны подключаться к системной плате, представлены на рис. 19.21.

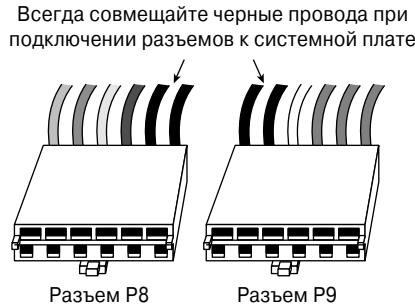


Рис. 19.21. Разъемы P8 и P9, используемые при подключении системной платы к блоку питания AT/LPX

В табл. 19.4 приведены разъемы типичных блоков питания AT и LPX.

Таблица 19.4. Разъемы блока питания AT и LPX

Разъем	Контакт	Сигнал	Цвет ²	Разъем	Контакт	Сигнал	Цвет ²
P8 (или P1)	1	Power_Good (+5 В)	Оранжевый	P9 (или P2)	1	Общий	Черный
	2	+5 В ¹	Красный		2	Общий	Черный
	3	+12 В	Желтый		3	-5 В	Белый
	4	-12 В	Синий		4	+5 В	Красный
	5	Общий	Черный		5	+5 В	Красный
	6	Общий	Черный		6	+5 В	Красный

1. Первое поколение системных плат и блоков питания PC/XT не требовало данного напряжения, поэтому контакт может отсутствовать как на системной плате, так и в разьеме от блока (контакт 2 разъема P8).

2. Мне встречались блоки питания, производители которых не придерживались цветового кодирования проводов, хотя сигналы при этом использовались корректно.

Совет

Хотя старые блоки питания PC/XT не используют контакт 2 разъема P8, их можно подключать к системным платам AT и наоборот. Наличие или отсутствие сигнала +5 В на этом контакте никак не отражается на работе системы, поскольку вполне достаточно других контактов по линии +5 В.

Следует отметить, что все блоки питания типа AT/LPX используют одни и те же разъемы и схемы контактов, которые ни разу не изменялись (по крайней мере, никакие нестандартные вариации мне не встречались).

Разъемы питания ATX и ATX12V 1.x

Блоки питания, соответствующие спецификациям ATX и ATX12V 1.x, а также некоторым их вариантам, содержат следующие разъемы питания для подключения к системной плате:

- 20-контактный основной разъем питания;
- 6-контактный дополнительный разъем питания;
- 4-контактный разъем питания с напряжением +12 В.

Основной разъем питания является обязательным, в то время как два других используются при необходимости. Следовательно, блок питания стандарта ATX или ATX12V может содержать одну из следующих комбинаций разъемов:

- только основной разъем питания;
- основной и дополнительный разъемы;
- основной разъем и разъем с напряжением +12 В;
- основной и дополнительный разъемы, а также разъем с напряжением +12 В.

Наиболее часто встречаются блоки питания, содержащие или только основной разъем, или основной разъем и разъем с напряжением +12 В. Многие системные платы, содержащие разъем с напряжением +12 В, не содержат дополнительный разъем, и наоборот.

Причина существования нескольких разъемов питания

Исходная спецификация ATX предполагала наличие только одного 20-контактного основного разъема питания; в середине 1990-х годов его было более чем достаточно для обеспечения питания системных плат и процессоров, требовавших 251 Вт общей мощности и даже меньше. Однако к концу 1990-х годов требования системных плат и процессоров возросли, и в некоторых системах основной разъем питания оказался неспособен справиться с возросшей нагрузкой. Системные платы и процессоры, потреблявшие суммарно больше 251 Вт мощности, могли потенциально привести к перегреву терминалов и повреждению разъема; несколько раз последствия перегрева контактов в разъеме питания мне довелось видеть лично.

Вместо того чтобы изменять конструкцию основного разъема, тем самым порождая несовместимость с системными платами, которым дополнительная мощность не нужна, компания Intel в 1998 году расширила спецификацию ATX 2.02, добавив дополнительный разъем питания. Этот разъем обеспечивал подачу 58 Вт мощности по дополнительным линиям с напряжением +3,3 и +5 В, которые необходимы для питания процессора, памяти, а также регулятора напряжения AGP. Однако, несмотря на появление дополнительного разъема, что было очень неплохой идеей, мне чаще встречались системные платы только с одним основным разъемом, хотя он и оказывался перегруженным.

Несмотря на то что дополнительный разъем обеспечивал дополнительную мощность по линиям с напряжением +3,3 и +5 В, линии дополнительного питания процессора (+12 В) это не касалось. Дебют процессора Pentium 4 в 2000 году показал, что требования процессоров к мощности блока питания резко возросли. Процессоры обычно характеризуются достаточно низким напряжением питания, за что отвечает схема регулятора напряжения на системной плате. Регулятор напряжения использует напряжение от блока питания и выполняет его преобразование. Мощность в ваттах равна произведению напряжения в вольтах и силы тока в амперах. Поэтому при равной мощности чем больше напряжения подать на схему регулятора, тем меньшая сила тока потребует. Таким образом, чтобы уменьшить силу тока, на регулятор напряжения стали подавать сигнал с напряжением +12 В, а не +3,3 или +5 В, как было раньше.

К сожалению, это привело к еще одной проблеме с питанием. Даже при комбинировании основного и дополнительного разъемов существовал только один контакт с напряжением +12 В, способный подать на системную плату ток не более 6 А. Поэтому, чтобы увеличить мощность по линии с напряжением +12 В и сохранить совместимость с основным и дополнительными разъемами, в начале 2000 года Intel добавила в спецификацию ATX 2.1 разъем питания с напряжением +12 В. Этот разъем предназначался для подачи мощности 192 Вт на регуляторы напряжения питания процессоров Pentium 4 и более новых версий.

Блоки питания с соединительным разъемом +12 В стали называть блоками питания *ATX12V*, поэтому для них была выпущена спецификация формфактора ATX12V. Поскольку изначально разъем с напряжением +12 В предназначался для процессоров Pentium 4, он получил неофициальное название “разъем P4”, несмотря на то что использовался и на системных платах для процессоров AMD. В конце 2001 года практически все выпускаемые системные платы и блоки питания соответствовали спецификации ATX12V.

Регуляторы напряжения процессора на системной плате стали использовать линию с напряжением +12 В, в результате чего нагрузка на линии +3,3 и 5 В снизилась, а значит, необходимость в дополнительном разьеме питания отпала. В результате многие блоки питания ATX12V этот разъем не содержат. Дополнительный разъем был официально исключен из спецификации ATX12V 2.0 в 2000 году. Некоторые блоки питания ATX12V дополнительный разъем все же содержат, поэтому, если материнская плата требует его подключения, следует выбрать блоки питания с этим разъемом.

20-контактный основной разъем питания

Этот разъем питания является стандартом для всех блоков питания стандартов ATX и ATX12V 1.x; он содержит коннектор Molex Mini-Fit Jr. с терминалами-“мамами”. 20-контактный основной разъем питания показан на рис. 19.22, а схема его разводки описана в табл. 19.5. Для каждого контакта указаны стандартные цвета в соответствии с рекомендациями стандарта ATX; однако для того, чтобы блоки питания от разных компаний отличались друг от друга, эти рекомендации обязательными не являются. Я предпочитаю показывать расположение контактов со стороны проводов, а не терминала, так как эта схема полностью соответствует компоновке контактов в разьеме материнской платы.

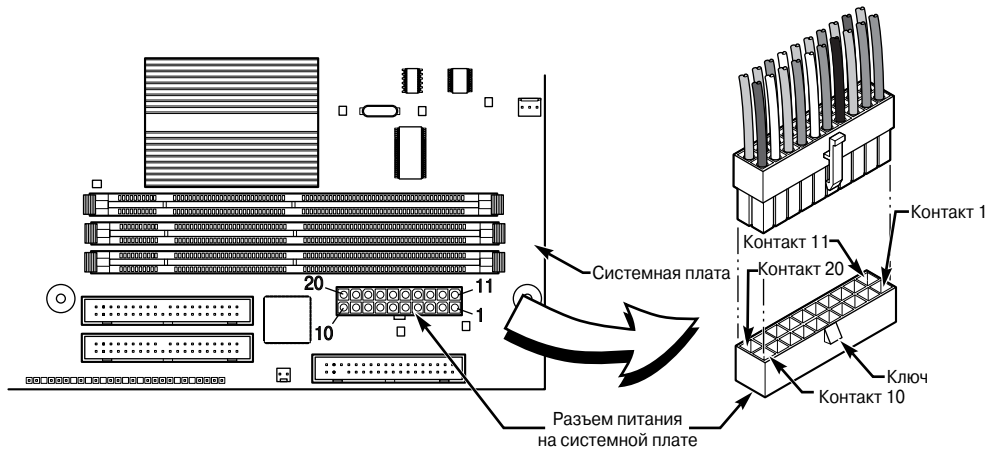


Рис. 19.22. 20-контактный соединитель ATX, вид в перспективе

Контакт	Напряжение / Функция	Цвет
Контакт 1	+3,3 В	оранжевый
Контакт 2	+3,3 В	оранжевый
Контакт 3	Общий	черный
Контакт 4	+5 В	красный
Контакт 5	Общий	черный
Контакт 6	+5 В	красный
Контакт 7	Общий	черный
Контакт 8	Общий	серый
Контакт 9	Общий	розовый
Контакт 10	Общий	желтый
Контакт 11	+3,3 В	оранжевый
Контакт 12	-12 В	синий
Контакт 13	Общий	черный
Контакт 14	PS_ON#	зеленый
Контакт 15	Общий	черный
Контакт 16	Общий	черный
Контакт 17	Общий	черный
Контакт 18	-5 В	белый
Контакт 19	+5 В	красный
Контакт 20	+5 В	красный

Рис. 19.23. 20-контактный разъем блока питания ATX/NLX (вид сбоку и со стороны разьема)

Таблица 19.5. Разъем блока питания АТХ

Цвет	Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал	Цвет
Оранжевый	+3,3 В	11 ¹	1	+3,3 В	Оранжевый
Синий	-12 В	12	2	+3,3 В	Оранжевый
Черный	Общий	13	3	Общий	Черный
Зеленый	PS_On	14	4	+5 В	Красный
Черный	Общий	15	5	Общий	Черный
Черный	Общий	16	6	+5 В	Красный
Черный	Общий	17	7	Общий	Черный
Белый	-5 В	18 ²	8	Power_Good	Серый
Красный	+5 В	19	9	5v_Stby	Розовый
Красный	+5 В	20	10	+12 В	Желтый

1. Может содержать второй оранжевый или коричневый провод, который используется для регулирования блоком питания цепи с напряжением 3,3 В.

2. Контакт 18 может не использоваться в некоторых современных моделях блоков питания или системных платах, так как сигнал -5 В исключен из спецификации АТХ12V 1.3 и более поздних версий. Подобные блоки питания не следует использовать совместно со старыми системными платами, содержащими шину ISA.

Примечание

Обратите внимание на то, что блок АТХ вырабатывает несколько сигналов, которых раньше не было, например +3,3 В, Power_On и 5v_Standby. Поэтому приспособить стандартный (или узкопрофильный) блок питания Slimline для работы в системе АТХ весьма сложно, несмотря на то что внешне они одинаковы.

Как уже отмечалось, АТХ был создан на основе устаревшего стандарта LPX. Поэтому для подключения блока питания формфактора АТХ к системной плате Baby-AT можно воспользоваться специальным адаптером. Поставкой адаптеров этого типа занимается компания PC Power and Cooling (www.pcpower.com).

Один из наиболее важных вопросов, касающихся соединителей блока питания — возможность подать необходимую мощность на системную плату без перегрева. Блок питания мощностью 500 Вт окажется бесполезным, если уже при 250 Вт соединители начнут плавиться. Если говорить об определенных соединителях, то для них задается максимально допустимое значение силы тока в амперах, которое они могут выдержать при нагреве не выше 30°С (85° F) и температуре окружающей среды 22°С (72° F). Другими словами, температура терминалов не должна превышать 52°С (157° F). Поскольку внутри системного блока температура составляет 40°С (104° F) и больше, при максимально допустимых значениях силы тока соединители могут разогреться до очень высоких температур.

Максимальная сила тока затем корректируется в соответствии с используемым количеством контактов в разъеме, так как необходимо принимать во внимание нагрев соседних терминалов. Например, 4-контактный разъем может допускать силу тока 8 А на канал, однако в случае 20-контактного разъема это значение уменьшается до 6 А на канал.

Все современные блоки питания формфактора АТХ и более новых предполагают использование коннекторов Molex Mini-Fit Jr. в качестве основного и дополнительного соединителей. При этом они могут содержать от 4 до 24 контактов. Существует три типа соединителей Molex: Standard, HCS и Plus HCS. Их характеристики представлены в табл. 19.6.

Таблица 19.6. Максимальная нагрузка для соединителей Molex Mini-Fit Jr.

Тип терминала Mini-Fit Jr. Type/маркировка	2-3 контакта (А/контакт)	4-6 контактов (А/контакт)	7-10 контактов (А/контакт)	12-24 контакта (А/контакт)
Standard/5556	9	8	7	6
HCS/44476	12	11	10	9
Plus HCS/45750	12	12	12	11

Предполагается, что в соединителях Mini-Fit Jr. с 12-24 контактами используется кабель калибра 18 при стандартных температурных условиях.

Основной коннектор питания АТХ может содержать 20 или 24 контакта, каждый из которых способен выдержать до 6 А. Для терминалов HCS это значение увеличивается до 9 А, а для терминалов Plus HCS — до 11 А. До марта 2005 года использовались стандартные тер-

миналы, в то время как после марта 2005 обязательным стало использование терминалов HCS. Если соединитель блока питания перегревается, можно улучшить его характеристики на 50%, установив терминал HCS или Plus HCS.

Подсчитав количество терминалов для каждого уровня напряжений, можно определить максимальную нагрузку, которую способен выдержать соединитель (табл. 19.7).

Таблица 19.7. Максимальная мощность, которую способен обеспечить 20-контактный основной разъем питания

Линия, В	Количество контактов	При использовании стандартных терминалов, Вт	При использовании терминалов HCS, Вт	При использовании терминалов Plus HCS, Вт
+3,3	3	59,4	89,1	108,9
+5	4	120	180	220
+12	1	72	108	132
Общая мощность		251,4	377,1	460,9

Стандартные терминалы рассчитаны на силу тока не больше 6 А, терминалы HCS — на силу тока не больше 9 А, терминалы Plus HCS — на силу тока не больше 11 А.

Предполагается, что в соединителях Mini-Fit Jr. с 12–24 контактами используется кабель калибра 18 при стандартных температурных условиях.

Это означает, что суммарная мощность, обеспечиваемая при использовании стандартных терминалов, составляет всего 251 Вт, чего явно недостаточно для современной системы. При увеличении мощности выше этого значения соединитель просто перегреется. Вы должны прекрасно понимать, что вряд ли имеет смысл производить блок питания мощностью 400–500 Вт, если основной соединитель питания не может выдержать больше 251 Вт без перегрева. Это можно сравнить с автомобилем, способным ехать со скоростью 320 км/ч, в то время как резина на колесах может выдержать максимум 160 км/ч. Если не превышать эту скорость, все будет нормально, в противном случае возникнет масса проблем.

Именно поэтому официальные спецификации блоков питания были обновлены в марте 2005 года; обязательным требованием стало использование терминалов HCS, способных выдержать на 50% большую мощность. При этом 20-контактный разъем может выдержать мощность 377 Вт, чего более чем достаточно для большинства систем.

6-контактный дополнительный разъем питания

С разработкой новых типов процессоров и системных плат появилась необходимость в дополнительном энергообеспечении устройств. В частности, наборы микросхем и модули памяти DIMM требуют напряжения питания +3,3 В, увеличивая тем самым текущую потребность в этом напряжении. Кроме того, многие платы включают в себя регуляторы напряжения, предназначенные для преобразования подаваемого напряжения +5 В в разные уровни напряжений, необходимые для работы процессора. В конечном счете возросшие потребности к выходным напряжениям +3,3 и +5 В привели к увеличению количества и размеров используемых проводов. Оплавленные разъемы и провода, заметно нагревающиеся во время работы, стали встречаться все чаще и чаще.

Чтобы справиться с этой проблемой, Intel изменила спецификацию ATX, добавив еще один силовой разъем, используемый для подключения системных плат ATX и различных устройств. Этот разъем предназначен для подвода дополнительного питания к системным платам, потребляющим электрический ток силой 18 А при напряжении +3,3 В или более 24 А при напряжении +5 В. Более высокие уровни напряжения требуются обычно в системах, использующих устройства, потребляемая мощность которых составляет 250–300 Вт и более.

Дополнительный 6-контактный разъем был добавлен в спецификации материнских плат ATX 2.02 и 2.03, а также спецификацию ATX21V 1.x для блоков питания. Эти спецификации предназначены для систем, в которых сила тока по линии +3,3 В превышает 18 А, а по линии +5 В — 25 А (эти параметры характеризуют максимальные возможности основного разъема). Как правило, такие условия можно встретить в системах, потребляющих более 300 Вт. Дополнительный разъем, показанный на рис. 19.24, представляет собой 6-контактный разъем

Molex-типа, похожий на один из силовых разъемов системной платы, используемых для подключения устройств AT/LPX.

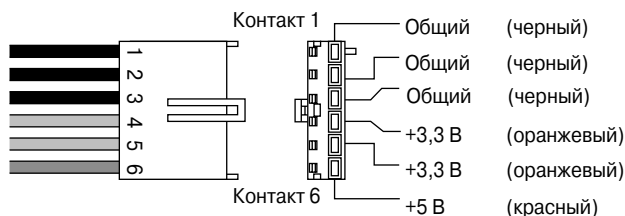


Рис. 19.24. Дополнительный разъем питания ATX

Расположение выводов дополнительного разъема приведено в табл. 19.8.

Таблица 19.8. Необязательный разъем блока питания типа Molex

Контакт	Сигнал	Цвет	Контакт	Сигнал, В	Цвет
1	Общий	Черный	4	+3,3	Оранжевый
2	Общий	Черный	5	+3,3	Оранжевый
3	Общий	Черный	6	+5	Красный

Каждый терминал в дополнительном разьеме питания выдерживает силу тока до 5 А, что меньше, чем в основном разьеме питания. Подсчитав количество терминалов на каждом уровне напряжения, можно определить, какую суммарную мощность может обеспечить разьем (табл. 19.9).

Таблица 19.9. Максимальная мощность, обеспечиваемая 6-контактным дополнительным разьемом питания

Напряжение, В	Количество контактов	Мощность, Вт
+3,3	2	33
+5	1	25
Общая мощность		58

Каждый терминал в дополнительном разьеме питания выдерживает силу тока до 5 А. Предполагается использование стандартного кабеля калибра 18 при нормальных температурных условиях.

Это означает, что максимальная мощность для разьема составляет 58 Вт. Превышение этого значения может привести к перегреву.

Комбинирование 20-контактного основного и дополнительного разьемов позволяет подать на системную плату до 309 Вт.

Сначала лишь некоторые модели системных плат и блоков питания поддерживали данный разьем. При этом действовало простое правило: если системная плата оснащена дополнительным разьемом, им должен быть оснащен и блок питания, и наоборот. Если блок питания содержал дополнительный отвод, а материнская плата не имела соответствующего разьема, этот штекер оставался неподключенным.

Начиная с 2000 года системные платы и блоки питания стали оснащаться дополнительными разьемами питания иных типов, и постепенно 6-контактный дополнительный разьем исчез из современных компьютерных систем.

24-контактный основной разьем питания ATX12V 2.x

Начиная с июня 2004 года на системных платах стали появляться разьемы новой шины PCI Express. Это тип последовательной шины со стандартным разьемом, использующим для передачи данных один канал или линию. Подобные разьемы получили обозначение $x1$ и предназначались для установки плат расширения, таких как сетевые и звуковые адаптеры и т.п. Однако были представлены разьемы, использующие большее количество линий (вплоть до 16) для обеспечения большей пропускной способности шины (они обозначаются как $x16$),

что необходимо, в первую очередь, видеоадаптерам. Разработчикам было понятно, что видеоадаптеры PCI Express x16 способны потреблять гораздо больше мощности, чем могут обеспечить 20-контактный основной разъем питания и 6-контактный дополнительный разъем, особенно по линии с напряжением +12 В.

Проблема состояла в том, что 20-контактный основной разъем питания содержал всего один контакт с напряжением +12 В, в то время как для надежной работы видеоадаптеров требовалась большая мощность по каналу с напряжением +12 В. Добавленный ранее 4-контактный разъем обеспечивает питание процессора, однако для других устройств он недоступен. Вместо того чтобы придумывать еще один дополнительный разъем, было принято решение доработать уже существующий основной разъем питания таким образом, чтобы он обеспечил подачу на системную плату большей мощности.

Полученный разъем получил название ATX12V 2.0 и был представлен в феврале 2003 года. Спецификация ATX12V 2.0 содержала два ключевых изменения по сравнению со спецификациями ATX12V 1.x. Сюда относятся новый 24-контактный основной разъем, а также исключение 6-контактного дополнительного разъема питания. Новый 24-контактный разъем содержит 4 дополнительных контакта для подачи напряжений +3,3, +5 и +12 В, а также общего контакта. Дополнительные контакты не только обеспечили питание для видеоадаптеров PCI Express, потребляющих до 75 Вт, но также привели к тому, что полностью отпала необходимость в 6-контактном дополнительном разъеме. Схема контактов 24-контактного разъема питания, который впервые появился на системных платах в середине 2004 года, приведена на рис. 19.25.

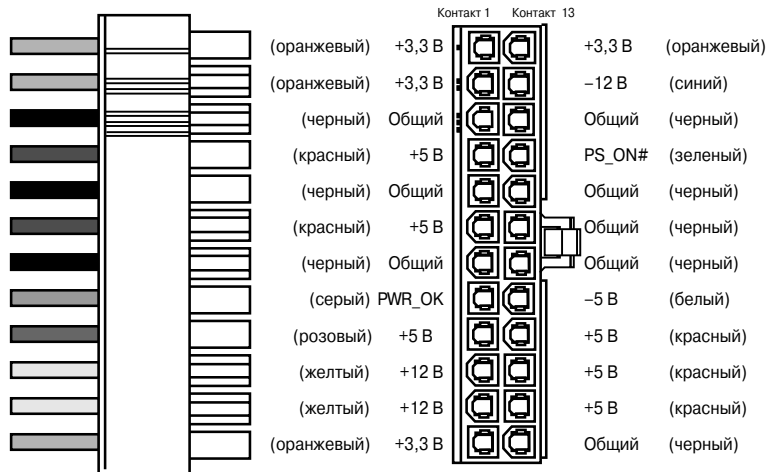


Рис. 19.25. 24-контактный основной разъем питания ATX12V 2.x

Примечание

Дополнительные контакты вводились в основной разъем питания для обеспечения достаточным энерго-снабжением видеокарт с интерфейсом PCI Express. В то же время большинство видеокарт PCI Express x16 верхнего ценового диапазона потребляют мощность, большую, чем 75 Вт, которые могут быть поданы непосредственно по шине PCIe. Такие карты имеют собственные силовые разъемы, на которые напряжение подается из блока питания.

Глядя на рисунок, очень важно не забыть, что контакт 13 может содержать второй оранжевый или коричневый провод для обеспечения обратной связи по каналу +3,3 В, необходимой для регулирования и контроля цепи с напряжением 3,3 В. Кроме того, контакт 20 может не использоваться, так как напряжение -5 В было исключено из спецификации ATX12V 2.01 и более поздних версий. Блоки питания, в разьеме питания которых не используется контакт 20, не следует подключать к старым системным платам, содержащим разъемы ISA.

Интересно отметить тот факт, что 24-контактный разъем не такой уж и новый; впервые он был представлен в спецификации EPS (Entry Power Supply), разработанной группой SSI в 1998 году. SSI (www.ssiforum.org) — это рабочая группа, созданная для разработки стандартных интерфейсов серверных компонентов, в том числе блоков питания. 24-контактные разъемы впервые стали использоваться в серверах потому, что в то время дополнительная мощность была необходима только таким компьютерным системам. Энергопотребление современных настольных компьютеров порой выше энергопотребления серверов несколько лет назад, поэтому вместо того, чтобы придумывать новый разъем, в спецификацию ATX12V 2.0 включили 24-контактный разъем, уже определенный стандартом SSI EPS.

По сравнению с 20-контактным вариантом 24-контактный основной разъем питания обеспечивает дополнительные терминалы +3,3, +5 и +12 В, что позволяет подать на системную плату большую мощность. Каждый терминал способен выдержать силу тока до 6 А. Подсчитав количество терминалов для каждого уровня напряжения, можно определить общую мощность, которую способен выдержать соединитель (табл. 19.10).

Таблица 19.10. Максимальная мощность, которую способен обеспечить 24-контактный основной разъем питания

Линия, В	Количество контактов	При использовании стандартных терминалов, Вт	При использовании терминалов HCS, Вт	При использовании терминалов Plus HCS, Вт
+3,3	4	79,2	118,8	145,2
+5	5	150	225	275
+12	2	144	216	264
Общая мощность		373,2	559,8	684,2

Стандартные терминалы рассчитаны на силу тока не больше 6 А, терминалы HCS — на силу тока не больше 9 А, терминалы Plus HCS — на силу тока не больше 11 А при стандартных температурных условиях.

Предполагается, что в соединителях Mini-Fit Jr. с 12–24 контактами используется кабель калибра 18.

Это означает, что общая мощность, которую способен выдержать соединитель, составляет 373 Вт при использовании стандартных терминалов и 560 Вт при использовании терминалов HCS, что значительно больше, чем 251 Вт, характерные для 20-контактного разъема. Комбинация 24-контактного основного и 4-контактного дополнительного разъемов обеспечивает уже 565 Вт при использовании стандартных терминалов и целых 824 Вт при использовании терминалов HCS! Этого более чем достаточно для подключения представленных сегодня на рынке блоков питания, особенно если учесть, что они снабжают энергией также все дисковые устройства.

Разъем питания процессора

Питание к процессору подается от устройства, называемого *модулем регулятора напряжения* (VRM), который в настоящее время встраивается в большинство современных системных плат. Этот модуль считывает необходимые параметры потребляемой мощности процессора (обычно через выводы процессора) и соответствующим образом калибрует подаваемое напряжение. Конструкция регулятора напряжения позволяет подавать +5 или +12 В. В системе в основном используется напряжение +5 В, но многие компоненты в настоящее время переходят на +12 В, что связано с их энергопотреблением. Кроме того, напряжение 12 В используется, как правило, приводным электродвигателем, а все другие устройства потребляют напряжение 5 В. Величина напряжения, потребляемого модулем VRM (5 или 12 В), зависит от параметров используемой системной платы или конструкции регулятора. Современные интегральные схемы регуляторов напряжения предназначены для работы при входном напряжении от +4 до +36 В, поэтому их конфигурация всецело зависит от разработчика системной платы.

Например, мне однажды пришлось работать с компьютером, использующим системную плату SD-11 компании FIC (First International Computer) и содержащим регулятор напряжения Semtech SC1144ABCSW. Напряжение +5 В, потребляемое этой платой, преобразовывалось в более низкое напряжение, необходимое для работы процессора. В большинстве системных плат

для управления схемой регулятора напряжения используются микросхемы, поставляемые компаниями Semtech (www.semtech.com) и Linear Technology (www.linear.com). Для получения дополнительной информации об используемых микросхемах обратитесь на сайты этих компаний.

Системная плата FIC включала в себя процессор Athlon версии Cartridge (Model 2) с рабочей частотой 1 ГГц, который, в соответствии со спецификациями AMD, имеет максимальную мощность 65 Вт и номинальное потребляемое напряжение 1,8 В. Сила тока при этих параметрах равна 36,1 А (вольт × ампер = ватт). В том случае, если регулятор использует подаваемое напряжение +5 В, мощность 65 Вт достигается только при силе тока 13 А. Это предполагает 100%-ную эффективность работы регулятора напряжения, что, к сожалению, невозможно. Таким образом, допуская, что производительность регулятора равна 80% (это стандартная величина), получаем фактическую силу тока, равную 16,25 А.

Предположив, что системная плата, а также платы ISA или PCI потребляют напряжение +5 В, можно заметить, насколько просто перегрузить 5-вольтные электрические провода, соединяющие блок питания с системной платой.

Как правило, в системных платах, предназначенных для процессоров Pentium III и Athlon/Duron, используются 5-вольтные регуляторы напряжения. Несмотря на это в последнее время возникла тенденция к переходу на регуляторы, потребляющие напряжение +12 В. Это связано с тем, что, используя более высокое напряжение, можно значительно уменьшить текущую нагрузку. Например, если использовать тот же 65-ваттный процессор AMD Athlon с рабочей частотой 1 ГГц, можно получить несколько уровней нагрузки при различных величинах потребляемого напряжения (табл. 19.11).

Таблица 19.11. Уровни нагрузки при различных напряжениях

Мощность, Вт	Напряжение, В	Сила тока, А	Сила тока (при эффективности регулятора 75%), А
65	1,8	36,1	—
65	3,3	19,7	26,3
65	5,0	13,0	17,3
65	12,0	5,4	7,2

Как видите, при использовании напряжения +12 В сила потребляемого тока достигает только 5,4 А, а с учетом 80%-ной эффективности регулятора напряжения — 6,8 А.

Таким образом, модификация схемы VRM системной платы, позволяющая использовать напряжение +12 В, представляется достаточно простой. К сожалению, стандартный блок питания ATX 2.03 содержит в основном силовом разъеме только один вывод с напряжением +12 В. Дополнительный разъем вообще не содержит выводов с напряжением +12 В, поэтому проку от него немного. Подача тока силой 8 А и более на системную плату, осуществляемая при напряжении +12 В через стандартный провод, может привести к повреждению разъема. Таким образом, возникла потребность в другом решении.

Рекомендации по совместимости платформ

Количество потребляемого тока через разъем с напряжением +12 В напрямую управляется процессором. Современные материнские платы поддерживают множество различных процессоров. Так как мощность, потребляемая процессорами, постоянно растет (особенно это относится к последним моделям), схема регулятора напряжения часто не способна удовлетворить требования *всех* процессоров, конструктивно подходящих для установки. Во избежание возникновения проблем, связанных с электропитанием, компания Intel разработала стандарт, названный “Platform Compatibility Guide” (PCG), определяющий разные уровни совместимости процессоров и материнских плат. Индекс PCG наносится на упаковку процессоров и материнских плат. Такая маркировка облегчает поиск совместимых компонентов при сборке и модернизации системы.

Индекс PCG состоит из двух или трех буквенно-цифровых символов: первые две цифры соответствуют году выхода спецификации, а необязательная третья буква указывает на определенный сегмент рынка. Третий символ “А” в маркировке PCG указывает, что устройство

предназначено для рынка малобюджетных систем (потребляющих меньшую мощность). Третий символ “В” указывает на принадлежность к сегменту рынка высокопроизводительных, дорогих систем (потребляющих большую мощность). К примеру, в материнскую плату со спецификацией 05В можно вставить процессор с индексом 05А. В то же время, если вставить процессор 05В в материнскую плату 05А, возникнут проблемы с энергообеспечением. Другими словами, процессор с более низкими требованиями всегда можно вставить в материнскую плату с более высокими, но не наоборот.

Индексы PCG были предназначены для материнских плат и процессоров, но по ним можно определить и минимальные требования к мощности блока питания. В табл. 19.12 приведены индексы PCG и требования к энергообеспечению, которые они описывают.

Таблица 19.12. Индексы PCG

Индекс PCG	Год появления	Сегмент рынка	Мощность процессора, Вт	Постоянный ток +12 В, А	Скачки тока +12 В, А
06	2006	Все	65	8	13
04А	2004	Дешевый	84	13	16,5
05А	2005	Дешевый	95	13	16,5
04В	2004	Дорогой	115	13	16,5
05В	2005	Дорогой	130	16	19

Блок питания должен выдерживать скачки тока продолжительностью не менее 10 мс.

Блок питания, обеспечивающий подачу необходимого тока на разъем +12 В, обеспечит бесперебойную работу системы.

4-контактный разъем питания процессора

Для повышения энергообеспечения системных плат в Intel была создана новая спецификация блоков питания ATX12V. Результатом этого стал новый силовой разъем, предназначенный для подачи на системную плату дополнительного напряжения +12 В. Этот разъем является обязательным для всех блоков питания ATX12V и представляет собой разъем Molex Mini-Fit Jr. с контактами-“мамами”.

Этот разъем имеет два силовых вывода с напряжением +12 В, каждый на 8 А, что позволяет предоставить дополнительное напряжение +12 В с максимальной силой тока до 16 А; в комбинации с 20-контактным основным разъемом обеспечивается максимальная сила тока 22 А по линии с напряжением +12 В. Четырехконтактный разъем ATX12V представлен на рис. 19.26.

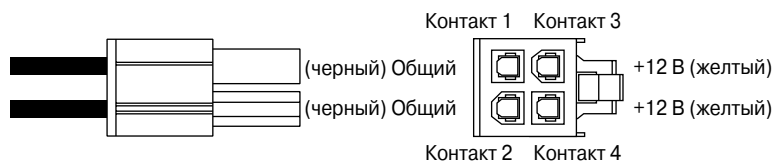


Рис. 19.26. Разъем питания ATX12V

Назначение выводов разъема блока питания ATX12V приведено в табл. 19.13.

Таблица 19.13. Разъем блока питания ATX12V (вид со стороны проводов)

Цвет	Сигнал, В	Контакт	Контакт	Сигнал	Цвет
Желтый	+12	3	1	Общий	Черный
Желтый	+12	4	2	Общий	Черный

При использовании стандартных терминалов каждый соединитель с напряжением +12 В может выдержать до 8 А. При использовании терминалов HCS это значение увеличивается до 11 А, а при использовании терминалов Plus HCS — до 12 А. Хотя при этом используется та же конструкция и такие же терминалы, что и в основном разьеме питания, допустимая сила тока

оказывается больше, так как в данном случае количество контактов гораздо меньше (4 вместо 20). Подсчитав количество терминалов для каждого уровня напряжений, можно определить общую мощность, которую способен выдержать разъем (табл. 19.14).

Таблица 19.14. Максимальная мощность для 4-контактного дополнительного разъема питания

Линия, В	Количество контактов	При использовании стандартных терминалов, Вт	При использовании терминалов HCS, Вт	При использовании терминалов Plus HCS, Вт
+12	2	192	264	288

Стандартные терминалы рассчитаны на силу тока не больше 8 А, терминалы HCS — на силу тока не больше 11 А, терминалы Plus HCS — на силу тока не больше 12 А.

Предполагается, что в соединителях Mini-Fit Jr. с 4–6 контактами используется кабель калибра 18.

Это означает, что при использовании стандартных терминалов этот соединитель способен обеспечить 192 Вт, доступных для процессора и потребляемых исключительно им. Увеличение мощности приведет к перегреву соединителя, если только не будут использованы терминалы HCS или Plus HCS.

Комбинация из 20-контактного основного и 4-контактного дополнительного разъемов обеспечивает максимальное значение подаваемой мощности до 443 Вт (при использовании стандартных терминалов). Важно отметить, что добавление разъема дополнительного питания процессора обеспечило поддержку блоков питания до 500 Вт без перегрева даже при использовании стандартных терминалов.

Адаптеры для 4-контактного дополнительного разъема

Если в систему, блок питания которой не имеет 4-контактного вывода для регулятора напряжения процессора, вставляется новая материнская плата, решение проблемы найти можно, однако оно имеет некоторые подводные камни. На рынке доступны адаптеры, преобразующие сигналы, поступающие с обычных периферийных разъемов, в сигналы для 4-контактного разъема питания процессора. Слабое место этого подхода в том, что стандартный периферийный терминал блока питания имеет всего одну линию с напряжением +12 В, в то время как в 4-контактном разьеме их две. Если с одной линии напряжением +12 В периферийного терминала подавать напряжение на обе линии 4-контактного разъема, могут возникнуть серьезные проблемы, связанные с недостаточной мощностью. Дело в том, что стандартные периферийные терминалы рассчитаны только на ток 11 А, в то время как каналы 4-контактного разъема рассчитаны на 11 А каждый. Если процессор будет потреблять слишком большую мощность, контакты периферийного терминала могут оплавиться из-за перегрева. Таким образом, существующие адаптеры не удовлетворяют современным стандартам. Для иллюстрации проведем некоторые вычисления. Предположим, что эффективность регулятора напряжения системной платы составляет 80% и процессор потребляет мощность 105 Вт. При этих условиях подаваемый ток равен примерно 11 А, что близко к абсолютному пределу, допустимому в соединении. Так как большинство процессоров иногда потребляют мощность, которая больше номинальной, я бы не рисковал использовать адаптеры с процессорами мощнее 75 Вт (что исключает из рассмотрения все процессоры среднего и высокого классов, а также многоядерные). Пример адаптера между периферийным терминалом блока питания и 4-контактным дополнительным разъемом материнской платы показан на рис. 19.27.

8-контактный разъем питания процессора

Некоторые высокопроизводительные системы иногда используют несколько регуляторов напряжения для подачи питания на процессор. Распределение нагрузки между двумя регуляторами напряжения приводит к использованию двух 4-контактных дополнительных разъемов с напряжением +12 В, которые физически объединяются в один 8-контактный (рис. 19.28). Этот тип разъемов впервые был определен в спецификации EPS12V версии 1.6, вышедшей в 2000 году. Эта спецификация предназначалась для серверов, однако все повышающиеся требования обычных ПК к мощности процессора привели к ее распространению и на материнские платы ПК.

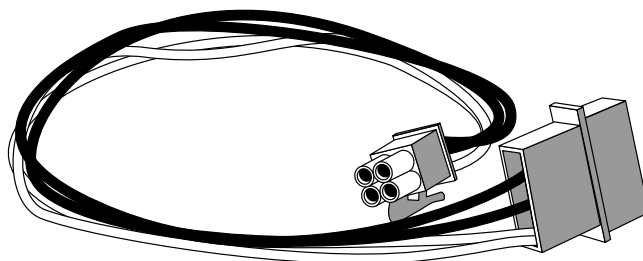


Рис. 19.27. Адаптер, соединяющий периферийный терминал блока питания и 4-контактный дополнительный разъем материнской платы

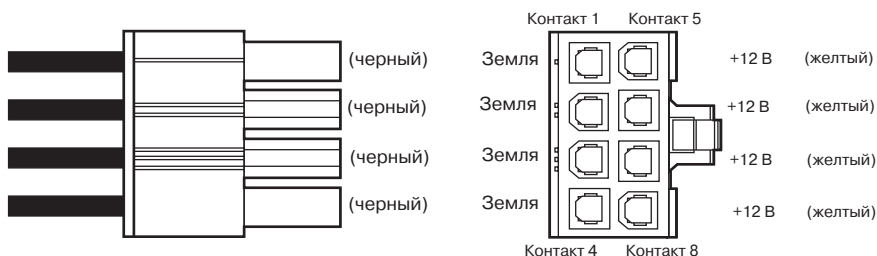


Рис. 19.28. 8-контактный разъем питания процессора; вид сбоку и со стороны терминала

Назначение выводов 8-контактного разъема питания процессора приведено в табл. 19.15.

Таблица 19.15. Назначение выводов 8-контактного разъема питания процессора

Цвет	Сигнал, В	Контакт	Контакт	Сигнал	Цвет
Желтый	+12	5	1	Общий	Черный
Желтый	+12	6	2	Общий	Черный
Желтый	+12	7	3	Общий	Черный
Желтый	+12	8	4	Общий	Черный

Материнские платы, оснащенные 8-контактным разъемом питания процессора, должны получать сигналы на все 8 выводов, в противном случае регуляторы напряжения не будут функционировать должным образом. Несмотря на то что в этот разъем можно вставить и один 4-контактный терминал с напряжением +12 В, в таком случае питание будет подаваться только на половину регуляторов напряжения, что приведет к повреждению материнской платы и/или процессора. Если материнская плата содержит 8-контактный силовой разъем, следует либо приобрести блок питания с соответствующим терминалом, либо при подключении 4-контактного терминала использовать специальный адаптер, распределяющий подаваемые сигналы на все 8 контактов разъема.

Адаптеры для 8-контактного разъема питания процессора

Если в блоке питания отсутствует вывод с 8-контактным терминалом, можно воспользоваться адаптером, преобразующим сигналы 4-контактного терминала в сигналы 8-контактного разъема. Пример такого адаптера показан на рис. 19.29.

Доступны и прямо противоположные адаптеры — преобразующие сигналы 8-контактного терминала в сигналы 4-контактного разъема материнской платы. Однако чаще всего они излишни, так как в данном случае достаточно сместить положение терминала так, чтобы использовать в нем только первые (или последние) 4 сигнальные линии. В то же время могут возникнуть ситуации, когда смещение терминала невозможно ввиду наличия рядом других компонентов материнской платы. В данном случае адаптер действительно необходим.



Рис. 19.29. Адаптер, соединяющий 4-контактный терминал блока питания и 8-контактный разъем материнской платы

Совместимость с существующими и будущими решениями

Если вы дочитали главу до этого раздела, я уверен, что у вас возник ряд вопросов. Например, как быть в том случае, если вы приобрели блок питания с 24-контактным соединителем питания, а системная плата оснащена 20-контактным разъемом? Или как быть, если блок питания оснащен 20-контактным соединителем питания, а системная плата — 24-контактным разъемом? Ответы на эти вопросы могут вас удивить.

Прежде всего, позвольте отметить, что существуют адаптеры, позволяющие преобразовать 24-контактный соединитель в 20-контактный, однако подобные переходники не очень нужны; можно сказать, что их использование даже нежелательно. Дело в том, что все соединители, блоки питания и разъемы на системных платах проектировались, учитывая необходимость обеспечения совместимости.

Если сравнить схемы 24- и 20-контактного соединителей, можно увидеть, что новый тип соединителя на самом деле представляет собой старый тип, с одной стороны которого добавили еще четыре контакта. А значит, можно говорить об обратной совместимости. Поэтому 24-контактный соединитель можно вставить в 20-контактный разъем, и наоборот, причем без использования каких-либо переходников! Вставить соединитель нужно так, чтобы дополнительные четыре контакта оказались “лишними”.

На рис. 19.30 показано, каким образом можно вставить 24-контактный соединитель от блока питания в 20-контактный разъем на системной плате. Терминалы 24-контактного соединителя, отмеченные серым цветом, вставляются в 20-контактный разъем, в то время как терминалы белого цвета остаются свободными.

Логически подобное подключение возможно, так как первые 20 контактов 24-контактного соединителя совпадают с контактами 20-контактного разъема, а значит, все сигналы передаются корректно. Единственная проблема может быть связана с тем, что какие-то компоненты на системной плате могут располагаться слишком близко к разъему, а значит, могут мешать “лишним” терминалам 24-контактного соединителя.

А как поступать в ситуации, когда системная плата оснащена 24-контактным разъемом, а блок питания — 20-контактным штекером? В данном случае неподключенными остаются четыре терминала в разъеме на системной плате. Поскольку назначение первых 20 контактов совпадает, данная схема подключения срабатывает. Однако возникает еще один вопрос. Будет ли системная плата корректно функционировать, если на часть контактов разъема питания не подается напряжение? Поскольку данные контакты дублируют другие, уже присутствующие в остальной части разъема, ответ вроде бы положительный, однако, если системная плата потребляет много энергии, оставшиеся контакты могут оказаться “перегруженными”. В конце концов, дополнительные контакты были добавлены именно для того, чтобы избежать подобных перегрузок.

К счастью, даже эта проблема была решена. Все системные платы с 24-контактным разъемом, которые мне приходилось видеть, также содержали дополнительный разъем питания периферийных устройств (таких, как жесткий диск), который способен обеспечить дополни-

тельное питание в том случае, если блок питания оснащен 20-контактным соединителем. В документации к системной плате данный разъем питания часто называют *альтернативным*. На рис. 19.31 показана системная плата Intel D925XBC, которая содержит 24-контактный основной разъем, 4-контактный разъем с напряжением +12 В, а также 4-контактный дополнительный разъем.

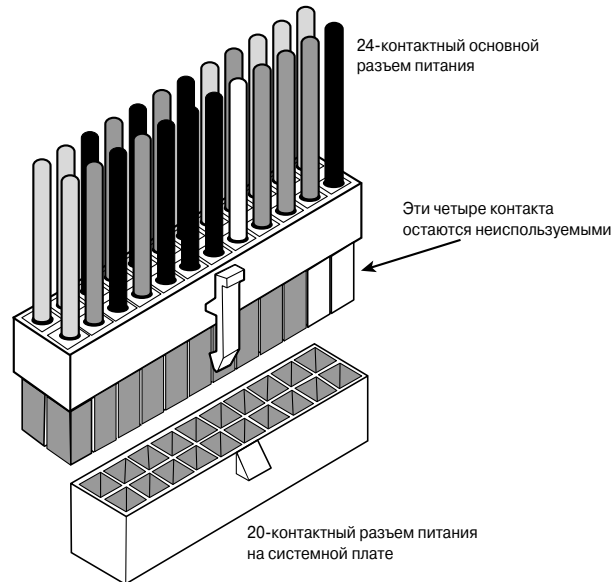


Рис. 19.30. Подключение 24-контактного соединителя от блока питания к 20-контактному разъему на системной плате

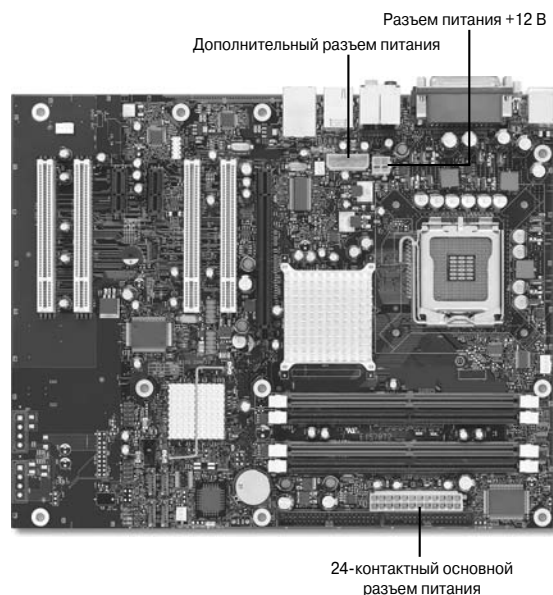


Рис. 19.31. Разъемы питания, доступные на системной плате Intel D925XBC

Независимо от того, используется 20- или 24-контактный соединитель, дополнительный разъем питания с напряжением +12 В все равно необходим, так как он обеспечивает питание процессора. Если 24-контактный штекер вставлен в 24-контактный разъем, в альтернативном разьеме питания необходимости нет. Однако, если 20-контактный штекер вставлен в 24-контактный разъем, также подключите соединитель питания периферийных устройств в альтернативный разъем питания. Чаще всего блоки питания содержат достаточное количество соединительных разъемов. Использование 20-контактного основного соединителя и альтернативного разъема питания оказывается достаточным решением для любой системы, даже оснащенной видеоадаптером PCI Express x16, потребляющим мощность до 75 Вт.

Нельзя не отметить тот факт, что соединители необходимо вставлять в разъемы строго определенным образом, не переворачивая их и не смещая. Основной соединитель, отвод с напряжением +12 В, а также штекер для подключения видеоадаптера PCI Express имеют тип Molex Mini-Fit Jr., который предполагает наличие специальных ключей, предотвращающих неправильную вставку штекера в разъем. Расположение ключей на штекерах строго согласовано с положением соответствующих им ключей на разъемах. Однако в случае некачественных разъемов или штекеров некорректное подключение все же возможно. Более того, приложив чрезмерное усилие, можно неправильно вставить даже качественный штекер в качественный разъем. 20-контактный штекер можно вставить в 24-контактный разъем, и наоборот, и при этом точное согласование ключей может оказаться невозможным, а значит, необходимо проявить максимум внимания, чтобы все сделать правильно.

Собственная (нестандартная) конструкция ATX компании Dell

Если вам посчастливилось приобрести настольный компьютер, выпущенный компанией Dell в 1996–2000 годах, уделите особое внимание этому разделу. Здесь речь идет о потенциальных опасностях, ожидающих ничего не подозревающего владельца компьютера Dell, решившего модернизировать системную плату или блок питания. Скрытые опасности могут привести к повреждению системной платы, блока питания или обоих компонентов сразу! Раз вы уже насторожились, я начну...

Слушатели моих семинаров и читатели предыдущих изданий этой книги знают, что долгое время я был приверженцем промышленно-стандартных систем и компонентов и даже не помышлял о приобретении настольного компьютера, содержащего нестандартную системную плату, блок питания или корпус (как, например, ATX). Я шел своей дорогой, не обращая внимания на системы, созданные в Packard Bell, Compaq, IBM и других компаниях, использующих специальные, уникальные и собственные компоненты. Однажды в начале 1990-х годов, потеряв на мгновение здравый смысл, я приобрел компьютер компании Packard Bell. Когда существующие возможности системы быстро исчерпались, пришла пора модернизации системной платы и установки более быстрого процессора. К моему ужасу, системы LPX оказались совершенно нестандартными. Кроме того, различия в конструкциях привели к тому, что системные платы, платы расширения, корпус и блок питания не подлежали замене. Я получил то, что в настоящее время отношу к разряду “одноразовых ПК”, т.е. систему, которую нельзя модернизировать, а можно только выбросить. Те деньги, которые, как мне казалось, были сэкономлены при покупке этой системы, оказались сущей мелочью по сравнению с затратами на полную замену ее компонентов. Это был первый урок.

Мне пришлось пережить еще несколько экспериментов, подобных этому, после чего я зарекся покупать системы, содержащие какие-либо нестандартные компоненты. Покупая систему, состоящую исключительно из стандартизированных комплектующих, можно без труда ее отремонтировать, модернизировать и обслуживать долгие годы. С тех пор на своих семинарах и в данной книге я пропагандирую использование только таких компонентов, которые поддерживают промышленные стандарты.

Формирование собственной системы из отдельных деталей является одним из способов избежать использования компонентов закрытых стандартов, но обычно этот способ оказывается более длительным и дорогостоящим, чем приобретение уже собранной системы. Какую же систему можно порекомендовать пользователям, желающим приобрести недорогой ком-

пьютер, собранный из стандартных компонентов и позволяющий относительно недорого его модернизировать или ремонтировать? Существует множество производителей и сборщиков систем, но раньше я отдавал предпочтение таким компаниям, как Gateway, Micron и Dell. Эти компании действительно являются наиболее крупными производителями и обычно продают компьютеры, использующие компоненты стандартного формфактора ATX практически во всех основных типах настольных систем.

Однако начиная с сентября 1998 года компания Dell покинула лагерь сторонников промышленной стандартизации и начала использовать модифицированные системные платы Intel формфактора ATX, имеющие силовые разъемы с уникальной разводкой. В результате пришлось создавать отличные от всех блоки питания, повторяющие нестандартную разводку разъемов питания системной платы.

Наибольший “сюрприз” кроется не в использовании нестандартных разъемов питания, а в том, что нестандартной является только схема расположения выводов; во всем остальном они практически не отличаются от “настоящих” разъемов ATX. Таким образом, нестандартный блок питания Dell можно запросто подключить к новой системной плате ATX, установленной в корпусе Dell, при модернизации компьютера (или подключить стандартный блок питания ATX к установленной системной плате Dell). Сочетание новой платы ATX с блоком питания Dell или нового блока питания ATX с существующей платой Dell является не более чем экзотическим способом приготовления кремниевого торта из материнской платы. Но это уже удел телепередачи “Мозголомы”.

На мировом рынке ПК компания Dell занимает второе место по объему продаж после Compaq, поэтому меня особенно поразило то, что я ранее ничего не слышал о такой проблеме. Именно это подтолкнуло меня к решению обнародовать полученную информацию, чтобы уберечь тысячи “невинных” системных плат и блоков питания от преждевременной смерти.

Если вы оказались жертвой роковых обстоятельств, позвольте мне разделить вашу боль. Я тоже столкнулся с жестокой действительностью, потеряв свой блок питания в огне пожара. Вначале я пришел к мысли о неисправности нового блока питания, установленного в один из компьютеров Dell и загоревшегося при включении системы. Видели бы вы эти языки пламени, вырывающиеся через отверстия в корпусе! Вторую систему Dell спасло только то, что я решил проверить с помощью вольтметра цветовые коды разъемов блока питания перед его установкой. К счастью, огонь “не перекинулся” с блока питания на системную плату; думаю, что блок питания просто очень быстро сгорел и, жертвуя собой, спас системную плату. Вы можете оказаться не столь удачливым и потерять плату *вместе* с блоком питания.

Это может показаться странным, но я никогда раньше не думал о том, что мне придется перед установкой нового источника питания или системной платы сверять цветовую кодировку проводов или использовать вольтметр для проверки схемы расположения выводов блока питания “псевдоATX”, созданного в компании Dell. Кстати, производители системных плат и блоков питания вряд ли заменят находящиеся на гарантии компоненты, которые сгорели из-за нестандартной разводки проводов.

Сама компания Dell объяснила несоответствие стандарту ATX тем, что в середине 1990-х годов стали более широко использоваться компоненты с напряжением питания +3,3 В, и в результате роста суммарной потребляемой мощности этого шинпровода инженеры Dell разработали свою конструкцию более стойкого к повышенному току разъема. Все это объяснение не выдерживает никакой критики. Дело в том, что стандартом ATX предусмотрены три контакта с напряжением +3,3 В, что позволяет передавать ток силой до 18 А. К тому же в дополнительный разъем было добавлено еще 2 контакта, обеспечивающих передачу 10 А тока. Нестандартное конструктивное решение, предложенное Dell, имело только 3 дополнительных разъема с напряжением 3,3 В, обеспечивавших ток до 15 А. Как видите, даже основной разъем стандарта ATX обеспечивает подачу большего тока на материнскую плату, чем два разъема нестандартной архитектуры Dell.

Мне кажется, что единственная причина использования нестандартной конструкции кроется в стремлении “привязать” пользователей к системным платам и блокам питания производства компании Dell. Это положение усугубляется тем, что в собственных системах Dell используются практически все платы Intel. Один из компьютеров Dell, например, создан на

основе системной платы Intel D815EEA, используемой многими поставщиками, к числу которых относятся Gateway, Micron и другие компании. Системная плата компьютеров Dell отличается только нестандартной разводкой силового разъема. В системах других производителей используются практически те же платы Intel со стандартными разъемами питания.

Схема расположения выводов основного и дополнительного разъемов блока питания Dell приведена в табл. 19.16 и 19.17. Нестандартная разводка этих разъемов используется в системах Dell стандарта “псевдоАТХ”.

Таблица 19.16. Схема расположения выводов нестандартного основного разъема питания Dell

Цвет	Сигнал	Контакт	Контакт	Сигнал	Цвет
Серый	PS_On	11	1	+5 В	Красный
Черный	Общий	12	2	Общий	Черный
Черный	Общий	13	3	+5 В	Красный
Черный	Общий	14	4	Общий	Черный
Белый	-5 В	15	5	Power_Good	Оранжевый
Красный	+5 В	16	6	+5В SB (standby)	Розовый
Красный	+5 В	17	7	+12 В	Желтый
Красный	+5 В	18	8	-12 В	Синий
Ключ (отсутствует)	---	19	9	Общий	Черный
Красный	+5 В	20	10	Общий	Черный

Таблица 19.17. Схема расположения выводов нестандартного дополнительного разъема питания Dell

Контакт	Сигнал	Цвет	Контакт	Сигнал, В	Цвет
1	Общий	Черный	4	+3,3	Синий/Белый
2	Общий	Черный	5	+3,3	Синий/Белый
3	Общий	Черный	6	+3,3	Синий/Белый

Я предполагал, что если мне удастся извлечь клеммы с подсоединенными проводами из разъема и переставить их в соответствующем порядке, то это даст возможность использовать блок питания Dell с обновленной системной платой АТХ. К сожалению, ничего не вышло. Если вы обратите внимание на схему расположения выводов основного и дополнительного разъемов Dell и сравните их со стандартной схемой АТХ, то обнаружите, что изменилось не только расположение контактов, но и количество клемм, используемых для подвода определенного напряжения или заземления. Для того чтобы использовать блок питания Dell вместе со стандартной платой АТХ или стандартный блок питания АТХ с системной платой Dell, придется не только изменить расположение клемм, но и какие-то провода отрезать, а какие-то, наоборот, срastить. Поверьте мне: это пустая трата сил и времени.

В следующих моделях компьютерных систем Dell используются нестандартные силовые разъемы.

Dimension 2100	Dimension XPS Mxxx	OptiPlex GX115
Dimension 4100	Dimension XPS P133c MT	OptiPlex GX300
Dimension B1000R	Dimension XPS Pro 180n	OptiPlex GXa
Dimension L Series	Dimension XPS Rxxx	OptiPlex GXi
Dimension V350	Dimension XPS Txxx	Power Edge 2100
Dimension V400	OptiPlex G1	Power Edge 2200
Dimension XPS B Series	OptiPlex GX1	Precision Workstation 210
Dimension XPS Dxxx	OptiPlex GX110	Precision Workstation 400

В том случае, если вы все же решили модернизировать нестандартный компьютер Dell, постарайтесь одновременно заменить и системную плату, и блок питания стандартными. Таким образом, вы не только сохраните систему в целости и сохранности, но и сможете перейти к стандартным системным компонентам АТХ. Для того чтобы заменить только системную плату Dell, следует обратиться к ее производителю. Если же нужно заменить один блок питания, то дела не

так уж и плохи. В настоящее время компания PC Power and Cooling (www.pcpower.com) предлагает высокоэффективный блок питания ATX, имеющий модифицированную разводку Dell. Этот блок питания внешне практически не отличается от стандартного блока ATX; изменилось только количество и расположение проводов.

К счастью, начиная с 2000 года компания Dell перешла на использование стандартных промышленных разъемов ATX в моделях Dimension 4300, 4400, 8200 и более новых. За исключением каких-то непредвиденных обстоятельств, это означает, что в системах можно отдельно заменить как блок питания, так и системную плату.

К сожалению, некоторые из новейших систем Dell XPS используют блоки питания собственного формфактора, что исключает возможность модернизации блока питания стандартным блоком в будущем. Основная идея состоит в том, что, независимо от того, какую систему вы приобретаете, я рекомендую отдавать предпочтение решениям, в которых используются только стандартные блоки питания, как по форме, так и по разводке кабелей.

Дополнительные разъемы питания

Кроме разъемов, предназначенных для подключения системной платы, блоки питания содержат ряд силовых разъемов для подключения различных периферийных устройств, начиная с дисковых накопителей и заканчивая внутренним вентилятором охлаждения. Рассмотрим типы разъемов питания подробнее.

Разъемы питания периферийных устройств

Возможно, наиболее распространенным дополнительным разъемом является *разъем питания периферийных устройств*, который часто называют *разъемом питания дисковых устройств*. Данный разъем был разработан компанией AMP в рамках коммерческой серии MATE-N-LOK.

Чтобы отыскать вывод 1, внимательно осмотрите разъем: обычно номер указан на пластмассовом корпусе, но бывает настолько мал, что его трудно разглядеть. Эти разъемы обычно имеют ключ, поэтому их сложно вставить неправильно. На рис. 19.32 показан разъем питания для периферийного устройства.

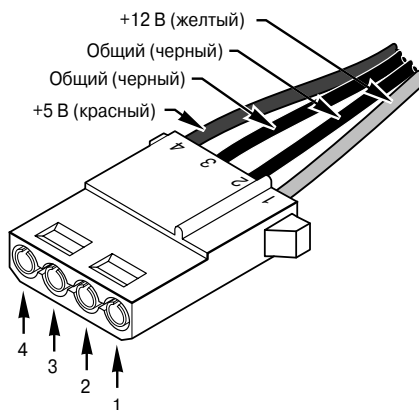


Рис. 19.32. Разъем питания периферийного устройства

Это единственный тип разъема, который остался неизменным во всех блоках питания для ПК, выпускавшихся со времен первых IBM PC. Чаще всего данный разъем применяется для подключения жестких дисков и оптических накопителей, однако его можно использовать и для обеспечения дополнительного питания системных плат, видеоадаптеров, вентиляторов охлаждения и любых других устройств, для питания которых необходимо напряжение +5 или +12 В.

Данный разъем имеет 4 контакта с круглыми терминалами, расположенные на расстоянии 0,2 дюйма друг от друга; при этом на каждый контакт можно подавать силу тока до 11 А. Поскольку один контакт относится к линии с напряжением +12 В, а второй — к линии +5 В (два остальных разъема общие), максимальная мощность, которую может обеспечить один разъем, составляет 187 Вт. Ширина разъема — 0,830 дюйма — позволяет подключать накопители и устройства достаточно большого размера.

Схема расположения выводов разъема питания периферийных устройств и цвета проводов представлены в табл. 19.18.

Таблица 19.18. Схема расположения выводов разъема питания периферийных устройств (большой силовой разъем)

Контакт	Сигнал	Цвет	Контакт	Сигнал	Цвет
1	+12 В	Желтый	3	Общий	Черный
2	Общий	Черный	4	+5 В	Красный

Разъем питания дисководов

Когда 3,5-дюймовые накопители на гибких магнитных дисках впервые появились в ПК в середине 1980-х годов, стало понятно, что необходимы разъемы питания меньших размеров. В результате появился привычный нам всем *разъем питания дисководов*, разработанный компанией AMP в рамках серии EI (Economy Interconnection). Данные разъемы используются для подключения небольших устройств и содержат те же контакты с напряжениями +12, +5 В и два общих, что и разъем больших размеров. Контакты расположены на расстоянии 2,5 мм (0,098 дюйма) друг от друга, благодаря чему этот разъем в два раза меньше стандартного разъема питания периферийных устройств. Поскольку каждый контакт рассчитан на силу тока до 2 А, разъем может обеспечить мощность до 34 Вт.

Схема расположения выводов разъема питания дисководов и цвета проводов представлены в табл. 19.19.

Таблица 19.19. Схема расположения выводов разъема питания накопителя на 3,5-дюймовых гибких дисках

Контакт	Сигнал	Цвет	Контакт	Сигнал	Цвет
1	+5 В	Красный	3	Общий	Черный
2	Общий	Черный	4	+12 В	Желтый

Разъемы питания периферийных устройств и дисководов (рис. 19.33) стандартизированы в соответствии с назначением выводов и цветами проводов.

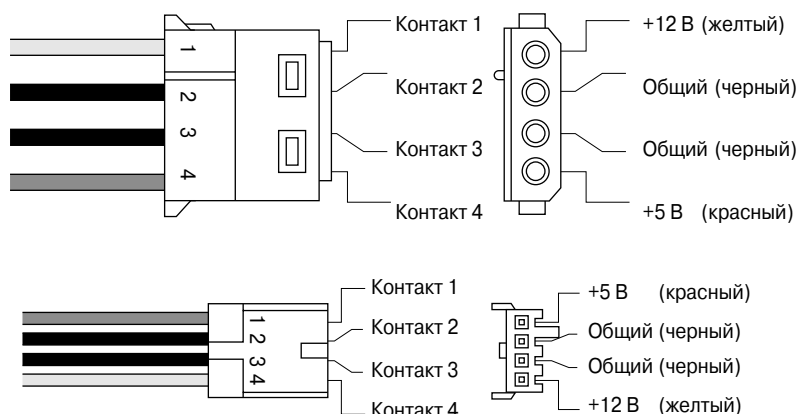


Рис. 19.33. Разъемы питания дисковых накопителей и периферийных устройств

Как видите, нумерация контактов относительно подаваемого напряжения штекера дисковода обратная, по сравнению со штекером для периферийных устройств, так что будьте внимательны при подключении или изготовлении переходника от одного типа разъема к другому. Если перепутать место расположения красного и желтого проводов, подключаемое устройство можно попросту сжечь.

Старые блоки питания оснащались только двумя отводами для подключения периферийных устройств, в то время как в современных блоках питания их не меньше четырех, а отводов для подключения дисководов — один или два. В зависимости от мощности и назначения некоторые блоки питания могут иметь до восьми и более штекеров подключения приводов и дисководов.

Чтобы подключить дополнительный дисковод, можно воспользоваться Y-образным кабелем-разветвителем (рис. 19.34) или переходным кабельным адаптером (рис. 19.35), предлагаемыми сегодня на компьютерном рынке. Эти кабели позволяют использовать один силовой разъем для энергообеспечения двух дисководов и преобразовать большой периферийный разъем питания в силовой разъем меньшего размера, предназначенный для подключения накопителя на гибких дисках. При одновременном использовании нескольких Y-образных адаптеров убедитесь, что выходная мощность блока питания достаточна для поддержки такого количества устройств.

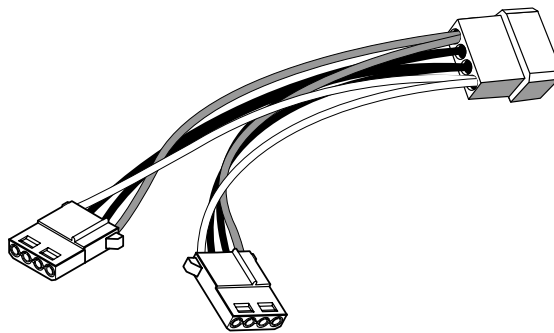


Рис. 19.34. Общий Y-образный кабельный адаптер

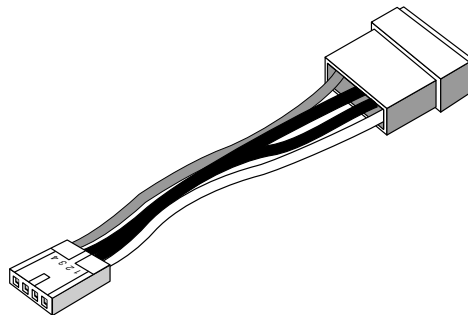


Рис. 19.35. Переходной кабельный адаптер “периферийное устройство–накопитель на гибких дисках”

Разъемы питания Serial ATA

При необходимости добавить в существующую систему накопитель Serial ATA вам потребуется новый блок питания, который содержит специальный отвод со штекером SATA. Это специальный 15-контактный соединитель, содержащий пять проводов (это означает, что к каждому из проводов подключено по три контакта). При этом ширина штекера SATA практически совпадает с шириной коннектора питания периферийных устройств, однако первый

значительно тоньше. Все современные спецификации формфакторов блоков питания включают соединители питания SATA как обязательные. Штекер питания Serial ATA представлен на рис. 19.36.

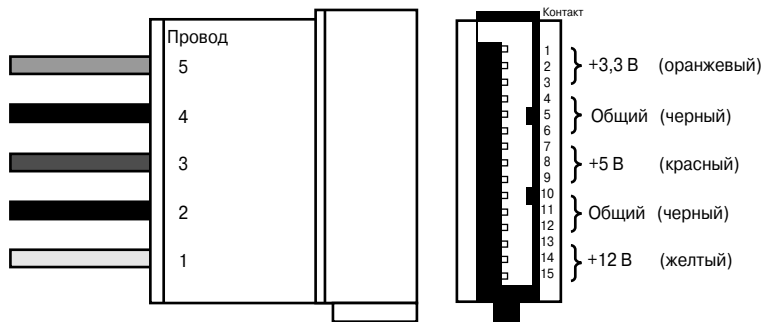


Рис. 19.36. Штекер кабеля питания Serial ATA

В штекере SATA каждый провод соединен с тремя контактами, причем прямой связи между нумерацией проводов и контактов нет, что может немного смущать.

Если блок питания не содержит соединителя SATA, можно использовать адаптер, который позволяет превратить привычный штекер питания периферийных устройств в соединитель SATA. Подобные адаптеры не содержат линию с напряжением +3,3 В, однако это не составляет проблемы, так как большинство накопителей SATA обходятся напряжениями +12 и +5 В.

Переходник для преобразования сигналов разъема питания периферийных устройств в сигналы разъема питания устройств SATA представлен на рис. 19.37.

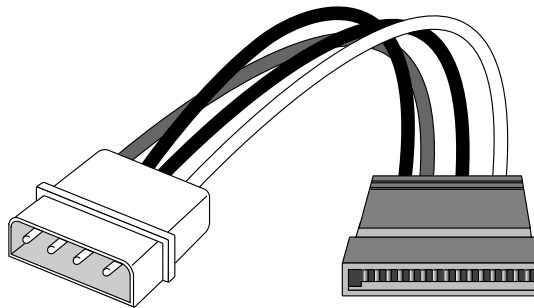


Рис. 19.37. Переходной кабельный адаптер для периферийных устройств SAT

Соединители PCI Express x16 (SLI)

Хотя спецификация ATX12V 2.x включает новый 24-контактный разъем питания, обеспечивающий большую мощность для устройств, таких как видеоадаптеры, при этом предполагается, что они потребляют не более 75 Вт. Однако уже сейчас существуют видеоадаптеры, которые потребляют значительно большую мощность. К примеру, NVIDIA GeForce 8800 Ultra потребляет 175 Вт, а будущие модели смогут потреблять еще больше. Системная плата не способна напрямую обеспечить питание более 75 Вт, поэтому рабочая группа PCI-SIG разработала стандарт, обеспечивающий подачу как минимум 150 Вт непосредственно на видеоадаптер от блока питания через специальный соединитель. Скорее всего, данный соединитель (разъем) будет включен в одну из будущих версий спецификации ATX12V.

Спецификация PCI Express x16 Graphics Power предполагает использование 6-контактного соединителя Molex Mini-Fit Jr. с терминалами-“мамами” для подачи электропитания непо-

средственно на видеоадаптер. Данный соединитель внешне похож на основной штекер питания и коннектор с напряжением +12 В. Схема контактов данного соединителя представлена на рис. 19.38.

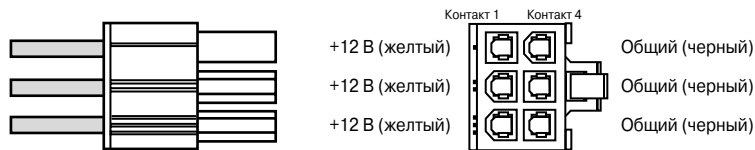


Рис. 19.38. Коннектор питания PCI Express x16 Graphics 150W

Контакт 2 в официальной спецификации указан как неиспользуемый. Большинство видеоадаптеров действительно его не используют, однако блоки питания подают на него напряжение +12 В. 8-контактная версия этого разъема содержит дополнительную пару: +12 В/Общий.

Каждый контакт в разъеме способен выдержать до 8 А при использовании стандартных терминалов и до 11 А при использовании терминалов HCS. Подсчитав количество терминалов для каждого уровня напряжений, можно определить общую мощность, которую способен выдержать соединитель (табл. 19.20).

Таблица 19.20. Максимальная мощность, которую способен обеспечить разъем для подключения видеоадаптера PCI Express x16

Тип штекера	Линия, В	Количество контактов	При использовании стандартных терминалов, Вт	При использовании терминалов HCS, Вт	При использовании терминалов Plus HCS, Вт
6-контактный	+12	2	192	264	288
6-контактный	+12	3	288	396	432
8-контактный	+12	4	384	528	576

Официальный стандарт описывает только два контакта с напряжением +12 В, хотя большинство блоков питания обеспечивают три таких контакта.

Стандартные терминалы были разработаны компаниями NVIDIA и ATI с целью обеспечения совместной работы двух видеоадаптеров. При этом каждый из адаптеров поддерживает половину экрана, что существенно повышает производительность графической подсистемы. Большинство блоков питания, поддерживающих эти технологии, содержат два или четыре 6- или 8-контактных отвода для подключения к видеокартам. Как несложно подсчитать, если в системе используются две видеокарты, потребляющие 175 Вт каждая, а блок питания рассчитан на 500 Вт, на питание материнской платы и всех дисковых устройств остается всего 150 Вт. Учитывая, что мощные процессоры потребляют не меньше 130 Вт, такая мощность может оказаться недостаточной. Системы, в которых используются две и более видеокарт высокого класса, оснащаются блоками питания с повышенной мощностью. На рынке в настоящее время представлены блоки питания с мощностью 1000 Вт и более.

Предполагается, что в соединителях Mini-Fit Jr. с 4–6 контактами используется кабель калибра 18.

Хотя согласно спецификации мощность составляет 150 Вт, реально максимальная мощность составляет 192 Вт при использовании стандартных терминалов или даже 264 Вт при использовании терминалов HCS. При наличии дополнительных терминалов HCS в 6- и 8-контактных версиях поддерживаемую мощность можно увеличить до 528 Вт. Этого более чем достаточно для самых мощных современных и будущих видеоадаптеров.

Данные соединители часто называются *SLI* или *CrossFire*, так как они используются с высокопроизводительными видеоадаптерами, поддерживающими технологии SLI и CrossFire. Эти технологии были разработаны компаниями NVIDIA и ATI с целью обеспечения совместной работы двух видеоадаптеров. При этом каждый из адаптеров поддерживает половину экрана, что существенно повышает производительность графической подсистемы. Большинство блоков питания, поддерживающих эти технологии, содержат два или четыре 6- или 8-контактных отвода для подключения к видеокартам. Как несложно подсчитать, если в системе используются две видеокарты, потребляющие 175 Вт каждая, а блок питания рассчитан на 500 Вт, на питание материнской платы и всех дисковых устройств остается всего 150 Вт. Учитывая, что мощные процессоры потребляют не меньше 130 Вт, такая мощность может оказаться недостаточной. Системы, в которых используются две и более видеокарт высокого класса, оснащаются блоками питания с повышенной мощностью. На рынке в настоящее время представлены блоки питания с мощностью 1000 Вт и более.

Если блок питания не содержит специальный разъем для подключения видеоадаптеров PCI Express x16, можно использовать Y-образный адаптер, который позволяет превратить два

стандартных разъема питания периферийных устройств в один разъем для подключения видеоадаптеров PCI Express x16. Однако учтите, что ни один переходник не поможет, если блок питания не обеспечивает достаточную для всей системы мощность.

Примечание

Компания NVIDIA запатентовала технологию SLI (Scalable Link Interface — интерфейс масштабируемых подключений), однако ее основной конкурент, компания ATI, также использует свою технологию объединения двух видеоадаптеров — CrossFire.

Спецификации блоков питания

Блоки питания характеризуются параметрами потребляемой и отдаваемой мощности, а также другими рабочими параметрами. Рассмотрим стандартные спецификации блоков питания.

Нагрузка блоков питания

В персональных компьютерах используются *импульсные*, а не *линейные* блоки питания. В линейном блоке применяется большой встроенный трансформатор для формирования напряжений питания разной величины, а в импульсном — генератор высокой частоты для формирования различных напряжений питания. Импульсный блок имеет меньшие размеры, вес и энергопотребление. Линейные блоки питания имеют по меньшей мере три очевидных недостатка. Во-первых, выходное напряжение трансформатора линейно следует входному напряжению (отсюда и название), поэтому любые скачки переменного тока отражаются на выходном напряжении. Во-вторых, потребность ПК в большой мощности требует использования проводов большого сечения для трансформатора. И в-третьих, переменный ток с частотой 60/50 Гц трудно фильтровать внутри блока питания, т.е. необходимы большие и дорогие конденсаторы фильтра, а также стабилизаторы.

Импульсный блок питания, в свою очередь, характеризуется импульсной схемой, принимающей входящую энергию на относительно высокой частоте. Это позволяет использовать более легкие и дешевые высокочастотные трансформаторы. Кроме того, высокие частоты выходного напряжения гораздо проще фильтровать, а входное напряжение часто нестабильно. Изменение входного напряжения от 90 до 135 В все равно приводит к подаче нужного выходного напряжения, а многие импульсные блоки питания автоматически переключаются на входное напряжение 220 В.

Особенность импульсных блоков питания заключается в том, что они не работают *без нагрузки*, т.е. к источникам +5 В (+12 В) должны быть подключены какие-либо потребители энергии. Если поставить блок питания на стол, ничего к нему не подсоединив, и включить в сеть, то либо внутренняя схема защиты его отключит, либо он перегорит. Как правило, блоки питания защищены от работы без нагрузки и отключаются, но в некоторых дешевых моделях схема защиты отсутствует, и на холостом ходу они моментально выходят из строя.

Некоторые блоки питания предъявляют требования к минимальной нагрузке шин проводов +4 и +12 В. Минимальная нагрузка, необходимая для обеспечения нормальной работы стандартного блока питания IBM AT мощностью 192 Вт, составляет: для источника с напряжением +5 В — 7,0 А, для источника +12 В — 2,5 А. Пока системная плата подключена к блоку питания, регуляторы напряжения будут подавать напряжение +5 В для обеспечения постоянного питания схемы. В то же время напряжение +12 В обычно используется только двигателями (а не системной платой), а двигатели накопителей на гибких дисках и дисководов CD/DVD почти всегда выключены. Поскольку дисководы для гибких или оптических (CD/DVD) дисков не получают напряжение +12 В до тех пор, пока не начнут вращение диска, системы без жесткого диска могут испытывать определенные проблемы, так как шинпровод с напряжением +12 В не будет обеспечен достаточной нагрузкой.

Когда компания IBM решила выпускать компьютер AT без жесткого диска, ей пришлось подключить кабель питания к большому резистору с сопротивлением 5 Ом и мощ-

ностью рассеивания 50 Вт, смонтированному на небольшой стойке в том самом месте, где должен быть жесткий диск (в корпусе компьютера для этого даже были предусмотрены специальные отверстия).

Примечание

В середине 1980-х годов некоторые торговые фирмы закупали компьютеры АТ без жестких дисков, а затем устанавливали в них накопители емкостью 20 или 30 Мбайт, приобретая их у других производителей по более низкой цене, чем у IBM. При этом нагрузочные резисторы выбрасывались сотнями. Мне тогда удалось подобрать пару штук (вот откуда стало известно, какие резисторы использовались для этих целей).

Резисторы включались между выводами 1 (+12 В) и 2 (Общий) разъема питания жесткого диска. Ток нагрузки 12-вольтового источника при этом был равен 2,4 А, мощность, рассеиваемая на резисторе, — 28,8 Вт (представляете, как он нагревался!), зато блок питания мог работать нормально. Если учесть, что вентиляторы в большинстве блоков питания потребляют ток 0,1–0,25 А, общий ток нагрузки упомянутого источника составлял 2,5 А или чуть больше. Без нагрузочного резистора блок питания либо не запускается, либо работает неустойчиво.

Большинство современных блоков питания не требуют такой большой минимальной нагрузки, как первый блок питания IBM АТ. Теперь по цепи с напряжением +3,3 В достаточно тока нагрузки от 0 до 0,3 А, по цепи +5 В — 2,0–4,0 А, а по цепи +12 В — 0,5–1,0 А. Почти все системные платы сами по себе достаточно хорошо нагружают 5-вольтовый источник. Как уже не раз отмечалось, стандартный вентилятор потребляет от источника с напряжением +12 В ток 0,1–0,25 А. Обычно чем выше предельная мощность источника, тем выше минимально допустимая нагрузка, хотя бывают и исключения, так что всегда обращайтесь внимание на технические параметры блока питания.

В некоторых высококачественных блоках установлены нагрузочные резисторы. Эти блоки могут работать без внешней нагрузки. В большинстве дешевых моделей нагрузочные резисторы отсутствуют, поэтому для их работы необходима соответствующая нагрузка по цепям с напряжениями +3,3, +5 и +12 В.

Чтобы проверить блок питания отдельно от компьютера, подключите нагрузку к выходам с напряжением +5 и +12 В. Лучше всего проверять блоки питания уже установленными в компьютер. Однако проверку можно выполнить и на месте; для этого лучше захватить с собой запасную материнскую плату и какой-либо дисковый накопитель, работающий от напряжения +12 В.

Мощность блоков питания

Большинство производителей компьютеров предоставляют техническую информацию о блоках питания. Ее можно найти в техническом руководстве, а также на этикетке, приклеенной к блоку. Если вы знаете название компании — производителя блока питания, обратитесь непосредственно к ней или на ее сайт в Интернете.

Входные параметры измеряются в вольтах, а в качестве выходных приводятся токи нагрузки (в амперах) для разных номиналов выходного напряжения источника. Компания IBM обычно приводит в качестве выходного параметра мощность в ваттах. Если в документации к конкретному блоку указаны только токи нагрузки в амперах, преобразуйте их в выходную мощность в ваттах, используя простую формулу:

мощность (Вт) = напряжение (В) × ток (А).

Перемножив напряжения и токи по каждой выходной цепи и просуммировав результаты, можно получить общую (вычисленную) выходную мощность блока питания. Обратите внимание, что выходная мощность подсчитывается только на основе положительных сигналов напряжения; отрицательные сигналы Power_Good и другие не учитываются.

В табл. 19.21 приведены стандартные значения выходных параметров (мощности, напряжения и тока нагрузки) для систем различных конструкций. Большинство производителей выпускают серии устройств с различными выходными мощностями в диапазоне 100–450 Вт

и выше. В табл. 19.21 и 19.22 приведены номинальные мощности по каждой цепи для блоков питания различной суммарной мощности, указанной производителем.

Таблица 19.21. Типичные параметры блоков питания не-ATX

Выходная мощность, Вт	100	150	200	250	300	375	450
Сила тока, А:							
+5 В	10,0	15,0	20,0	25,0	32,0	35,0	45,0
-5 В	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0
+12 В	3,5	5,5	8,0	10,0	10,0	13,0	15,0
-12 В	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0
Вычисленная выходная мощность, Вт	92	141	196	245	280	331	405

Новые источники питания вырабатывают также напряжение +3,3 В, параметры таких источников питания от компании PC Power and Cooling приведены в табл. 19.22.

Таблица 19.22. Мощность блоков питания ATX/ATX12V от компании PC Power and Cooling

Выходная мощность, Вт	235	250	275	300	350	400	425	510
+3,3 В	13	13	14	14	28	40	40	30
+5 В	22	25	30	30	32	40	50	40
+12 В	8	10	10	12	15	15	15	34
-5 В	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
-12 В	0,5	0,5	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	2,0
+5VSB	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0
Всего ватт (3,3+5+12) В ¹	249	288	316	340	432	512	512	707
+3,3/+5 В	125	150	150	150	215	300	300	300

1. Приведенная выходная мощность является теоретической и подсчитана на основе максимального значения для напряжений +3,3, +5 и +12 В (т.е. при полной одновременной нагрузке). Практически все блоки питания ограничивают максимальное значение для комбинированных уровней напряжения +3,3 и +5 В, поэтому реальная максимальная мощность несколько меньше представленного в таблице максимального значения.

На первый взгляд может показаться, что блоки питания мощностью 400 и 425 Вт имеют одинаковые характеристики, но в 400-ваттном блоке питания используется специальный низкоскоростной бесшумный вентилятор с пониженными характеристиками охлаждения, поэтому значение максимального рейтинга является более низким.

Вычисление мощности по приведенной ранее формуле позволяет сделать вывод, что блоки питания имеют большую мощность, чем указано в их характеристиках. Например, блок питания 300 Вт обеспечивает мощность до 340 Вт. Следует учитывать, что блок питания также характеризуется максимальной совокупной выходной мощностью 150 Вт для напряжений +3,3 и +5 В. Следовательно, не стоит производить расчет общей максимальной мощности для схем +3,3 и +5 В одновременно, поскольку подсчет общей мощности должен быть разделен между этими двумя напряжениями с мощностью 150 Вт и меньше. В результате суммарная мощность получает более логичное значение — 294 Вт.

В большинстве совместимых блоков питания выходная мощность колеблется от 150 до 300 Вт. Блоки малой мощности непрактичны, и при желании можно заказать блок питания мощностью до 500 Вт, который будет вполне соответствовать насущным потребностям.

Блоки питания мощностью более 300 Вт предназначены для тех энтузиастов, которые “набивают до отказа” настольные системы всевозможными устройствами. Такие блоки питания способны обеспечить работу системной платы с любым набором адаптеров и множеством дисковых накопителей. Превысить паспортную мощность такого блока питания вряд ли удастся, поскольку в компьютере просто не останется места для новых устройств.

Как правило, блоки питания универсальны. Это значит, что их можно подключать к сети с напряжением 240 В, 50 Гц (подобная сеть существует как в Европе, так и во многих неевропейских странах). В большинстве блоков питания предусмотрено автоматическое переключе-

чение для работы с входным напряжением 120–240 В, но в некоторых из них с тыльной стороны необходимо установить переключатель соответственно номиналу напряжения сети (автоматические модули проверяют подводимое напряжение сети и переключаются самостоятельно).

Примечание

Энергетические компании Северной Америки должны подавать переменный ток с расщепленной фазой напряжением 240 В ($\pm 5\%$), что эквивалентно напряжению 120 В, подаваемому на каждую ветвь (фазу). Резистивное падение напряжения в электропроводке зданий приводит к тому, что на розетку, находящуюся в конце электрической цепи, подается пониженное напряжение, составляющее 220 или 110 В. По этой причине величина входного напряжения для устройств переменного тока должна находиться в пределах от 240 до 220 В или от 120 до 110 В. В этой книге используются величины 240/120 В, которые являются стандартными общепринятыми значениями.

Внимание

Если блок питания не поддерживает автоматическое переключение, проверьте правильность его настройки на напряжение сети. Если включить в сеть на 110 В блок питания, который настроен на 220 В, ничего страшного не произойдет, но работать блок питания не будет. Если же напряжение в сети — 220 В, а переключатель установлен в положение 110 В, при включении блок питания может выйти из строя.

Другие параметры блоков питания

Качество блоков питания определяется не только выходной мощностью. На протяжении нескольких лет мы работали с разными системами. Опыт показывает, что, если в одной комнате стоит несколько компьютеров и качество электрической сети невысокое (часто пропадает напряжение, возникают помехи и т.п.), системы с мощными блоками питания работают гораздо лучше систем с дешевыми блоками, устанавливаемыми в некоторых моделях невысокого класса.

Высококлассные блоки питания помогут защитить систему. К примеру, блоки питания от PC Power and Cooling не пострадают при следующих обстоятельствах:

- полное отключение сети на любое время;
- любое понижение сетевого напряжения;
- кратковременные выбросы с амплитудой до 2500 В (!) на входе блока питания (например, при разряде молнии).

Хорошие блоки питания отличаются высоким качеством изоляции: током утечки не более 500 мкА, что бывает важно в том случае, если сетевая розетка плохо заземлена или не заземлена вообще.

Как видите, требования, предъявляемые к высококачественным устройствам, очень жесткие; и желательно, чтобы ваш блок питания им соответствовал.

Для оценки качества блока питания используются различные критерии. Многие потребители при покупке компьютера пренебрегают значением источника питания, и поэтому некоторые сборщики компьютеров сокращают расходы на него. Ведь не секрет, что гораздо чаще цена компьютера увеличивается за счет дополнительной памяти или жесткого диска большей емкости, а не более совершенного источника питания.

При покупке компьютера (или замене блока питания) необходимо обратить внимание на следующие параметры блока питания.

- **Среднее время наработки на отказ (MTBF) или среднее время работы до первого отказа (MTTF).** Это расчетный средний интервал времени в часах, в течение которого ожидается, что источник питания будет функционировать корректно. Среднее время безотказной работы источников питания (например, 100 тыс. часов или больше), как правило, определяется не в результате эмпирического испытания, а иначе. Для вычисления вероятности отказов отдельных компонентов источника питания изготовители применяют ранее разработанные стандарты. При вычислении среднего времени безот-

казной работы для источников питания часто используются данные о нагрузке блока питания и температуре среды, в которой выполнялись испытания.

- **Диапазон изменения входного напряжения (или рабочий диапазон).** Это диапазон, в пределах которого может работать источник питания. Для напряжения 110 В диапазон изменения входного напряжения обычно составляет от 90 до 135 В; для входного напряжения 220 В — от 180 до 270 В.
- **Пиковый ток включения.** Это самое большое значение силы тока, обеспечиваемое источником питания в момент его включения; выражается в амперах (А). Чем меньше ток, тем меньший тепловой удар испытывает система.
- **Время удержания выходного напряжения.** Время (в миллисекундах) в пределах точно установленных диапазонов напряжений после отключения входного напряжения. В современных блоках питания обычно составляет 15–30 мс (чем больше, тем лучше). В спецификации ATX12V минимальное время увеличено до 17 мс.
- **Переходная характеристика.** Время (в микросекундах), которое требуется источнику питания, чтобы установить выходное напряжение в точно определенном диапазоне после резкого изменения тока на выходе (другими словами, время, необходимое для стабилизации уровней выходных напряжений после включения или выключения системы). Источники питания рассчитаны на равномерное (в определенной степени) потребление тока устройствами компьютера. Когда устройство прекращает потребление мощности (например, в дисковом устройстве останавливается вращение дискеты), блок питания может подать слишком высокое выходное напряжение в течение короткого промежутка времени. Это явление называется *выбросом*; переходная характеристика — это время, которое источник питания затрачивает на то, чтобы значение напряжения вернуть к точно установленному уровню. За последние годы удалось достичь значительных успехов в решении проблем, связанных с явлениями выбросов в источниках питания. Переходную характеристику иногда выражают в относительной величине выброса, при котором выходные напряжения удерживаются в пределах нормы (например, 20%).
- **Защита от перенапряжений.** Это значения (для каждого вывода), при которых срабатывают схемы защиты и источник питания отключает подачу напряжения на конкретный вывод. Значения могут быть выражены в процентах (например, 120% для +3,3 и +5 В) или так же, как и напряжения (например, +4,6 В для вывода +3,3 В или +7,0 В для вывода +5 В).
- **Максимальный ток нагрузки.** Это максимальная величина силы тока (в амперах), который может быть подан на конкретный вывод. Этот параметр указывает конкретное значение силы тока для каждого выходного напряжения. По этим данным вычисляется не только общая мощность, которую обеспечивает блок питания, но и количество устройств, которые можно к нему подключить.
- **Минимальный ток нагрузки.** Самое меньшее значение силы тока (в амперах), который может быть подан на конкретный вывод. Если ток, потребляемый устройствами на конкретном выводе, меньше указанного значения, то источник питания может быть поврежден или автоматически отключится.
- **Стабилизация по нагрузке (или стабилизация напряжения по нагрузке).** Когда ток на конкретном выводе увеличивается или уменьшается, несколько изменяется и напряжение. Стабилизация по нагрузке — это изменение напряжения для конкретного вывода при перепадах от минимального до максимального тока нагрузки (и наоборот). Значения выражаются в процентах, причем обычно они находятся в пределах от ± 1 до $\pm 5\%$ для выводов с напряжениями +3,3, +5 и +12 В.
- **Стабилизация линейного напряжения.** Это характеристика, описывающая изменение выходного напряжения в зависимости от изменения входного напряжения (от самого

низкого до самого высокого значения). Источник питания должен корректно работать при любом переменном напряжении в диапазоне изменения входного напряжения, причем на выходе оно может изменяться на 1% или меньше.

- **Эффективность (КПД).** Отношение мощности, подводимой к блоку питания, к выходной мощности; выражается в процентах. Для современных источников питания значение эффективности обычно равно 65–85%. Оставшиеся 15–35% подводимой мощности преобразуются в тепло в процессе превращения переменного тока в постоянный. Хотя повышение эффективности (КПД) означает уменьшение количества теплоты внутри компьютера (это всегда хорошо) и более низкую плату за электричество, оно не должно достигаться за счет точности стабилизации, независимо от нагрузки на блок питания и других параметров.
- **Пульсация (или пульсация и шум, или периодическое и случайное отклонения — PARD).** Среднее значение пиковых (максимальных) отклонений напряжения на выходах источника питания; измеряется в милливольтгах или в процентах от номинального выходного напряжения (чем меньше, тем лучше). Эти колебания напряжения могут быть вызваны переходными процессами внутри источника питания, колебаниями частоты подводимого напряжения и другими случайными помехами. В высококлассных источниках питания эта величина составляет 1% и меньше.

Коррекция коэффициента мощности

Несколькими научными институтами были проведены исследования эффективности линий электропередачи и генерирования нелинейных искажений в блоках питания ПК. Все это связано с вопросом о коэффициенте мощности источников питания. На этот коэффициент влияет не только повышение эффективности источников энергии, но и уменьшение генерируемых гармонических колебаний в электрических цепях. В частности, во многих странах Европейского Союза (ЕС) приняты новые стандарты, предусматривающие снижение уровня нелинейных колебаний до определенной величины. Применяемую для этого схему обычно называют *коррекцией коэффициента мощности* (PFC).

Коэффициент мощности определяет эффективность использования электрической энергии и обычно выражается числом от 0 до 1. Высокая величина коэффициента мощности означает, что электрическая энергия используется достаточно эффективно; низкая величина коэффициента указывает на низкую эффективность использования энергии. Для того чтобы понять, что такое коэффициент мощности, следует, в первую очередь, ознакомиться со способами использования электрической энергии.

В электрических цепях переменного тока существует два типа нагрузки.

- **Резистивная.** Электрическая энергия превращается в тепло, свет, движение или работу.
- **Индуктивная.** Электрическая энергия поддерживает созданное электромагнитное поле, такое, например, как в трансформаторе или двигателе.

Резистивную нагрузку часто называют *рабочей мощностью* и измеряют в киловаттах (кВт). В свою очередь, индуктивная нагрузка называется *реактивной мощностью* и измеряется в киловольт-амперах (кВА). Рабочая и реактивная мощность в целом составляют существующую или *фиксируемую мощность* (apparent power), измеряемую в киловаттах. Коэффициент мощности определяется как отношение рабочей и фиксируемой мощностей (кВт/кВА). В идеальном варианте коэффициент мощности равен единице, т.е. рабочая мощность совпадает с фиксируемой.

Понять концепцию резистивной нагрузки или рабочей мощности довольно просто. Например, электрическая лампочка мощностью 100 Вт генерирует 100 Вт тепла и света, что является резистивной нагрузкой. Разобраться в индуктивной нагрузке несколько сложнее. Представьте себе следующее: электрический ток при прохождении через обмотки катушки трансформатора генерирует электромагнитное поле, которое, в свою очередь, наводит

(индуцирует) электрический ток в другой паре обмоток. Никакой работы при этом не выполняется, но несмотря на это определенное количество электрической энергии затрачивается на насыщение обмоток трансформатора и генерирование магнитного поля. Силовой трансформатор, не подключенный к какому-либо устройству, является примером индуктивной нагрузки. В этом случае есть только фиксируемая мощность, потребляемая для генерирования магнитных полей. Рабочая же мощность отсутствует, поскольку никакой работы при этом не выполняется.

Когда к трансформатору подключена нагрузка, одновременно потребляются и рабочая, и реактивная мощность. Иначе говоря, рабочая мощность расходуется на выполнение какого-либо действия (допустим, питания электрической лампочки), а фиксируемая — на поддержку электромагнитного поля, генерируемого в обмотках трансформатора. В цепях переменного тока рабочие нагрузки могут не совпадать по фазе, т.е. достигать максимальной величины в разное время. Это приводит к появлению нелинейных (гармонических) искажений в линиях электропередачи. Например, работающий электрический двигатель зачастую является основной причиной искажения сигнала телевизионного приемника, подключенного к той же силовой цепи.

Коррекция коэффициента мощности (PFC) обычно сводится к включению в электрическую цепь дополнительной емкости, что позволяет поддерживать индуктивную нагрузку без привлечения добавочной мощности из линии электропередачи. Такое решение уравнивает рабочую и фиксируемую мощности, позволяя тем самым достичь коэффициента мощности, равного единице. Один из методов, получивший название *пассивной коррекции* коэффициента мощности, предполагает непосредственное включение конденсаторов в электрическую цепь. Метод *активной коррекции* коэффициента мощности представляет собой более интеллектуальную схему, предназначенную для согласования индуктивных и резистивных нагрузок.

Блок питания, содержащий схему активной коррекции, получает из источника переменного тока электрический ток с незначительным искажением, достигая при этом коэффициента мощности 0,9 и более. Входной сигнал с высоким уровнем искажения, получаемый блоком питания, называется *нелинейной нагрузкой*. Коэффициент мощности блока питания без учета коррекции, как правило, достигает величины 0,6–0,8. Это означает, что на выполнение реальной работы используется только 60% фиксируемой мощности.

Благодаря схеме активной коррекции вся электрическая энергия, потребляемая блоком питания, будет преобразована в полезную работу. Таким образом, перегрузка сети уменьшается. Представьте себе ряд компьютеров, подключенных к одной цепи, регулировка которой осуществляется с помощью прерывателя. При переходе к системе, использующей источник питания со схемой активной коррекции, нагрузка на сеть уменьшится примерно на 40%.

Международный электрический комитет (МЭК) опубликовал ряд стандартов, относящихся к системе низкочастотного общественного энергоснабжения. Исходные стандарты 555.2 (Harmonics) и 555.3 (Flicker) были значительно усовершенствованы и в настоящее время известны как IEC 1000-3-2 и IEC 1000-3-3 соответственно. Большинство электрических устройств, реализуемых на территории государств — членов ЕС, должны соответствовать стандартам IEC. Стандарты IEC 1000-3-2/3 были приняты в 1997 и 1998 годах.

Даже если вы живете в стране, где не требуется коррекция коэффициента мощности, рекомендуется оснащать источники питания ПК схемами активной коррекции. Основными преимуществами блоков питания, содержащих схему PFC, являются отсутствие перегрева внутренней электропроводки и искажений формы сигнала источника переменного тока, что приводит к уменьшению взаимной интерференции устройств, подключенных к одной линии электропередачи.

Сертификаты безопасности блоков питания

Многие организации по всему миру проводят сертификацию электрических и электронных компонентов на предмет безопасности и качества. В США наиболее известной организацией такого типа является лаборатория Underwriters Laboratories, Inc. (UL). В стандарте UL #60950 *Safety of Information Technology Equipment, Third Edition* (Безопасность оборудования

информационных технологий, 3-е издание) описаны блоки питания и другие компоненты ПК. Всегда следует приобретать блоки питания, содержащие эмблему, свидетельствующую о прохождении сертификации UL. Конечно, не все хорошие продукты прошли сертификацию UL, однако плохих продуктов среди прошедших сертификацию уж точно нет.

В Канаде сертификацией электрических и электронных компонентов занимается агентство CSA (Canadian Standards Agency), в Германии — организации TUV Rheinland и VDE, а в Норвегии — NEMKO. Эти организации отвечают за сертификацию устройств, продаваемых в Европе. Производители блоков питания, работающие на международном рынке, стремятся получить сертификацию у UL, CSA и TUV, а также у ряда других организаций.

Отдельно от UL-подобных сертификаций многие производители блоков питания, даже самые известные, стремятся соответствовать стандартам класса В в области интерференции электромагнитных и радиочастот (EMI/RFI) комиссии FCC (Федеральная комиссия по телекоммуникациям). Этот вопрос довольно туманный, поскольку сама комиссия FCC не проводит сертификацию блоков питания как отдельных компонентов. В частности, в одной из статей положения говорится, что данная комиссия не занимается сертификацией материнских плат, корпусов и внутренних блоков питания и что все указания на сертификацию FCC в характеристиках таких устройств являются заведомо ложными.

На самом деле сертификацию FCC могут пройти только компьютеры в сборке, включающей блок питания, материнскую плату и корпус. Таким образом, блок питания может быть сертифицирован, находясь в такой сборке (а не в конфигурации вашего компьютера). В то же время это не значит, что производитель пытается обмануть потребителя. Это значит, что изготовителю при оценке характеристик блока питания следует меньше всего обращать внимания на сертификацию FCC, а учитывать другие факторы, такие как сертификация UL.

Расчет потребляемой мощности

При модернизации компьютера следует просчитать, сможет ли существующий блок питания обеспечить необходимую мощность для всех внутренних устройств новой конфигурации. Для этого сначала просуммируйте мощность, потребляемую всеми отдельными узлами, а затем вычислите необходимую мощность блока питания. После этого станет ясно, нужно ли заменять блок питания более мощным. К сожалению, эти расчеты не всегда удастся выполнить, потому что многие производители не сообщают, какую мощность потребляют их изделия. В некоторых случаях можно получить информацию об энергопотреблении аналогичных устройств и при расчетах оперировать этими данными. Как правило, устройства одной архитектуры и со сходными возможностями потребляют примерно одинаковую мощность. В табл. 19.23 приведены параметры энергопотребления типичных компонентов компьютера, присутствующих на рынке в последние годы.

Таблица 19.23. Энергопотребление отдельных устройств

Компонент	Энергопотребление, Вт	Примечание
Материнская плата	50–75	Зависит от количества интегрированных компонентов
Процессор	25–150	Для каждого физического процессора (не ядра); чаще всего составляет 50–100 Вт
ОЗУ	5–15	В расчете на каждый модуль (DIMM)
Интегрированное видео	5–15	Интегрировано в микросхему северного моста
Дискретная видеокарта	25–200	В расчете на одну видеоплату
Карта PCI	5–15	В расчете на каждый адаптер (не видео)
Карта PCIe	10–25	В расчете на каждый адаптер (не видео)
Жесткий диск	15–30	В расчете на каждый привод; во время загрузки энергопотребление увеличивается
Привод оптических дисков	15–35	В расчете на каждый привод
Вентилятор	3–5	В расчете на каждый вентилятор
Порты USB/FireWire	2–5	В расчете на один порт

Энергопотребление таких устройств, как процессоры и видеокарты, варьируется в значительной мере, так что при расчете мощности лучше воспользоваться сведениями из документации к устройству. Кроме того, при расчете общего энергопотребления не принимается в расчет, какие именно шины будут использоваться конкретными устройствами (с напряжением питания +3,3, +5 или +12 В). В некоторых случаях потребляемая мощность на одном шине может оказаться выше допустимых пределов, в то время как суммарная мощность всех устройств будет меньше обеспечиваемой блоком питания. Именно по этой причине большинство сборщиков компьютеров предпочитают приобретать блоки питания со значительно более высокими характеристиками, чем того требует система.

После сложения мощностей всех существующих в компьютере устройств рекомендуется умножить сумму на коэффициент 1,5 и получившееся число использовать в качестве необходимой мощности блока питания. При этом останется некоторый запас на случай подключения дополнительных устройств, а также будет учтен тот факт, что в некоторых режимах устройства потребляют мощность, которая больше номинальной.

Если хотите упростить расчет необходимой мощности блока питания, можете воспользоваться страницей специального калькулятора, находящейся по адресу:

<http://support.asus.com/PowerSupplyCalculator/PCCalculator.aspx>

После заполнения всех полей компонентов системы калькулятор выдаст значение минимальной мощности блока питания, способного обеспечить энергоснабжение такого компьютера.

Разные типы разъемов подают на платы расширения разный ток по разным шинам. К счастью, максимальный ток редко потребляют адаптеры, отличные от видеокарт. В табл. 19.24 приведены данные о максимальном токе и мощностях, доступных в разъемах различных типов.

Таблица 19.24. Максимально доступная мощность в разъемах шин

Тип шины	Ток +3,3 В, А	Ток +5 В, А	Ток +12 В, А	Общая мощность, Вт
ISA	—	2,0	0,175	12,1
EISA	—	4,5	1,5	40,5
VL-bus	—	2,0	—	10
16-разрядная MCI	—	1,6	0,175	10,1
32-разрядная MCI	—	2,0	0,175	12,1
PCI	7,6	5	0,5	56
AGP	6	2	1	42
PCI Express	4,8	—	4,8	75

Обычно превышение допустимой мощности происходит при заполнении свободных разъемов расширения и установке дополнительных дисководов. Множество жестких дисков, приводов оптических и гибких дисков и других устройств могут перегрузить блок питания компьютера. Обязательно проверьте, достаточно ли мощности шины +12 В для питания всех дисководов. Особенно это относится к компьютерам с корпусом Tower, в котором предусмотрено много отсеков для накопителей. Проверьте также, не окажется ли перегруженным источник с напряжением +5 В при установке всех адаптеров, особенно при использовании плат для шин PCI. Также учтите, что современные процессоры предъявляют очень жесткие требования к току в шинах с напряжениями +3,3 и +5 В. С одной стороны, лучше перестраховаться, а с другой — имейте в виду, что большинство плат потребляют меньшую мощность, чем максимально допустимая стандартом шины. В то же время всегда принимайте в расчет будущие потенциальные модернизации системы.

Многие пользователи компьютеров заменяют блок питания только после того, как он сгорит. Конечно, при ограниченном бюджете принцип “не сломался — не трогай” в какой-то мере оправдан. Однако часто блоки ломаются не совсем: они продолжают работать, периодически отключаясь или подавая на свои разъемы нештатные значения напряжений. Компьютер при этом работает, но его поведение абсолютно непредсказуемо. Вы будете искать причину в программе, хотя реальным виновником является перегруженный блок питания. Если старый блок питания используется достаточно долгое время, даже после модернизации системы, то

определенные проблемы не заставят себя долго ждать, что может привести к переустановке операционной системы и многих приложений.

Опытные пользователи предпочитают не применять метод расчета мощности, приведенный выше. Они просто покупают компьютеры с высококачественным источником питания, рассчитанным на 500 Вт (или устанавливают такой источник самостоятельно), и затем при модернизации системы не задумываются о потребляемой мощности.

Вопросы выключения питания

Ответ на вопрос о том, стоит ли выключать компьютер на время перерыва в работе, напрямую связан с блоками питания. При этом нужно учитывать некоторые свойства электрических компонентов и причины выхода их из строя, а также требования техники безопасности и цены на электроэнергию.

Частые включения и выключения компьютера приводят к износу и преждевременному выходу из строя его компонентов. Этот факт довольно хорошо известен, хотя причины его далеко не всегда столь очевидны, как кажется на первый взгляд. Многие считают, что частые включения и выключения вредны потому, что приводят к электрическим перегрузкам. Однако чаще всего главная причина кроется в температуре. Компьютер выходит из строя не от электрического, а от теплового удара. При прогреве компьютера компоненты расширяются, а при охлаждении — сжимаются, что уже само по себе является серьезным испытанием. Кроме того, различные материалы имеют разные коэффициенты теплового расширения, т.е. расширяются и сжимаются в различной степени. Со временем тепловые удары начинают сказываться на работе многих компонентов компьютера.

Для обеспечения надежности компьютерной системы ее необходимо максимально оградить от тепловых ударов. При включении компьютера температура его компонентов за полчаса (или за меньшее время) повышается приблизительно до 85°C. При его выключении происходит обратное: компоненты быстро охлаждаются до температуры окружающей среды. Каждый из них расширяется и сжимается в различной степени (и с разной скоростью), что приводит к появлению механических напряжений.

Температурное расширение и сжатие — главная причина отказов компонентов. Корпуса микросхем могут потрескаться, что приводит к проникновению внутрь влаги и ухудшает функционирование их параметров вплоть до полного отказа. Как внутри микросхем, так и на печатных платах возникают обрывы проводников. Компоненты с поверхностным (планарным) монтажом расширяются и сжимаются иначе, чем печатная плата. При этом в местах пайки возникают большие напряжения. Со временем пайка может разрушиться, и контакт пропадет. Компоненты с тепловодами, например процессоры, транзисторы и стабилизаторы напряжения, могут перегреться и выйти из строя из-за ухудшения теплопередачи между ними и тепловодами. Периодические изменения температуры вызывают смещения в разъемных соединениях, что приводит к периодическим нарушениям контактов.

Тепловое расширение и сжатие действует не только на микросхемы и печатные платы, но и на жесткие диски. В большинстве современных накопителей на жестких дисках предусмотрена тепловая компенсация, при которой позиции головок корректируются относительно расширяющихся и сжимающихся дисков. Во многих накопителях такая корректировка выполняется через каждые 5 мин. в течение первого получаса после включения, а затем — через каждые 30 мин. Эта операция часто сопровождается характерным потрескиванием.

Из сказанного следует, что для увеличения срока службы в компьютере лучше поддерживать постоянную температуру, т.е. оставлять его постоянно включенным или выключенным. (Идеальный вариант — вообще никогда не включать компьютер, тогда он действительно простоят очень долго!)

Не подумайте только, что предлагается вообще не выключать компьютер. Вовсе нет! Включенный и оставленный без присмотра компьютер может стать причиной пожара, а перетаскивать включенный компьютер с места на место — самый верный способ вывести его из строя. И к тому же это просто бессмысленная трата электроэнергии.

В обычных условиях электроэнергия стоит примерно 10 центов за 1 кВтч. Умножая это число на мощность компьютера, можно определить, во сколько обойдется круглосуточное функционирование компьютера и какой эффект на это значение окажут дополнительные режимы энергосбережения ACPI: ожидания и гибернации. Стандарт ACPI (Advanced Power and Configuration Interface) будет подробно описан далее.

Типовая настольная система потребляет 75–300 Вт электроэнергии в состоянии простоя и 150–600 Вт при активной работе. Также на это значение влияют конфигурация, возраст и архитектурные особенности системы. В эти цифры не включена мощность монитора, составляющая 25–50 Вт для жидкокристаллических и 75–150 Вт для ЭЛТ-дисплеев. При обычной работе компьютера с ЖК-монитором система потребляет примерно 250 Вт электроэнергии. Этот показатель опускается до 200 Вт при переключении в режим ожидания ACPI S1 и до 7–8 Вт в “спящем” режиме ACPI S3 или режиме гибернации (ACPI S4).

Используя данные цифры, можно выполнить некоторые подсчеты.

Цена электроэнергии:	2,5 руб за 1 кВтч
Мощность компьютера/монитора:	0,250 кВт в рабочем состоянии
Мощность компьютера/монитора:	0,200 кВт в режиме ACPI S1
Мощность компьютера/монитора:	0,008 кВт в режиме ACPI S3
Мощность компьютера/монитора:	0,007 кВт в режиме ACPI S4
Мощность компьютера/монитора:	0,007 кВт в выключенном состоянии
Рабочих часов:	2080 в год
Нерабочих часов:	6680 в год
Всего часов:	8760 в год

Стоимость электроэнергии:	5475 руб. при постоянном включении
Стоимость электроэнергии:	4640 руб. при переключении в ACPI S1 в нерабочее время
Стоимость электроэнергии:	1433 руб. при переключении в ACPI S3 в нерабочее время
Стоимость электроэнергии:	1416 руб. при переключении в ACPI S4 в нерабочее время
Стоимость электроэнергии:	1416 руб. при выключении в нерабочее время

Экономия в год:	0 руб. при постоянном включении
Экономия в год:	835 руб. при переключении в ACPI S1 в нерабочее время
Экономия в год:	4042 руб. при переключении в ACPI S3 в нерабочее время
Экономия в год:	4059 руб. при переключении в ACPI S4 в нерабочее время
Экономия в год:	4059 руб. при выключении в нерабочее время

Как видите, постоянно включенный среднестатистический компьютер обойдется пользователю примерно в 5475 рублей (т.е. 219 долларов). Если компьютер выключать в нерабочее время, эту сумму можно уменьшить до 1416 рублей. Таким образом, выключая компьютер, когда он не используется, можно сэкономить солидную сумму.

Самое интересное заключается в том, что для достижения такой экономии совершенно не обязательно выключать компьютер, когда он простаивает. При правильной настройке большинство компьютеров можно переводить в “спящий” режим (ACPI S3) либо вручную, либо автоматически после заданного времени бездействия. При этом энергопотребление будет снижаться до 8 Вт. Другими словами, если сконфигурировать компьютер для переключения в режим ACPI S3 в периоды неактивности, то можно добиться практически такой же экономии, как и при его выключении (с разницей 17 рублей в год).

Имея в своем распоряжении расширенные функции управления электропитанием, которыми оснащено современное оборудование, а также средства, встроенные в операционные

системы, подобные Windows XP и Vista, можно приостанавливать и возобновлять функционирование системы практически мгновенно, без длительной процедуры завершения работы и перезагрузки. Меня удивляет то, что большинство пользователей не берут на вооружение данные средства: это ведь так удобно и экономно.

Основная проблема состоит в том, что большинство компьютеров настроено на полное выключение системы при нажатии кнопки выключения. При этом при повторном нажатии этой кнопки выполняется процедура “холодной” загрузки операционной системы, драйверов и выполняющихся программ, после чего нужно вновь открыть нужные приложения.

Однако существует альтернатива. Вместо обычного выключения компьютера можно предварительно выгрузить текущее состояние оперативной памяти на диск, а при его включении — восстановить из образа на диске. К сожалению, многие системы предварительно не сконфигурированы для того, чтобы пользователь мог взять на вооружение все преимущества “спящего” режима. Особенно это относится к старым системам.

Начинать конфигурирование следует с настроек BIOS. Данный параметр носит название **ACPI Suspend Mode**; в идеальном случае его нужно установить равным значению, соответствующему режиму **S3** (иногда он называется **STR for Suspend to RAM**). В ноутбуках этот параметр, как правило, по умолчанию установлен равным **S3**, в то время как в большинстве настольных систем — равным **S1** (или **POS for Power on Suspend**). В режиме **ACPI S1** экран гаснет, и процессор приостанавливает свою работу; все остальные узлы компьютера продолжают получать питание. Например, в системе с жидкокристаллическим дисплеем энергопотребление при этом снижается примерно с 250 до 200 Вт. Если бы переключение выполнялось в режим **ACPI S3**, мощность падала бы до 8 Вт.

При переходе в “спящий” режим (**ACPI S3**), автоматическом или выполненном вручную, текущее состояние системы (процессора, монитора и т.п.) сохраняется в памяти и подача питания на все оборудование (кроме ОЗУ) прекращается. В этом режиме система потребляет практически такой же объем электроэнергии, как и в полностью выключенном состоянии. Для возобновления работы системы достаточно нажать кнопку питания (как при включении системы). Некоторые системы можно сконфигурировать и на “пробуждение” по нажатию клавиши или кнопки мыши. В данном случае вместо “холодной” загрузки компьютера и операционной системы на устройства начинает подаваться питание и из памяти восстанавливается сохраненное состояние системы. При этом операционная система, все драйверы и программы оказываются полностью загруженными.

Как уже говорилось, многие пользовались таким переключением в ноутбуках, однако не все предполагали, что этот режим можно установить и в настольных системах. Для активизации автоматического переключения в “спящий” режим требуется выполнить всего два действия.

1. Войдите в настройки BIOS, выберите меню **Power**, найдите параметр **ACPI Suspend** и установите его равным **S3** (или **STR for Suspend to RAM**). Выйдите из настроек BIOS с сохранением параметров и перезагрузите компьютер. В табл. 5.29 17-го издания данной книги было показано, как этот параметр выглядит в большинстве материнских плат производства Intel.
2. После загрузки Windows откройте окно **Электропитание** из панели управления, перейдите во вкладку **Дополнительно** и выберите в списке **При нажатии кнопки включения питания компьютера значение Переход в ждущий режим**¹.

Также рекомендуется перейти во вкладку **Спящий режим**² и установить флажок **Разрешить использование спящего режима**. Это позволит в дополнение к режиму **ACPI S3** использовать режим **S4** (с сохранением состояния не в памяти, а на жестком диске, в файле `hiberfil.sys`). После сохранения информации система переходит в состояние **G2/S5**, на-

¹ В русскоязычной версии Windows Vista этот режим уже назван “спящим”. — *Примеч. ред.*

² В русскоязычной версии Windows Vista этот режим назван “гибернацией”. — *Примеч. ред.*

зываемое программным выключением. После включения питания в состоянии G2/S5 компьютер выполняет “холодную” загрузку, однако операционная система не загружается “с нуля” — системный контекст Windows восстанавливается с жесткого диска. Переключение в режим гибернации и восстановление из него выполняются не так быстро, как при использовании “спящего” режима (S3), однако все равно на порядок быстрее, чем полный выход из системы и вход в нее при полностью выключенном электропитании.

В заключение, чтобы система переходила в “спящий” режим автоматически, перейдите во вкладку **Схемы управления питанием** и в списке **Ждущий режим через** выберите время простоя системы, после которого следует выполнять переход в “спящий” режим. Я обычно устанавливаю значение 30 минут.

Исходя из вышесказанного, мои рекомендации следующие. В начале рабочего дня включайте систему, а в конце переводите ее в “спящий” режим (S3) или в режим гибернации (S4) вместо того, чтобы полностью выключать питание. В “спящем” режиме система может оставаться включенной все время и при этом обеспечивать практически такую же экономию средств, как при полном выключении компьютера. Как бы там ни было, не стоит выключать питание системы на обед или другие короткие промежутки времени. Домашний компьютер лучше оставлять все время включенным (возможно, иногда переводя в “ждущий” режим S1). Переключение в “спящий” режим или в режим гибернации домашнего компьютера (а также его выключение) уместно только на ночь или когда вы на долгое время покидаете дом. Серверы лучше оставлять постоянно включенными; также можно активизировать режим **Wake on Lan** (пробуждение по сигналу локальной сети) как в BIOS, так и в Windows. В этом случае, даже находясь в выключенном состоянии, система будет автоматически запускаться при попытке доступа к ней из сети. Используя режим S3, можно сэкономить большое количество электроэнергии (и денег). Если вы не стеснены в средствах, можете оставлять систему включенной круглосуточно 7 дней в неделю, т.е. постоянно.

Управление питанием

С постоянным ростом количества устройств, включаемых в стандартную конфигурацию компьютеров, и потребляемой ими мощности ужесточались требования к обеспечению электроэнергии. Большие дисплеи, приводы DVD и высокопроизводительные графические адаптеры при работе потребляют значительную мощность, что увеличивает себестоимость работы компьютера. Чтобы уменьшить ее, разработано несколько программ и стандартов.

Для стандартных настольных систем управление питанием — вопрос экономии и удобства. Выключая отдельные узлы (компоненты) компьютера, когда они не используются, можно уменьшить счет за электроэнергию и избежать необходимости включать и выключать компьютер вручную.

Для портативных компьютеров управление питанием имеет еще более важное значение. Постоянная работа накопителя CD-ROM, акустических систем и других узлов в портативном компьютере приводит к тому, что во многих случаях сокращается и без того короткий срок службы батареи. Теперь, благодаря усовершенствованию технологии управления питанием, в портативном компьютере напряжение подается только к узлам (компонентам), непосредственно используемым в данный момент, что продлевает срок, в течение которого аккумуляторная батарея не нуждается в подзарядке.

Системы, обладающие сертификатом Energy Star

Агентство по защите окружающей среды (Environmental Protection Agency — EPA) начало проводить кампанию по сертификации энергосберегающих ПК и периферийного оборудования. Компьютер или монитор во время продолжительного простоя должен снизить энергопотребление как минимум до 30 Вт. Система, удовлетворяющая такому требованию, может получить сертификат *Energy Star*. Эта кампания добровольная, из чего следует, что получать такой сертификат вовсе необязательно. Однако производители обнаружили, что компьютеры с сертификатом Energy Star лучше продаются.

Одна из проблем, возникающих при использовании таких систем, заключается в том, что системная плата и приводы дисковых накопителей могут буквально “впадать в спячку”. Это означает, что они входят в “спящий” режим и потребляют слишком мало энергии; это приводит к порче некоторых старых блоков питания, поскольку оборудование с низким потреблением энергии не обеспечивает загрузки блока питания, необходимой для его нормального функционирования. Большинство имеющихся на рынке блоков питания рассчитаны на работу с такими системами и имеют очень низкое значение минимальной нагрузки. Покупая блок питания, убедитесь в том, что оборудование системы при работе в режиме ожидания обеспечивает минимальную нагрузку. В противном случае, после того как система “уснет”, отсутствие нагрузки приведет к запуску цикла переключения питания, который снова ее “разбудит”! Эта проблема особенно актуальна в системе, использующей очень мощный блок питания и оборудование, потребляющее мало энергии.

Усовершенствованная система управления питанием

Стандарт усовершенствованной системы управления питанием (Advanced Power Management – АРМ) разработан компанией Intel совместно с Microsoft и определяет ряд интерфейсов между аппаратными средствами управления питанием и операционной системой компьютера. Полностью реализованный стандарт АРМ позволяет автоматически переключать компьютер между пятью состояниями в зависимости от текущего режима работы системы. Каждое последующее состояние в приведенном ниже списке характеризуется уменьшением потребления энергии.

- **Full On (система включена).** Система полностью включена.
- **APM Enabled (активизирован режим приостановки).** Система работает, некоторые устройства являются объектами управления для системы управления питанием. Неиспользуемые устройства могут быть выключены, может быть также остановлена или замедлена (т.е. снижена тактовая частота) работа тактового генератора центрального процессора.
- **APM Standby (резервный режим).** Система не работает, большинство устройств находятся в состоянии потребления малой мощности. Работа тактового генератора центрального процессора может быть замедлена или остановлена, но необходимые операционные параметры хранятся в памяти. Пользователь или ОС может запустить компьютер из этого состояния почти мгновенно.
- **APM Suspend (режим приостановки).** Система не работает, большинство устройств пассивны. Тактовый генератор центрального процессора остановлен, а параметры функционирования хранятся на диске и при необходимости могут быть считаны в память для восстановления работы системы. Чтобы запустить систему из этого состояния, требуется некоторое время.
- **Off (система отключена).** Система не работает. Источник питания выключен.

Реализация режимов АРМ требует поддержки как аппаратной части, так и программного обеспечения компьютера. Источниками питания АТХ можно управлять с помощью сигнала Power_On и дополнительного разъема питания с шестью контактами. Изготовители также встраивают подобные устройства управления в другие элементы системы, например в системные платы, мониторы и дисководы.

Операционные системы, которые поддерживают АРМ (в частности, Windows 3.1 и выше), при наступлении соответствующих событий запускают программы управления питанием, “наблюдая” за действиями пользователя и прикладных программ. Однако операционная система непосредственно не посылает сигналы управления питанием аппаратным средствам.

Система может иметь множество различных аппаратных устройств и программных функций, используемых при выполнении функций АРМ. Чтобы решить проблему согласования этих

средств, в операционной системе и аппаратных устройствах предусмотрен специальный абстрактный уровень, который облегчает связь между различными элементами архитектуры АРМ.

При запуске операционной системы загружается программа — драйвер АРМ, который связывается с различными прикладными программами и программными функциями. Именно они запускают механизмы управления питанием, причем все аппаратные средства, совместимые с АРМ, связываются с системной BIOS. Драйвер АРМ и BIOS связаны напрямую; именно эту связь использует операционная система для управления режимами работы устройств.

Таким образом, чтобы функционировали средства АРМ, необходима поддержка этого стандарта схемами, встроенными в конкретные аппаратные устройства системы, системную BIOS и операционную систему (содержащую драйвер АРМ). Если хотя бы один из этих компонентов отсутствует, АРМ работать не будет.

Усовершенствованная конфигурация и интерфейс питания

С развитием технологий управления питанием возникла необходимость в поддержке сложных информационных состояний, которую уже сложно было реализовать в системной BIOS. В результате компаниями Intel, Microsoft и Toshiba был создан новый стандарт, получивший название *улучшенный интерфейс для конфигурации и управления питанием* (Advanced Configuration and Power Interface — ACPI). Этот стандарт был предназначен для реализации расширенных функций управления питанием в операционных системах. Если BIOS вашего компьютера поддерживает ACPI, то все управление питанием передается операционной системе. Именно по этой причине перед установкой операционных систем, таких как Windows 98 и выше, в старых компьютерах настоятельно рекомендуется выполнять обновление BIOS.

Первая версия стандарта ACPI вышла в 1996 году и впервые была реализована в Phoenix BIOS. Наличие поддержки ACPI стало обязательным условием получения сертификата “PC’97” от компаний Intel и Microsoft. Поддержка ACPI начала встраиваться во все наборы микросхем системной логики, начиная с Intel P10X4E (эта поддержка встраивалась в южный мост), увидевшей свет в апреле 1998 года. Поддержка ACPI на программном уровне была включена в операционную систему Windows 98. На время выхода операционной системы Windows 2000 поддержка ACPI обеспечивалась уже практически всеми новыми компьютерами. Официальную спецификацию ACPI можно загрузить с сайта www.acpi.info. Позволив операционной системе управлять питанием, можно значительно упростить взаимодействие с приложениями. К примеру, программа может указать операционной системе, какие действия для нее критичны, что может побудить ее немедленно активизировать жесткий диск и какие действия можно отложить до того, как жесткий диск будет инициализирован чьими-то другими срочными требованиями. К примеру, текстовый процессор может быть настроен на автоматическое сохранение открытых документов в фоновом режиме через определенные промежутки времени. При этом ОС может отложить сохранение до тех пор, пока не поступит требование от какой-либо программы на немедленное обращение к диску. Такой подход позволяет реже переключать состояние жесткого диска.

Стандарт ACPI функционально вырос по сравнению с АРМ, который ограничивался только управлением питанием жесткого диска, процессора и монитора. ACPI позволяет централизованно управлять конфигурацией и питанием всех устройств Plug and Play на уровне операционной системы, функционально разгрузив BIOS.

Интерфейс ACPI позволяет системе автоматически включать и выключать внутренние (такие, как приводы CD-ROM, сетевые адаптеры, жесткие диски и модемы), а также внешние периферийные устройства (такие, как принтеры, мониторы, а также оборудование, подключенное к последовательному, параллельному, USB или какому-либо другому порту системы). К примеру, пользователь может настроить программу автоответчика на прием входящего вызова в течение секунды. При этом даже после выключения питания компьютера поступивший телефонный звонок активизирует систему и позволит приложению автоответчика обслужить поступивший вызов.

Интерфейс ACPI позволил программистам реализовать множество новых функций управления питанием, которые совместимы с разнообразными аппаратными архитектурами, но используют всего один драйвер операционной системы. ACPI также использует структуры данных Plug and Play BIOS и берет управление над интерфейсом Plug and Play, реализуя независимый от операционной системы интерфейс конфигурирования и управления.

В стандарте ACPI определено несколько основных и подчиненных состояний. Основных состояний четыре; их видит пользователь и они пронумерованы от G0 до G3. Состояние G0 соответствует системе, функционирующей в полном объеме, а состояние G3 — компьютеру с выключенным питанием. Глобальные состояния применяются ко всей системе в целом. Состояние G0 содержит 4 подчиненных состояния питания процессора (C0–C3) и 4 состояния электроснабжения каждого из устройств (D0–D3). Состояние C0 питания процессора содержит 16 подчиненных состояний его быстродействия (P0–P15).

Состояния электроснабжения отдельных устройств в глобальном состоянии G0 для пользователя невидимы. К примеру, пользователь можно понять, когда жесткий диск или монитор включен или выключен. В то же время состояние модема или другого внутреннего устройства остается для него тайной. Следует отметить, что не все устройства поддерживают все четыре состояния энергопотребления.

В глобальном состоянии G1 существует четыре “спящих” состояния (S1–S4). Состояние G2 (глобального программного выключения) также называют “спящим состоянием S5”. В нем на узлы подается только резервное питание. Состояние G3 соответствует механическому отключению питания.

Ниже показаны взаимосвязи и определения всех глобальных и “спящих” режимов, а также режимов электроснабжения устройств.

- **G0, рабочее.** Обычный рабочий режим системы. В этом состоянии применяются режимы электроснабжения периферийных устройств и процессора.
 - **G0/D0.** Устройство полностью активно.
 - **G0/D1.** Зависит от конкретного устройства. Потребляет меньше энергии, чем D0.
 - **G0/D2.** Зависит от конкретного устройства. Потребляет меньше энергии, чем D1.
 - **G0/D1.** Питание устройства отключено (кроме логики пробуждения).
 - **G0/C0.** Обычная работа процессора.
 - **G0/C1.** Процессор остановлен.
 - **G0/C2.** Тактовый генератор остановлен.
 - **G0/C3.** Тактовый генератор остановлен и просмотр кэш-памяти игнорируется.
- **G1, “легкий” спящий режим.** С точки зрения пользователя, система кажется выключенной, однако на самом деле она находится в одном из четырех “спящих” состояний. В зависимости от того, какой из режимов используется, определяется и время, необходимое на “пробуждение” системы. В любом из “спящих” режимов контекст и состояние системы сохраняются и впоследствии могут быть восстановлены.
 - **G1/S1.** Состояние ожидания с низким энергопотреблением. Процессор остановлен, однако контекст и состояние системы полностью сохраняются.
 - **G1/S2.** Идентично S1, за исключением того, что контекст процессора и кэш-памяти теряется. После пробуждения процессор перегружается.
 - **G1/S3.** Весь системный контекст теряется, за исключением памяти. Контекст памяти поддерживается на аппаратном уровне. После “пробуждения” процессор перезагружается, а контекст процессора и кэш-памяти частично восстанавливается.
 - **G1/S4 (гибернация).** Контекст и состояние системы (т.е. содержимое памяти) выгружаются на жесткий диск или другое устройство долгосрочного хранения. Для

возвращения в рабочее состояние (G0) нужно нажать кнопку питания. Система перезапустится и загрузит ранее сохраненный контекст и состояние. Возвращение в состояние G0 из G1/S4 — довольно продолжительный процесс.

- **G2/S5 (программное выключение).** Это обычное выключенное состояние, в которое переходит компьютер после выбора пункта **Завершение работы (Выключение)** меню **Пуск** или нажатия кнопки выключения на передней панели системного блока. При этом все устройства обесточиваются, однако система остается подключенной к розетке и питание продолжает поступать на материнскую плату, обеспечивая готовность приема сигнала пробуждения от внешних устройств. Для возвращения в состояние G0 (рабочее) система должна выполнить полную загрузку.
- **G3 (механическое выключение).** Система полностью обесточена (т.е. отключена от источника питания или розетки). Только в этом состоянии допускается разборка системы. За исключением питания CMOS и часов от батарейки, энергопотребление системы нулевое.

В обычном режиме работы система переключается между глобальными состояниями G0 и G1; в последнем случае может выбираться один из “спящих” режимов (S1–S4). В “спящем” режиме система внешне выглядит выключенной, однако ее состояние и контекст сохраняются, что позволяет возвращаться в рабочее состояние с уменьшенной задержкой. К примеру, пробуждение системы из состояния G1/S4 выполняется с большей задержкой, чем из состояния G1/S3.

Когда пользователь нажимает кнопку выключения питания или выбирает пункт **Выключение** меню **Пуск**, система переходит в состояние программного выключения (G2/S5). При этом контекст не сохраняется и поддерживается только резервное питание. Полностью отключить питание (G3) можно, физически отключив системный блок от источника электроэнергии. Только в этом состоянии допускается разборка компьютера.

В процессе загрузки выполняется ряд проверок на предмет поддержки устройствами и BIOS интерфейса ACPI. Если поддержка не обнаружена или осуществляется не в полной мере, в системе устанавливается управление питанием APM. Практически все проблемы ACPI связаны с неполной реализацией поддержки ACPI в BIOS и драйверах устройств. При обнаружении таких ошибок обратитесь к производителю материнской платы за обновлением BIOS, а также к изготовителю устройств за обновлениями драйверов и установите их.

Проблемы, связанные с блоками питания

Проблемы в электроснабжении обычно связаны с неисправностями в блоке питания, при этом чаще всего его нужно просто заменить.

Внимание

Неопытному пользователю ни в коем случае нельзя вскрывать блок питания для его ремонта, так как внутри присутствуют очень высокие напряжения, причем они могут оставаться даже после отключения блока питания от сети. Прежде чем вскрывать блок питания, его следует разрядить. Ремонт блоков питания выходит за рамки представленного в книге материала; лучше всего поручить эту работу специалисту.

О неисправности блока питания можно судить по многим признакам. Однако их не так просто обнаружить ввиду неявной связи между симптомами и первопричиной ошибки — блоком питания.

Например, сообщения об ошибках четности часто свидетельствуют о неполадках в блоке питания. Это может показаться странным, поскольку подобные сообщения должны появляться при неисправностях ОЗУ. Однако связь в данном случае очевидна: микросхемы памяти получают напряжение от блока питания, и, если оно не соответствует определенным требованиям, происходят сбои.

Нужен некоторый опыт, чтобы достоверно определить, когда причина этих сбоев состоит в неправильном функционировании самих микросхем памяти, а когда скрыта в блоке питания. Еще один критерий оценки — повторяемость ошибки. Если сообщения об ошибках четности появляются часто и адрес ячейки памяти всегда один и тот же, то подозрение должно пасть, в первую очередь, на саму память. Но если ошибки хаотичны или адрес ячейки памяти все время изменяется, то причина, скорее всего, кроется в блоке питания. Ниже перечислены проблемы, часто возникающие при неисправности блока питания:

- любые ошибки и “зависания” при включении компьютера;
- спонтанная перезагрузка или периодические “зависания” во время обычной работы;
- хаотичные ошибки четности или другие ошибки памяти;
- одновременная остановка жесткого диска и вентилятора (нет напряжения +12 В);
- перегрев компьютера из-за выхода из строя вентилятора;
- перезапуск компьютера из-за малейшего снижения напряжения в сети;
- удары электрическим током во время прикосновения к корпусу компьютера или к разъемам;
- небольшие статические разряды, нарушающие работу системы;
- нестабильное распознавание периферийных устройств, питание к которым подается по шине USB.

Практически все сбои в работе компьютера могут быть вызваны неисправностью блока питания. Есть, конечно, и более явные признаки, например следующие.

- компьютер вообще не работает (не функционирует вентилятор, на дисплее нет курсора);
- появился дым;
- на распределительном щитке сгорел сетевой предохранитель.

Если вы подозреваете, что блок питания неисправен, проведите простые замеры и более сложные тесты. Поскольку представленные методы не всегда позволяют обнаружить скачкообразные изменения напряжения, для долговременного и содержательного тестирования возможно использование резервного источника питания. Если симптомы и проблемы исчезли после применения проверенного блока питания, значит, вы нашли источник неприятностей.

Чтобы проверить блок питания, выполните ряд действий.

1. Проверьте розетку, сетевой кабель и разъемы. Попробуйте заменить силовой кабель другим.
2. Проверьте правильность и надежность подключения разъемов питания к системной плате и накопителям.
3. С помощью приборов проверьте напряжение на разъемах питания устройств. Если они ниже допустимых норм, замените блок питания другим.
4. Проверьте все установленное оборудование — платы расширения, устройства резервного копирования и т.д. Извлекая по одному устройству, найдите причину неисправности. Вероятнее всего, неисправным окажется устройство, вставленное последним перед началом появления ошибок.

На неисправность блоков питания указывает множество разнообразных симптомов. Так как блок питания обеспечивает электроэнергией буквально все компоненты компьютера, первоисточником большинства проблем памяти, жесткого диска и материнской платы может оказаться именно блок питания.

Перегрузка блока питания

Недостаточно мощный блок питания может ограничить возможность расширения компьютера. Многие компьютеры выпускаются с довольно мощными блоками питания, которые рассчитаны на то, что в дальнейшем в систему будут установлены новые (дополнительные) узлы. Однако в некоторых компьютерах блоки питания имеют настолько низкую мощность, что попытки установить в них более или менее приемлемый набор дополнительных модулей заранее обречены на провал.

Паспортное значение мощности, указанное на блоке питания, не должно вводить в заблуждение. Не все блоки питания, например на 500 Вт, одинаковы. Тем, кто знаком с профессиональными аудиосистемами, хорошо известно, что чем больше ватт, тем лучше. Этот же принцип применим и к блокам питания. Дешевые блоки питания наверняка могут развивать мощность, указанную в паспорте, однако при этом они сильно перегреваются. Тестирование многих дешевых блоков питания выполняется при экстремально низких температурах, которые обычно не встречаются в реальных условиях. При повышении внешней температуры такой блок питания способен обеспечить вдвое меньшую мощность, чем указано в его паспорте. Также уровень помех и искажений в некоторых блоках питания превосходит требования спецификаций или едва их достигает. Многим дешевым блокам питания свойственны нестабильные выходные напряжения; в них также присутствуют шумы и помехи, что может привести к многочисленным проблемам. Кроме того, они обычно сильно нагреваются сами и нагревают все остальные узлы. Частый периодический нагрев и охлаждение компонентов способны разрушить компьютерную систему. Большинство специалистов рекомендуют заменять установленные в компьютерах блоки питания более мощными. Поскольку конструкции этих блоков стандартизированы, найти замену для большинства систем не составит труда.

Недостаточное охлаждение

Некоторые блоки питания, предоставляемые сторонними производителями, оснащены высокоскоростными охлаждающими вентиляторами, которые существенно увеличивают срок жизни системы и минимизируют возможность перегрева, что особенно актуально для новых и “горячих” процессоров. Существуют специальные малошумные модели вентиляторов, которые работают гораздо тише стандартных. Такие вентиляторы часто имеют больший диаметр, медленнее вращаются и потому производят меньше шума, перемещая при этом такой же поток воздуха, что и вентиляторы меньшего диаметра.

Важную роль в обеспечении надежной работы ПК играет вентиляция. Для охлаждения различных компонентов компьютера необходим определенный воздушный поток. Большинство современных процессоров устанавливаются с теплоотводами, которые нуждаются в постоянном обдуве. Если для этого предусмотрен отдельный вентилятор, особых проблем не возникает. Относительно остальных компонентов можно посоветовать следующее: если часть разъемов свободна, расположите платы таким образом, чтобы воздух беспрепятственно циркулировал между ними; установите самые нагревающиеся платы поближе к вентилятору или вентиляционным отверстиям в корпусе; обеспечьте достаточное обдувание жестких дисков, особенно тех, которые вращаются с высокой скоростью. При работе некоторых накопителей выделяется значительное количество тепла, а перегрев жесткого диска может привести к потере данных.

Компьютер с пассивными теплоотводами всегда должен работать с закрытой крышкой. В противном случае он перегреется, так как вентилятор блока питания будет обдувать лишь его, а остальные компоненты будут охлаждаться за счет конвекции. Для компьютеров с активной системой охлаждения, установленной на процессоре, такой проблемы не существует: снятая крышка системного блока только поможет охладить компоненты компьютера.

Кроме того, все пустые отсеки должны быть закрыты. В противном случае через отверстия в корпусе будет свободно проникать воздух, что может нарушить воздушный поток внутри компьютера и вызвать повышение температуры.

Если проблемы с нестабильной подачей напряжения связаны с перегревом, то наилучшим вариантом будет установка другого, более мощного блока питания или дополнительного вентилятора. Некоторые компании продают специальные платы с установленными вентиляторами, однако отношение к ним неоднозначное. Если вентилятор не выдувает воздух из корпуса, значит, он всего лишь перегоняет горячий воздух по системе и способствует еще большему ее перегреву, так как потребляет энергию, а следовательно, генерирует тепло.

Вентиляторы, смонтированные на процессорах (центральных и графических), охлаждаются только эти микросхемы. Большинство современных процессоров во время работы разогреваются так, что обычный пассивный теплоотвод не может их охладить. В этом случае вентилятор, смонтированный прямо на процессоре, позволяет обеспечить “точечное” охлаждение и снизить его температуру. Один из недостатков такого способа активного охлаждения процессора состоит в том, что при выходе вентилятора из строя микропроцессор мгновенно перегревается и тоже выходит из строя. В новых процессорах Intel имеется встроенная система защиты от перегрева. Например, Pentium III автоматически отключается при перегреве, а в Pentium 4 сокращается уровень быстродействия, что позволяет использовать его даже в том случае, когда теплоотвод вообще удален! Тем не менее желательно не полагаться на встроенную систему защиты процессоров, так как не все ее имеют.

Цифровые мультиметры

Простейший тест блока питания — измерение его выходных напряжений, позволяющее определить, вырабатываются ли они вообще и находятся ли их значения в допустимых пределах. Учтите, что все измерения напряжений должны выполняться при подключенных номинальных нагрузках, т.е. блок питания удобнее всего проверять, не извлекая из компьютера.

Выбор мультиметра

Для измерения напряжения и сопротивления при работе с электронными цепями необходим простой цифровой мультиметр (DMM), показанный на рис. 19.39, или же цифровой вольтметр (DVOM). Следует использовать именно цифровые устройства, а не устаревшие устройства стрелочного типа, поскольку в старых моделях мультиметров при измерении сопротивления используется напряжение 9 В, что приводит к повреждению большинства современных компьютерных компонентов.

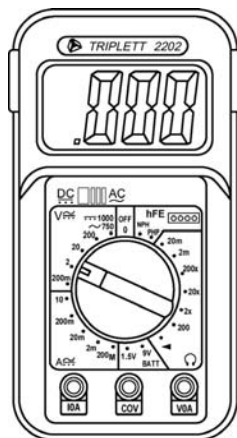


Рис. 19.39. Типичный цифровой мультиметр

Цифровой мультиметр при измерении сопротивления использует значительно меньшее напряжение (как правило, 1,5 В), что совершенно безопасно для современного электронного

оборудования. На рынке представлено довольно много неплохих устройств от разных компаний. Я предпочитаю небольшие устройства, которые можно положить в карман.

Характеристики качественных цифровых вольтметров, на которые необходимо обращать внимание прежде всего, перечислены ниже.

- **Небольшой размер.** Здесь все достаточно очевидно; причем размер устройства, как правило, практически не отражается на его функциональных возможностях. Более того, далеко не все функции больших мультиметров необходимы при работе с компьютерным оборудованием.
- **Защита от перегрузки.** Если на устройство подать напряжение (или силу тока), превышающее его текущий диапазон измерения, мультиметр предотвратит собственное повреждение. Как правило, дешевые модели мультиметров защиту от перегрузки не поддерживают, поэтому легко могут выйти из строя.
- **Автоматическая настройка диапазона.** Мультиметр автоматически задает необходимый диапазон напряжений или сопротивлений при проведении измерений. Это намного предпочтительнее, чем указывать диапазоны вручную; однако действительно хорошие мультиметры поддерживают оба варианта указания диапазонов измерения.
- **Съемные щупы.** Щупы можно легко повредить; кроме того, при проведении разных измерений могут потребоваться щупы разной формы. Дешевые мультиметры, как правило, оснащаются несъемными щупами, замена которых невозможна. Обязательно обращайте внимание только на такие модели мультиметров, которые оснащены съемными щупами.
- **Звуковые сигналы при проверке целостности цепи.** Хотя при проверке целостности цепи можно использовать шкалу сопротивлений (0 Ом указывает на отсутствие разрывов в цепи), хорошие модели мультиметров поддерживают функцию звукового оповещения при проверке целостности. Благодаря этому удается намного быстрее проверить кабели и другие элементы на наличие разрывов. Оценив все достоинства этой функции, вы уже не захотите использовать устройства, которые ее не поддерживают.
- **Автоматическое отключение.** Мультиметры работают от батареек, заряд которых может быстро закончиться, если прибор постоянно оставлять включенным. Поэтому хорошие модели мультиметров поддерживают функцию автоматического отключения по истечении определенного периода бездействия.
- **Автоматическое отображение последних результатов измерения.** Данная функция позволяет мультиметру постоянно отображать на экране результаты последних измерений. Это особенно полезно в том случае, если приходится работать с труднодоступными элементами.
- **Запоминание минимального и максимального значений.** Данная функция позволяет мультиметру запоминать минимальное и максимальное измеренные значения в памяти и при необходимости отображать их. Это просто незаменимо при измерении значений, которые постоянно меняются, а значит, их сложно увидеть на экране.

Цифровой карманный мультиметр, поддерживающий только базовые функции, можно приобрести приблизительно за 20 долларов; стоимость полнофункционального устройства составит около 100 долларов, а некоторые модели стоят еще дороже.

Измерение напряжений

Выполняя измерения в работающем компьютере, вы сможете добраться до нужных контактов, воспользовавшись так называемым *прощупыванием с обратной стороны* (рис. 19.40). Это связано с тем, что большинство разъемов, на которых нужно измерить напряжения, соединены с ответственными компонентами и разъединять их в работающей системе нельзя, поэтому все измерения приходится проводить с обратной стороны разъема. Практически во всех разъемах обратная сторона (с которой в него входят провода или жгуты) открыта, и тон-

ким пробником можно добраться до металлической вставки-контакта с обратной стороны разъема, аккуратно ведя щуп вдоль интересующего вас провода. Как правило, все описанные ниже измерения можно выполнить только таким способом.

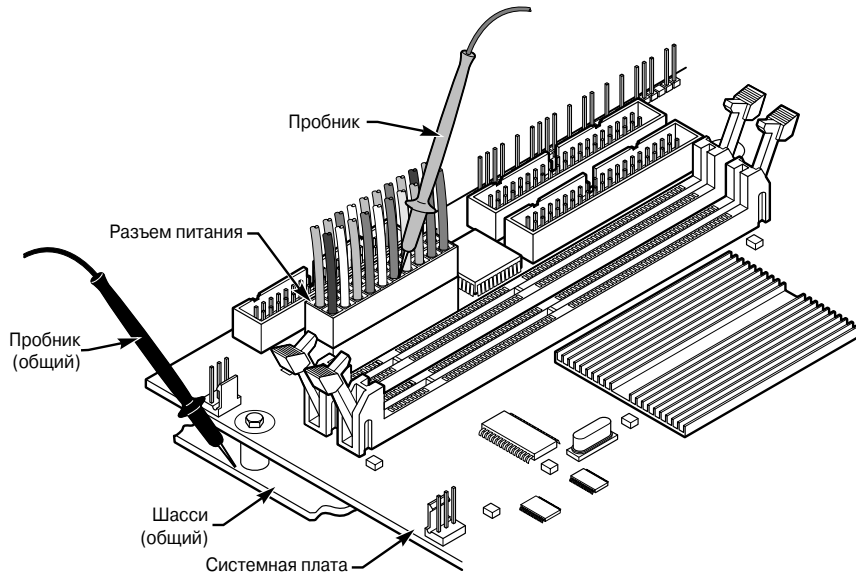


Рис. 19.40. Один из способов измерения напряжения

Вначале необходимо проверить сигнал Power_Good (контакт P8-1 в компьютерах AT, Baby AT и LPX; контакт 8 в компьютерах ATX), напряжение которого должно колебаться от +3 до +6 В. Если напряжение имеет другое значение, компьютер воспримет это как неисправность блока питания и работать не будет. Поэтому блок питания в большинстве подобных случаев придется заменять.

Затем следует измерить напряжения на контактах разъемов системной платы и дисковых накопителей. Имейте в виду, что контакты разъемов и допуски на напряжения в разных компьютерах могут отличаться. Лучше использовать блоки питания с более жесткими допусками. Большинство производителей считают исправными только те блоки, напряжения в которых отличаются от номинальных не более чем на 5%, а для напряжения 3,3 В в блоке питания ATX допускается отклонение не более чем на 4%. Некоторые производители устанавливают еще более жесткие допуски на свои изделия, и при их проверке нужно учитывать эти значения. Узнать величины допусков можно из технической документации к компьютеру. В приведенной ниже таблице представлены описанные допуски.

Номинальное напряжение, В	Широкий допуск		Жесткий допуск	
	Мин. (-10%), В	Макс. (+8%), В	Мин. (-5%), В	Макс. (+5%), В
3,3	2,97	3,63	3,135	3,465
±5,0	4,5	5,4	4,75	5,25
±12,0	10,8	12,9	11,4	12,6

Допуски для сигнала Power_Good немного отличаются, хотя номинальное напряжение составляет +5 В. Точка срабатывания для сигнала Power_Good составляет около +2,4 В, однако большинство систем требуют, чтобы данный сигнал лежал в определенных пределах.

Сигнал	Минимальное значение	Максимальное значение
Power_Good (+5V)	3,0 В	6,0 В

Если измеренные значения напряжений выходят за пределы допусков, замените блок питания. Еще раз напомним, что замеры необходимо проводить при номинальной нагрузке, т.е. при работающем компьютере.

Специальная измерительная аппаратура

Для всесторонней проверки блока питания можно воспользоваться некоторыми специализированными устройствами. Поскольку блоки питания в современных компьютерах являются самыми ненадежными компонентами, для профессионалов такие приборы могут оказаться весьма полезными.

Цифровой инфракрасный термометр

Это один из наиболее важных приборов моего комплекта инструментальных средств. Он относится к бесконтактным измерительным устройствам, так как позволяет измерять температуру удаленного объекта по его инфракрасному излучению. Это дает возможность проводить моментальные выборочные измерения температур микросхемы, платы или корпуса системы. Цифровые инфракрасные термометры стоимостью около 100 долларов поставляются компанией Raytek (www.raytek.com). Для измерения температуры того или иного компонента достаточно «нацелить» на него этот карманный инструмент и нажать кнопку. Через несколько секунд на индикаторе будет отображена считанная температура (с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$). Цифровые инфракрасные термометры просто незаменимы при проверке температурного режима компьютерных компонентов.

Трансформатор с регулируемым выходным напряжением

При проверке блока питания желательно иметь возможность регулировки входного (сетевое) напряжения и оценивать реакцию блока на эти изменения. Для этого очень удобно использовать трансформатор с регулируемым выходным напряжением (автотрансформатор) (рис. 19.41). Это устройство состоит из трансформатора, установленного в корпусе со стрелочным индикатором, измеряющим выходное напряжение. Шнур питания автотрансформатора вставляется в розетку, а силовой шнур компьютера — в разъем автотрансформатора. С помощью регулятора в автотрансформаторе можно управлять напряжением, подаваемым в блок питания компьютера.

Многие трансформаторы способны регулировать уровень выходного переменного тока от 0 до 140 В независимо от входного напряжения (переменного тока, подаваемого от настенной розетки). Некоторые модели также поддерживают диапазон от 0 до 280 В. Трансформатор часто используется при имитации условий перепада напряжения, необходимого для выяснения ответной реакции системных компонентов ПК. Кроме всего прочего, таким образом проверяется работоспособность сигнальной операции Power_Good.

Подключите компьютер к выходу трансформатора и понижайте напряжение до тех пор, пока компьютер не отключится. Оцените «запас прочности» блока питания по отношению к колебаниям напряжения в сети. Правильно спроектированный блок питания должен работать в диапазоне входных напряжений и отключаться при выходе из этого диапазона.

Если значение входного напряжения ниже допустимого и появляются сообщения об ошибках четности, значит, сигнал Power_Good вырабатывается неправильно, т.е. его уровень остается высоким (соответствует логической единице). В исправных блоках питания в такой ситуации низкий уровень сигнала Power_Good, соответствующий логическому нулю, переводит компьютер в режим постоянного перезапуска.

Стоимость автотрансформатора варьируется в пределах от 100 до 300 долларов.

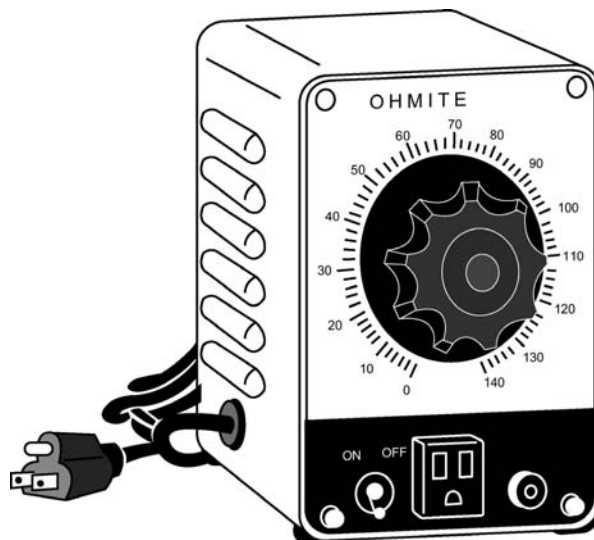


Рис. 19.41. Трансформатор с регулируемым выходным напряжением

Ремонт блоков питания

По-настоящему блок питания ремонтируют редко — дешевле заменить его новым. Неисправный блок питания обычно выбрасывается, за исключением особо производительных и дорогих моделей. В таком случае блок питания лучше всего отправить компании, специализирующейся на ремонте источников питания и других компонентов. Обращение в сервисный центр предпочтительнее для ремонта не только блоков питания, но также мониторов и принтеров.

Те, у кого есть опыт работы с высокими напряжениями, могут без труда заменить вентилятор блока питания или его плавкий предохранитель. Правда, для этого понадобится вскрыть блок, что обычно не рекомендуется делать неопытным пользователям. Я описываю эти две простые операции только потому, что они позволяют не заменять блок питания, который во всем остальном функционирует нормально. Однако отмечу, что в большинстве случаев перегорание плавкого предохранителя вызвано другими неисправностями в блоке питания; при этом после замены предохранителя и включения питания он снова перегорает. С другой стороны, если проблема вызвана износом вентилятора, можно заменить только его, не выбрасывая сам блок питания.

Большинство производителей стараются воспрепятствовать “проникновению” в блок питания, применяя при сборке специальные винты типа Torx. В то же время выпускаются комплекты отверток, которыми можно отвернуть винты с защитой. Некоторые блоки питания собраны на заклепках, и при вскрытии блока их приходится высверливать.

Внимание

Учтите, что производители создают все эти препятствия с единственной целью — защитить неопытных пользователей от высокого напряжения. Считайте, что вы предупреждены.

Замена блоков питания

В большинстве случаев проще, безопаснее и дешевле заменить блок питания, а не ремонтировать его. При выборе конкретной модели необходимо учитывать несколько факторов.

Выбор блока питания

Прежде всего, обратите внимание на формфактор блока питания. Блоки питания разных формфакторов различаются размерами, формой, расположением крепежных отверстий и вы-

ключателя, а также типами разъемов. Полное описание всех конструкций приведено в начале главы. Разумеется, подбирая блок, нужно знать, какая конструкция установлена в вашем компьютере.

В некоторых системах используются уникальные блоки питания, что существенно усложняет их замену. Если в системе используется блок питания стандартной конструкции, примите к сведению, что на рынке можно найти самые разные ее модификации по составу отводов, мощности и прочим характеристикам, предлагаемые сотнями производителей по доступной цене. У несчастного обладателя нестандартного блока питания выбор будет ограничен производителем самого компьютера, при этом цена блока питания окажется намного выше. Стандартные высококачественные блоки питания стоят менее 500 долларов, в то время как уникальные модели отдельных производителей могут обойтись в 400 и более долларов. Покупатели компьютеров часто не обращают на это внимания, и последствия использования нестандартных компонентов в системе обнаруживаются слишком поздно.

Некоторые производители пользуются дурной славой из-за продажи компьютеров с нестандартными блоками питания. Даже такой гигант компьютерной индустрии, как Dell, использует собственные блоки питания во многих системах. При покупке такого компьютера учитывайте возможности расширения системы, а также стоимость послегарантийного обслуживания. Настоятельно рекомендуется приобретать компьютеры с блоком питания стандартного промышленного формфактора, например ATX12V.

Поставщики блоков питания

Так как блок питания является одним из самых уязвимых узлов компьютерной системы, меня часто просят дать рекомендации относительно выбора модели блока. Блоки питания выпускают сотни производителей, и у меня не было возможности протестировать их все. В то же время я могу порекомендовать компании, продукты которых я знаю и которым полностью доверяю.

Несмотря на присутствие на рынке множества других производителей высококачественных блоков питания, я отдаю предпочтение продукции компании PC Power and Cooling.

Совет

Мои предпочтения при модернизации и ремонте систем отданы модельному ряду Silencer от компании PC Power and Cooling не зря — эти блоки питания обеспечивают большую мощность при достаточно низком уровне шума. Для систем с одним высокопроизводительным графическим адаптером подойдет модель Silencer 470, имеющая стандартную глубину ATX (140 мм) и мощность 470 Вт. Если в системе установлены 2 видеокарты или имеется множество дисковых приводов, подойдут модели Silencer 610 и 750. Эти модели имеют большую глубину (180 мм) и мощность, 610 и 750 Вт соответственно. При сборке особо мощных систем с двухъядерными процессорами, множеством видеокарт и жестких дисков я бы порекомендовал использовать блок питания Turbo-Cool 1 KW с глубиной 230 мм и мощностью 1 кВт (пиковая мощность — 1,1 кВт). Большинству систем с головой хватит блоков питания с мощностью от 610 Вт, однако в системах, предполагающих значительные расширения, стоит использовать более мощные блоки.

Компания PC Power and Cooling выпускает также ряд нестандартных моделей блоков питания, которыми оборудуются компьютеры Dell. Эти блоки стоят дешевле фирменных и обладают повышенной мощностью и совместимостью с расположением креплений и разводкой контактов моделей Dell.

Высококачественные блоки питания выпускает и компания Antec, особенно мне нравится ее модельный ряд TruePower. Кроме того, она предлагает блоки, не имеющие внутреннего вентилятора, что обеспечивает их тихую работу, а также блоки с внутренней подсветкой для установки в прозрачные корпуса.

Купив высококачественный блок питания от одного из этих производителей, вы сможете решить текущие проблемы энергообеспечения и избежать их в будущем.

Советы и рекомендации относительно блоков питания

Поскольку 24-контактные коннекторы питания совместимы с устаревшими 20-контактными разъемами, при приобретении блоков питания настоятельно рекомендуется отдавать предпочтение моделям, оснащенным 24-контактным коннектором (обычно подобные модели

блоков питания маркируются как ATX12V 2.x). Желательно, чтобы блок питания содержал 6-контактный разъем для подключения видеоадаптера, а также разъем для подключения жестких дисков SATA. В качестве примера очень мощного и функционального блока питания можно привести Turbo-Cool 510 Express/SLI от компании PC Power and Cooling (www.pcpower.com). Выбор подобного блока питания позволит вам не только самостоятельно собрать самую современную компьютерную систему, но и модернизировать практически любые ATX-системы без применения каких-либо переходников.

Защитные устройства в сети питания

Такие устройства предохраняют компьютерные системы от повреждений при резком возрастании, выбросах и провалах напряжения сети. В частности, повышение сетевого напряжения или его всплеск может вывести из строя сам компьютер, а внезапное отключение или снижение напряжения приведет к потере данных. Ниже рассматриваются четыре основных вида устройств защиты.

Некоторые предохранительные устройства уже могут быть установлены в самом блоке питания компьютера (если он высокого качества). В блоках питания некоторых компьютеров высокого класса предусмотрены защита от высоких напряжений и токовых перегрузок, а также простейший фильтр для снижения уровня помех, проникающих из сети. Во многих недорогих блоках питания таких схем защиты нет, поэтому особое внимание обращайте на дешевые компьютеры малоизвестных фирм. Именно для них подключение дополнительного защитного устройства вполне оправданно.

Внимание

Все функции защиты устройств, описываемые в этой главе, и защитные схемы блока питания предполагают, что компьютерный кабель питания переменного тока заземлен.

В старых домах, как правило, трехконтактных розеток с заземлением нет.

В подобных случаях не следует использовать переходники, которые позволяют подключить к старым двухконтактным разъемам современные устройства, например стабилизаторы напряжения, ИБП и т.д., так как они не обеспечивают заземления, а значит, не в состоянии обеспечить надежную защиту подключенной техники. Более того, даже если розетка содержит три контакта, контур заземления может быть не подключен. Поэтому перед подключением устройств всегда полезно проверить розетку с помощью тестера.

Безусловно, самый простой метод защиты — отключение компьютера от сети электропитания в грозу. Тем не менее существуют и другие методы.

Блоки питания должны оставаться в рабочем состоянии и продолжать обеспечивать систему энергией, даже если случаются следующие перебои в подаче электропитания:

- напряжение падает до 80 В на две секунды;
- напряжение падает до 70 В на полсекунды;
- напряжение увеличивается до 143 В на одну секунду.

Многие высококачественные блоки питания (или подключенные системы) не будут физически повреждены в следующих случаях:

- перерыв в подаче энергии;
- любое падение напряжения;
- скачок до 2500 В.

Чтобы проверить качество схем защиты блоков питания, в независимых лабораториях проводились испытания компьютеров, не снабженных дополнительными устройствами защиты. На них подавалось питание с выбросами напряжения амплитудой до 6000 В. Импульсы с большей амплитудой не могут появиться в сети даже теоретически: при больших напряжениях между контактами розеток возникает электрическая дуга. В итоге ни один компьютер не был поврежден необратимо. Самое худшее, что происходило с некоторыми из них, — самопроизвольная пе-

резагрузка или отключение, когда амплитуда напряжения превышала 2000 В. Все компьютеры возвращались в нормальное рабочее состояние после повторного включения питания. Автоматическое отключение компьютера при больших отклонениях сетевого напряжения от номинального предусмотрено в большинстве высококачественных блоков питания.

Я не использую специальных защитных устройств в электросети, и все компьютеры нормально выживали в грозу и при перебоях в электропитании. Недавно произошел один инцидент, когда молния ударила в дымовую трубу дома, расположенного рядом с моим офисом, и развалила ее на куски. При этом не пострадала ни одна из работающих в тот момент систем; они просто отключились, после чего оставалось лишь нажать кнопку включения. Тем не менее сигнализация, размещенная в том же офисе, полностью вышла из строя. Я не собираюсь утверждать, что разряды молнии безопасны для компьютерных систем, — другая молния уничтожила модем и последовательный адаптер, установленные в одном из моих компьютеров. К счастью, в список сгоревших устройств не попала системная плата.

Следует отметить еще один фактор, который часто обходят вниманием при разработке стратегий защиты системы электроснабжения: не забывайте устанавливать защитные фильтры на телефонных линиях.

Функция автоматического выключения компьютера во время перебоев в электропитании встроена во многие высококачественные блоки питания. После срабатывания этой функции необходимо два раза нажать кнопку включения системы. При возобновлении подачи электроэнергии блок питания выжидает 3–6 секунд, затем перезагружается и запускает систему. Поскольку перезагрузка осуществляется автоматически, подобная функция может оказаться полезной для сетевых серверов и других компьютеров, расположенных в удаленном месте.

Когда система защиты впервые среагировала на выброс электроэнергии и выключила все компьютеры, я был просто испуган. Все компьютеры внезапно затихли, а мониторы погасли, и только светодиоды на модемах и сетевых адаптерах продолжали светиться. Первая мысль была о том, что все компьютеры сгорели. Однако первое же нажатие кнопки включения питания привело к обычной перезагрузке компьютера. С тех пор я пережил несколько таких же отключений, которые не сопровождались проблемами.

Ниже рассматриваются некоторые защитные устройства для сети питания:

- ограничители выбросов;
- ограничители выбросов в телефонной линии;
- сетевые фильтры-стабилизаторы;
- источники бесперебойного питания.

Ограничители выбросов

Простейшими приборами для защиты входных цепей блока питания от высоких напряжений являются ограничители выбросов. Эти устройства включаются между компьютером и сетевой розеткой и предназначены для поглощения высоковольтных выбросов напряжения, возникающих в сети в результате ударов молний или при работе мощных электрических машин. Их цена варьируется от 20 до 200 долларов.

Устройства подавления выбросов обычно строятся на основе *варисторов*, которые могут понижать все скачки напряжения, превышающие определенный уровень. Эти приборы выдерживают напряжения до 6000 В и отводят на землю все напряжения, значения которых выше определенного предела. Они могут спокойно переносить средние перегрузки, но очень сильные скачки (например, при прямом попадании молнии) могут их “пробить”. Варисторы не могут рассеивать большую мощность и в такой ситуации обычно перегорают, т.е. после одного мощного или следующих друг за другом более слабых выбросов ограничитель перестает выполнять свои функции. Простым способом проверить работоспособность таких приборов невозможно, поэтому никогда нельзя заранее сказать, защищает такое устройство или нет.

В некоторых ограничителях выбросов предусмотрен индикатор исправности, по которому можно определить, перегорел ли варистор в результате мощного выброса.

В компании Underwriters Laboratories разработали стандарт UL 1449, определяющий характеристики ограничителей выброса. Любой фильтр, отвечающий этим требованиям, является прекрасным вариантом для покупки. Достойные ограничители должны отвечать следующим требованиям:

- совместимость со стандартом UL 1449;
- наличие индикатора, указывающего на выход варистора из строя.

Поддержка стандарта UL 1449 обычно указывается на упаковке или непосредственно на корпусе устройства. Если этот маркер отсутствует, значит, стандарт не поддерживается и устройство покупать не стоит.

Еще одним неплохим дополнительным устройством, объединяемым иногда с ограничителем выбросов, является автоматический выключатель, который, в отличие от плавкого предохранителя, при перегрузках можно включать повторно. Он выполняет те же функции, что и обычный сетевой предохранитель. Устройства подавления помех с таким выключателем стоят около 40 долларов.

Ограничители выбросов в телефонной линии

Очень важно защитить компьютер от всевозможных помех в телефонной линии, к которой подключена система. Если вы пользуетесь модемом или факсимильным аппаратом, то любые всплески напряжения, периодически возникающие в телефонной сети, могут вывести компьютер из строя. Телефонные линии весьма уязвимы для молний, и подключенные к ним модемы и компьютеры чаще всего выходят из строя именно по этой причине.

Простейшие ограничители выбросов, которые включаются между телефонной линией и модемом, выпускаются несколькими фирмами и стоят крайне дешево. Их можно без проблем купить в большинстве магазинов, торгующих электроникой.

Сетевые фильтры-стабилизаторы

Кроме повышенного напряжения и токовых перегрузок, в линиях электропитания могут происходить другие инциденты. Например, напряжение в сети может опуститься ниже допустимого предела. Помимо уже упоминавшихся выбросов, в линиях питания могут возникать, например, радиочастотные наводки или импульсные помехи, создаваемые электродвигателями и другими индуктивными нагрузками.

Перед подключением друг к другу цифровых устройств (например, компьютера и периферийного оборудования) обратите внимание на следующее.

- Каждый провод, подключенный к компьютеру (например, соединяющий его с каким-либо периферийным устройством), представляет собой своеобразную антенну. При воздействии внешних электромагнитных полей на него наводятся электрические напряжения. Источниками таких полей могут стать другие провода, телефонные аппараты, электронно-лучевые трубки, электродвигатели, люминесцентные лампы и индикаторы, электростатические разряды и, естественно, радиопередатчики.
- Цифровые схемы весьма чувствительны к помехам амплитудой всего 1–2 В. Учитывая эти обстоятельства, можно сказать, что вся электрическая проводка в здании работает как большая антенна, принимающая самые разные помехи. Избавиться от помех и колебаний сетевого напряжения можно с помощью сетевых фильтров-стабилизаторов.

В устройствах этого типа выполняются фильтрация и стабилизация напряжения питания, а также подавляются перепады тока и напряжения; одним словом, они представляют собой буферные каскады между компьютерами и линиями питания. Фильтры-стабилизаторы полностью заменяют описанные выше ограничители выбросов и выполняют множество других функций. Будучи включенными, они постоянно находятся в активном состоянии (в отличие

от ограничителей, которые срабатывают только при выбросах напряжения). Устройство этих приборов довольно сложное: в их состав входят трансформаторы, конденсаторы и другие элементы, назначение которых — поддерживать постоянный уровень выходного напряжения. Стоимость фильтра-стабилизатора обычно находится в пределах 100–300 долларов и существенно зависит от его выходной мощности.

Источники бесперебойного питания

Для защиты оборудования используются приборы, с помощью которых можно в течение некоторого времени поддерживать работоспособность системы при исчезновении напряжения в сети. За это время можно спокойно закончить работу, сохранить ее результаты и выключить компьютер. Существует два вида устройств такого типа: источники резервного питания (Standby Power Supply — SPS) и источники бесперебойного питания (Uninterruptible Power Supply — UPS). Наилучшие из всех сетевых буферных устройств, безусловно, блоки UPS, поскольку они не только обеспечивают работу компьютера в аварийных ситуациях, но и стабилизируют напряжение и очищают его от помех.

Источник резервного питания (SPS)

Этот источник питания включается только тогда, когда исчезает или очень понижается сетевое напряжение. В этом случае срабатывает соответствующий датчик и к установленному в блоке преобразователю постоянного напряжения в переменное подключается аккумуляторная батарея. Начинает вырабатываться переменное напряжение, которое, в свою очередь, поступает на выход устройства вместо сетевого.

В принципе, SPS работают неплохо, но в некоторых моделях переключение на резервное питание происходит недостаточно быстро. При этом компьютер успевае отключиться или выйти на перезагрузку. Естественно, что такое “резервирование” мало кого устроит. В высококачественных SPS устанавливаются феррорезонансные стабилизаторы. Это довольно громоздкие устройства, позволяющие запастись некоторое количество энергии, используемой для питания компьютера во время переключения схемы.

Совет

Обратите внимание на системы SPS, время переключения которых не превышает 10 мс (миллисекунд). Это меньше, чем время переключения типичного блока питания.

В рассматриваемых блоках могут устанавливаться фильтры-стабилизаторы, но в дешевых моделях их, как правило, не бывает, и напряжение в нормальных условиях поступает на компьютер непосредственно из сети, без какой-либо фильтрации и стабилизации. В SPS с феррорезонансными стабилизаторами выходное напряжение поддерживается постоянным, к остальным же для большей надежности следует дополнительно подключать фильтр-стабилизатор. В зависимости от качества и выходной мощности стоимость SPS колеблется от ста до нескольких тысяч долларов.

Источник бесперебойного питания (UPS)

Наилучшим решением всех проблем, возникающих в цепях питания, является установка источника бесперебойного питания, который одновременно выполняет функции фильтра-стабилизатора и источника аварийного питания. В отличие от SPS, которые включаются периодически, UPS работают постоянно, и напряжение на компьютер поступает только от них. Поскольку некоторые фирмы продают источники резервного питания как UPS (так как они предназначены для одних целей), последние иногда называют “истинными источниками бесперебойного питания” (True UPS). Хотя схема и конструкция UPS и SPS во многом похожи, главное различие между ними заключается в том, что в настоящем UPS отсутствует переключатель — питание компьютера всегда осуществляется от аккумулятора.

В UPS постоянное напряжение 12 В от аккумуляторной батареи преобразуется в переменное. В вашем распоряжении фактически будет свой автономный источник питания, не зависящий от электрической сети. От нее осуществляется только подзарядка аккумулятора,

причем ток заряда либо равен потребляемому нагрузкой, либо несколько больше (при частично разряженной батарее).

Даже если напряжение в сети пропадает, UPS продолжает работать, поскольку при этом лишь прекращается процесс подзарядки батареи. Никаких переключений в схеме не происходит, а потому не возникает даже кратковременных провалов питающего напряжения. Батарея в этом режиме, конечно, разряжается, и интенсивность разряда зависит от мощности, потребляемой компьютером. Но практически в любом случае можно успеть спокойно завершить работу и подготовить компьютер к нормальному выключению питания. UPS функционирует непрерывно, используя заряженный аккумулятор. После восстановления сетевого напряжения аккумулятор сразу, без дополнительных переключений, начинает подзарядаться, и вы снова можете включить компьютер и спокойно работать.

Примечание

Источник бесперебойного питания может быть очень нагружен и не успеет полностью разрядиться. В этом случае подается соответствующий звуковой сигнал. Отключите устройство от источника питания, чтобы UPS успел избавиться от излишней накопленной энергии.

Многие UPS сегодня продаются вместе с кабелем и программным обеспечением, которое позволяет защищенному компьютеру автоматически корректно завершить работу, получив сигнал от UPS.

Стоимость UPS напрямую зависит от времени, в течение которого он может обеспечивать питание системы при отключении сетевого напряжения, и от выходной мощности. Поэтому, покупая такой прибор, учитывайте мощность, потребляемую вашим компьютером, и время, необходимое для того, чтобы сохранить файлы, выйти из программы и выключить компьютер. UPS — весьма дорогое удовольствие; батареи большой емкости и зарядный узел устройства стоят значительно дороже, чем SPS.

Поскольку в UPS осуществляется полная стабилизация питания электрической сети, они не могут даже сравниться по своим параметрам с ограничителями выбросов или фильтрами-стабилизаторами. В самых высококачественных моделях для улучшения показателей выходного напряжения устанавливаются феррорезонансные стабилизаторы. UPS такого типа являются не только самыми лучшими защитными устройствами в цепях питания, но и самыми дорогими. Чтобы определить, какую мощность потребляет ваш компьютер, взгляните на этикетку, расположенную на задней панели системного блока: мощность указывается либо в ваттах, либо в вольтах и амперах. В последнем случае для определения потребляемой мощности эти два числа нужно перемножить.

Если, например, в документации указано, что напряжение питания равно 120 В, а максимальный потребляемый ток — 5 А, то максимальная мощность потребления составит 600 Вт, что соответствует случаю, когда во все разъемы расширения установлены платы адаптеров, а в компьютере — два жестких диска и один накопитель на гибких дисках (т.е. выполнено максимальное расширение системы). Но в любой ситуации потребляемая мощность не превысит указанной величины, поскольку, если это произойдет, установленный в блоке питания предохранитель на 5 А перегорит. Такие системы в установившемся режиме потребляют в среднем около 300 Вт. Но при вычислении необходимой выходной мощности UPS лучше проявить консерватизм и исходить из 550 Вт. Добавьте еще около 100 Вт на монитор — и получите уже 650 Вт. Выходная мощность UPS двух таких компьютеров должна составлять не менее 1100 Вт, а с двумя мониторами — 1300 Вт. Стоимость такого блока бесперебойного питания находится в пределах 500–700 долларов. Дорогое удовольствие, и именно поэтому большинство компаний приобретают UPS только для критичных компьютеров, например для сетевых файловых серверов.

Примечание

Высокомощные UPS, продаваемые для использования со стандартной розеткой 15 А, обеспечивают мощность около 1400 Вт. Более высокая мощность может привести к отключению нагрузочной схемы при чрезмерной зарядке батареи и генерации обратным преобразователем максимальной силы тока.

Помимо выходной мощности, UPS различаются и некоторыми другими параметрами. Выше уже упоминалось о встроенных феррорезонансных стабилизаторах, которые позволяют улучшить качество выходного напряжения. В хороших блоках импульсы имеют синусоидальную форму, а в более дешевых устройствах — прямоугольную. Для некоторых блоков питания компьютеров подача на вход импульсов с резкими переходами не допускается, поэтому, прежде чем покупать UPS, удостоверьтесь, что он вырабатывает выходное напряжение, пригодное для питания вашего оборудования. В документации к каждому блоку указывается время, в течение которого он может обеспечивать резервное питание подключенных к нему устройств при определенном уровне потребляемой ими мощности. Если мощность потребления вашей системы меньше указанного уровня, то у вас будет запас времени.

Внимание

Не переусердствуйте! Большинство UPS не рассчитаны на то, чтобы вы часами просиживали за компьютером после исчезновения напряжения в сети. Они предназначены только для того, чтобы можно было спокойно закончить работу и выключить систему. Если нужно обеспечить функционирование системы дольше 15 минут, стоит подумать о покупке генератора; такое решение будет значительно эффективнее инвестиций в более мощные аккумуляторы.

Защитные устройства для цепей питания выпускают многие производители, например хорошими считаются изделия компаний American Power Conversion (APC) и Tripp Lite, которые выпускают множество разновидностей UPS, SPS и устройств подавления выбросов для электрических и телефонных сетей.

Внимание

Не подключайте к UPS/SPS лазерный принтер, поскольку он потребляет много энергии, в результате чего может быть превышена допустимая мощность UPS/SPS. Это часто является причиной их поломки или выключения.

Выключение принтера не критично, поскольку необходимую информацию можно вывести на печать и позже. Главное — не потерять несохраненные данные, находящиеся в оперативной памяти. Поэтому, если у вас нет веских причин, не подключайте принтер к UPS/SPS.

Некоторые UPS и SPS имеют специальные разъемы, в которые не поступает энергия внутренней батареи, поэтому в них можно подключать принтеры и другие периферийные устройства.

Батареи RTC/NVRAM

Все 16-разрядные и более современные системы имеют микросхему особого типа, в которой находятся часы реального времени (RTC), а также хотя бы 64 байт (включая данные часов) энергонезависимого ОЗУ (NVRAM). Эта микросхема официально называется микросхемой RTC/NVRAM, но обычно на нее ссылаются как на микросхему CMOS или CMOS-память. Такие микросхемы потребляют питание от батарей и могут хранить информацию несколько лет.

Самая первая микросхема, которая использовалась в оригинальных IBM AT, была изготовлена компанией Motorola и имела номер MC146818. Несмотря на то что сегодня подобные микросхемы выпускаются сотнями производителей и имеют различные параметры, все они совместимы с этой микросхемой. В большинстве современных системных плат RTC/NVRAM встроены в микросхему южного моста или контроллер ввода-вывода.

Микросхема содержит часы реального времени, оповещающие программу о текущем времени и дате, причем и время, и дата будут представляться правильно даже при отключении системы. Часть микросхемы, называемая NVRAM, имеет другие функции. Она предназначена для хранения данных о конфигурации системы, включая объем установленной памяти, типы накопителей на гибких и жестких дисках, а также другую подобную информацию. Хотя некоторые новые системные платы для хранения данных о конфигурации имеют микросхемы расширения NVRAM объемом 4 Кбайт, большинство наборов микросхем содержат энергонезависимую память объемом 256 байт, из которого на часы выделяется 14 байт. Система считывает эти данные при каждом включении.

Современные батареи CMOS

Существует несколько типов батарей NVRAM (CMOS RAM). Наиболее распространены литиевые батареи, так как срок их службы составляет 2–5 лет. Мне встречались системы, в которых обычные щелочные батареи были закреплены в держателе; подобные решения крайне нежелательны, поскольку батареи приходится очень часто менять. Более того, при использовании обычных батареек очень велика вероятность того, что они потекут, а это неминуемо приведет к выходу системной платы из строя. В настоящее время наиболее часто используется так называемая батарея “таблетка”, которая установлена в специальном гнезде-держателе на системной плате. Существует два основных типа батарей, которые отличаются химическими элементами, лежащими в основе их работы. Чаще всего используются батареи с катодом из диоксида марганца (MnO_2); в маркировке данных батарей присутствует префикс CR; также используются батареи с катодом из монофторида углерода (CF); в маркировке данных батарей присутствует префикс BR. Тип CR более доступен в продаже и обеспечивает большую емкость. Тип BR применяется при более высоких температурах (более $60^\circ C$ или $140^\circ F$).

Поскольку батареи типа CR дешевле и их проще приобрести, именно такие батареи чаще всего используются в ПК. Остальные цифры в маркировке батареи указывают на ее физические размеры. Например, в ПК наиболее часто используется литиевая батарея CR2032; ее диаметр составляет 20 мм, а толщина — 3,2 мм; при этом используется катод из диоксида марганца. Подобные батареи можно купить в супермаркете электроники, магазинах фототехники и даже аптеках. Батарея CR2032 в разрезе представлена на рис. 19.42.

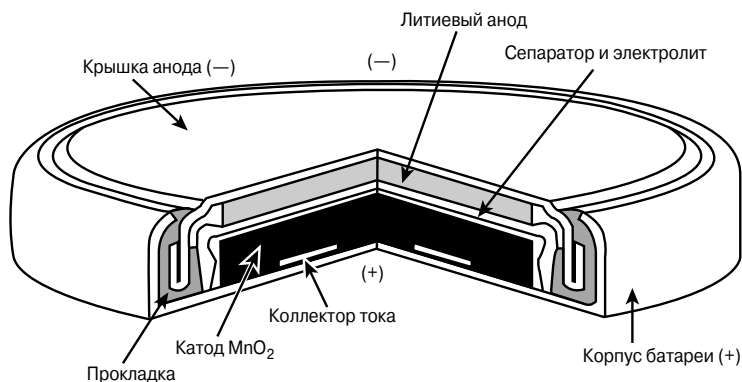


Рис. 19.42. Литиевая батарея CR2032 в разрезе

В табл. 19.25 приведены спецификации литиевых батарей с диаметром 20 мм, которые можно встретить в современных компьютерах.

Таблица 19.25. Спецификации литиевых батарей с диаметром 20 мм

Тип	Напряжение, В	Емкость, мА·ч	Диаметр, мм	Высота, мм
BR2016	3,00	75	20,00	1,60
BR2020	3,00	100	20,00	2,00
BR2032	3,00	190	20,00	3,20
CR2012	3,00	55	20,00	1,20
CR2016	3,00	90	20,00	1,60
CR2025	3,00	165	20,00	2,50
CR2032	3,00	220	20,00	3,20

BR. Монофторид углерода.

CR. Диоксид марганца.

Примерное время работы батареи может быть рассчитано с помощью деления емкости на потребляемый ток. Например, типичная батарея CR2032 имеет емкость 220 мА·ч (миллиампер-часов), а микросхема часов/энергонезависимой памяти потребляет 5 мкА (микроампер) при отключенном питании. Поэтому время работы батареи может быть рассчитано таким образом:

$$220000 \text{ мкА} \cdot \text{ч} / 5 \text{ мкА} = 44000 \text{ ч} = 5 \text{ лет.}$$

Если воспользоваться батареей меньшей мощности (CR2025), время ее работы будет рассчитываться по такой формуле:

$$165000 \text{ мкА} \cdot \text{ч} / 5 \text{ мкА} = 33000 \text{ ч} = 3,7 \text{ года.}$$

Время работы батареи отсчитывается с момента сборки системы. К моменту продажи компьютера батарея может проработать уже несколько месяцев, даже если компьютер новый. Кроме того, батарея иногда частично разряжается еще до установки в систему, а повышенная температура при ее хранении и во время работы компьютера способна повлиять на срок ее службы. Поэтому реальные показатели работоспособности батареи могут быть меньше теоретических.

С сокращением заряда батареи снижается напряжение, что может повлиять на точность часов реального времени. Большинство литиевых батарей номинально работают с напряжением 3 В, но фактически напряжение новой батареи несколько выше. Если часы в системе идут недостаточно точно (например, отстают), проверьте напряжение батареи энергонезависимой памяти. Наибольшая точность достижима при напряжении батареи, равном или большем 3 В. Стабильное напряжение литиевых батарей обычно поддерживается до полного использования заряда, после чего очень быстро снижается. Батарея с напряжением менее 3 В подлежит замене, даже если запланированный срок ее замены еще не подошел.

Устаревшие или уникальные батареи CMOS

Хотя в современных компьютерах используются батареи с напряжением 3 В, в старых системах применялись батареи, имеющие самые разные выходные напряжения. Например, применяемые в устаревших персональных компьютерах батареи обычно дают напряжение 3,6, 4,5 или 6 В. Если вы меняете батарею, убедитесь в том, что новая и удаленная батареи имеют одинаковые напряжения. В системных платах могут использоваться батареи с различными напряжениями, которые имеют переключатель, позволяющий установить необходимое значение. Если у вас именно такая системная плата, то, чтобы правильно выбрать установку, обратитесь к документации. Конечно же, проще всего заменить испорченную батарею точно такой же, поскольку в этом случае отпадет необходимость в изменении положений переключателей.

В некоторых системах на протяжении ряда лет применялась микросхема специального типа, содержащая встроенную батарею. Подобные решения выпускались несколькими компаниями, включая Dallas Semiconductor и Benchmarq. Эти микросхемы обладают очень большим сроком службы. При нормальных условиях эксплуатации срок службы интегрированной батареи составляет около 10 лет, что гораздо больше полезного срока службы компьютерной системы. Если в вашей системе используется один из таких блоков, то батарея и микросхема заменяются одновременно, поскольку они конструктивно объединены. Этот блок вставлен в гнездо на системной плате, но в случаях, когда его необходимо заменить, особых проблем не возникает. Новый модуль можно приобрести приблизительно за 18 долларов, что значительно выше стоимости отдельной батареи. Именно поэтому производители интегрировали функции RTC/NVRAM в набор микросхем.

В некоторых системах батареи вообще не применяются. Например, Hewlett-Packard использует специальный аккумулятор, который автоматически перезаряжается при каждом включении системы. Если система не включена, аккумулятор будет обеспечивать RTC/NVRAM энергией, необходимой для работы, на протяжении недели или дольше. Но если компьютер останется выключенным на более длительное время, данные, хранящиеся в NVRAM, будут потеряны. В таком случае система может перезагрузить NVRAM из архивной микросхемы ROM, установленной на системной плате. Единственная информация, кото-

рую можно потерять, — текущая дата и время, но ее несложно ввести заново. При использовании аккумулятора в сочетании с архивом в ROM получается довольно надежная система, оснащенная всем необходимым для хранения информации.

Во многих старых системах допускалось использование традиционных батарей, которые могут либо вплавляться непосредственно в системную плату, либо подключаться через разъем. При использовании систем с впаиваемой батареей не возникает никаких проблем даже в случае ее выхода из строя, поскольку всегда можно применить обычные вставляемые батареи.

Устранение неполадок батареи CMOS

К симптомам, по которым можно судить о том, что батарея функционирует некорректно, относятся сброс даты и времени при каждом выключении компьютера (особенно при его перемещении), а также те или иные проблемы при прохождении системой процедуры POST, например сложности с идентификацией жесткого диска. Если вы столкнулись с подобными проблемами, запишите текущие настройки CMOS, после чего как можно быстрее замените батарею.

Внимание

При замене батареи следите за полярностью, иначе можно испортить микросхему RTC/NVRAM (CMOS). Обычно разъем для батареи на системной плате, как и сама батарея, имеет ключ, что предотвращает неправильное подключение. Назначение контактов этого разъема должно быть описано в документации.

На всякий случай рекомендуется перед заменой батареи записать значения всех параметров конфигурации системы, сохраняемых в NVRAM. В большинстве случаев достаточно запустить программу установки параметров BIOS и переписать или распечатать все значения параметров. Некоторые программы установки параметров BIOS позволяют сохранить данные NVRAM в файле, а затем восстановить их в случае необходимости.

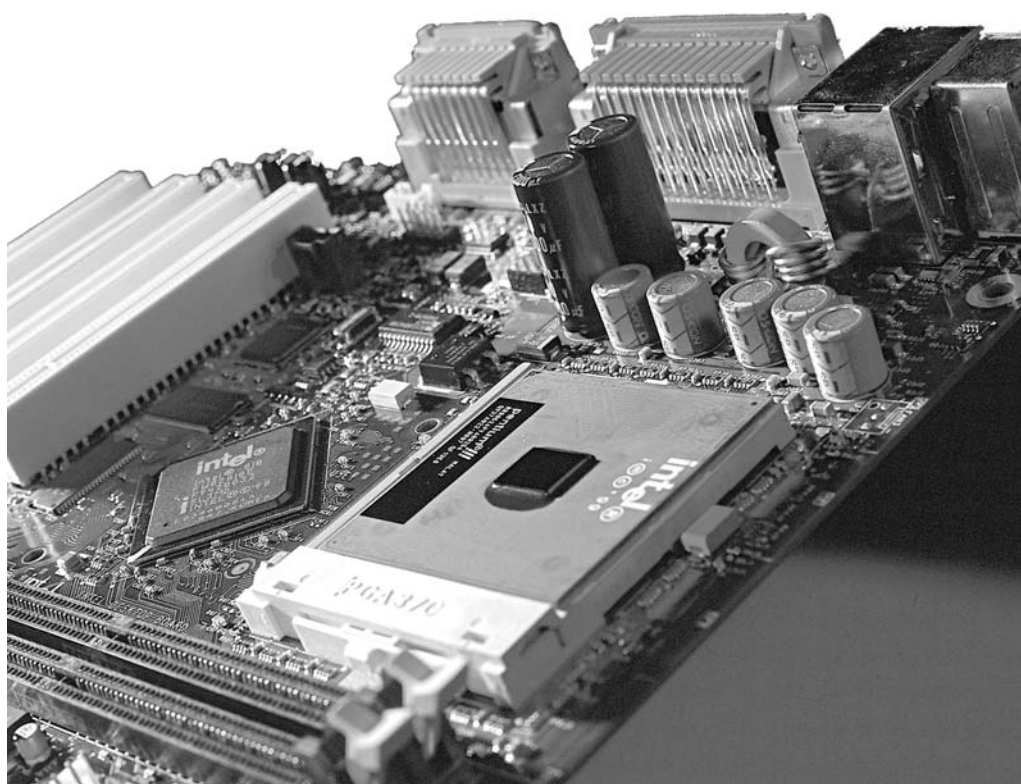
Совет

Если системная BIOS защищена паролем и вы его забыли, можете удалить батарею на несколько минут, а затем установить снова. В результате в базовой системе ввода-вывода значения параметров будут установлены по умолчанию, а защита паролем будет снята.

Заменив батарею, включите компьютер и используйте программу установки параметров BIOS, чтобы проверить (и установить в случае необходимости) значения даты, времени и любых других параметров, которые хранятся в NVRAM.

Глава 20

Сборка и модернизация компьютера



Компоненты компьютера

Сегодня сборка компьютера “с нуля” уже не кажется такой сложной, как раньше. Любую деталь для ПК можно приобрести по вполне доступной цене. В большинстве случаев самостоятельно собранный компьютер будет состоять из тех же компонентов, что и компьютеры известных фирм.

Однако в ценовом отношении такой подход вряд ли оправдан. Дело в том, что большинство современных производителей закупают детали оптом, получая при этом очень большую скидку. Кроме того, вам придется платить за доставку каждого из заказанных компонентов, а не за всю систему. При самом скромном подсчете заказ и доставка отдельных компонентов обойдутся не менее чем в 100 долларов, не говоря уже о затратах времени на оформление заявок. Дополнительные расходы возрастают, когда некоторые из присланных деталей оказываются бракованными или не соответствуют своим техническим характеристикам. Если некоторые заказанные компоненты не подойдут из соображений совместимости или по каким-либо другим причинам, за их возврат поставщику придется платить дополнительную компенсацию.

Если комплектующие будут приобретаться не у непосредственных производителей, а в розничных торговых точках, своими дополнительными расходами вы будете окупать еще и рентабельность этих магазинов.

Не стоит забывать и о стоимости программного обеспечения. К примеру, цена лицензии на операционную систему для предприятия-сборщика (так называемую OEM-версию) значительно ниже цены “коробочной” версии того же продукта. В готовые системы также предварительно устанавливается масса пробных или демонстрационных версий прочих уместных в системе программных продуктов, что позволяет пользователю определиться с вопросом их необходимости и последующей покупки. Независимо от того, оставите вы их в системе или нет, создатели программ уже заплатили сборщикам компьютеров за их установку в рекламных целях, за счет чего последние могут дополнительно снизить цену на готовую продукцию.

Учитывая сказанное, индивидуальному сборщику сложно конкурировать в вопросах затрат с массовым производителем компьютерных систем.

Самостоятельно собирать компьютер имеет смысл только в том случае, когда ставится цель не сэкономить деньги, а приобрести опыт. В итоге вы получите не только настроенную систему, состоящую из выбранных вами компонентов, но и приобретете богатый опыт, а это, бесспорно, вещь стоящая. Точно зная, как устроена система, проще устанавливать дополнительные комплектующие. Покупая готовую компьютерную систему, приходится лавировать между выбранными производителями конфигурациями, рассчитанными на “массового” потребителя. В большинстве случаев для эффективного решения поставленной задачи те или иные компоненты в такой системе конечному потребителю рано или поздно приходится модернизировать. В собранной собственноручно системе вы априори получаете то, к чему стремились.

Еще одним несомненным преимуществом собственноручной сборки системы является то, что гарантируется использование исключительно стандартных компонентов, что снимает дополнительную головную боль при модернизации и ремонте.

При сборке новой системы можно неплохо сэкономить благодаря применению уже существующих компонентов. Например, пытаясь расширить возможности компьютера, вы приобретаете жесткий диск и оптический привод. Такие компоненты, как жесткий диск объемом 120 Гбайт или накопитель DVD-RW наверняка понадобятся и при следующей модернизации. Ваши монитор, клавиатура, мышь, устройства хранения и большинство адаптеров, а также корпус и иногда блок питания вполне могут перейти из старой системы в новую. Однако при этом не стоит забывать об эволюции системных компонентов. Новая материнская плата может “не принять” некоторые из устройств старого образца. Многократно используя составляющие компьютерной системы, мы также решаем вопросы загрязнения окружающей среды, а это нельзя сбрасывать со счетов, учитывая масштабы компьютеризации.

Итак, если вы нуждаетесь в практических знаниях и хотите иметь свою систему, которую не предлагает ни одна фирма, самостоятельная сборка компьютера — именно то, что вам нуж-

но. Особенно это может заинтересовать тех, кто желает получить узкоспециализированную высокопроизводительную систему для решения конкретных задач (таких, как видеомонтаж и звукозапись), стремится собрать недорогой сервер печати или быстродействующий файловый сервер, а также профессиональных игроков.

В этой главе подробно описаны компоненты, необходимые для сборки компьютера, и даны некоторые рекомендации.

При сборке типичного ПК обычно используются перечисленные ниже компоненты:

- корпус с блоком питания;
- системная плата;
- процессор с теплоотводным элементом;
- память;
- накопитель на гибких магнитных дисках (не обязательно);
- накопитель на жестком диске;
- накопитель на оптических дисках (CD/DVD);
- клавиатура и устройство позиционирования (мышь);
- видеоадаптер и монитор;
- звуковая карта и акустические системы;
- сетевой адаптер;
- модем (не обязательно);
- кабели;
- дополнительные компоненты (винты, крепежные элементы и т.д.);
- операционная система.

Некоторые из этих элементов приобрести по отдельности не удастся. К примеру, в материнскую плату могут быть интегрированы звуковой и сетевой адаптеры, а возможно, и видео-система. Все эти компоненты подробно описываются в следующих разделах.

Корпус с блоком питания

Блок питания обычно встроен в корпус, хотя некоторые производители продают их и по отдельности. Блоки питания, содержащиеся в дешевых корпусах, обычно обладают плохими характеристиками, так что рано или поздно их приходится заменять. Выбор корпуса в основном зависит от формфактора желаемой материнской платы, количества отсеков для устройств, а также места установки системного блока: стол, монтажная стойка или пол. Кроме того, на выбор влияют наличие дополнительных вентиляторов и разъемов ввода-вывода на передней панели, возможности съема боковой панели и прочие условия. Для стандартных систем лучше выбрать корпус в виде башни средних размеров, способный принять материнские платы формфактора ATX или microATX и оснащенный блоком питания ATX12V 2.x. Эти блоки питания имеют 24-контактный основной силовой штекер, пригодный для 20- и 24-контактных разъемов электропитания современных материнских плат. Размеры и форму компонента называют *формфактором*. Наиболее распространенные из них перечислены ниже:

- Full-tower (полная башня);
- Mid- или mini-tower (башня средних или малых размеров);
- Desktop (настольный, “лежащий” вариант);
- Slimline (низкопрофильные настольные модели);

Подобных официальных формфакторов для материнских плат и блоков питания не существует; каждая конкретная модель корпуса способна вместить в себя определенные типораз-

меры этих компонентов. Так что в данном случае следует принять во внимание совместимость типоразмеров всех этих трех компонентов.

Перед покупкой корпуса необходимо выяснить, какое аппаратное обеспечение будет устанавливаться в компьютер и где он будет устанавливаться — на столе или на полу (для определения длины кабелей монитора, клавиатуры и мыши).

Определяясь с типоразмером корпуса, не следует забывать о том, что он должен допускать установку системной платы и блока питания, на которых вы остановили свой выбор. В небольшие корпуса часто можно установить только системные платы формфактора MicroATX, FlexATX, MicroBTX или PicoBTX, что ограничивает возможности выбора.

Если выбранный корпус допускает установку полноразмерной платы ATX или BTX, можете быть уверены, что в него можно будет установить и соответствующие системные платы, которые характеризуются уменьшенными размерами. К примеру, в корпус, в который можно установить системную плату BTX, можно установить и платы формфакторов MicroBTX и PicoBTX. Системные платы FlexATX (и такие варианты, как MiniITX) и PicoBTX используются в современных системах компактного размера.

Большинство корпусов Middle-Tower и большего размера допускают установку полноразмерных плат ATX, которые стали стандартом для большинства современных компьютерных систем. Если вы заинтересованы в максимально простой модернизации систем в дальнейшем, рекомендую отдавать предпочтение таким корпусам, которые допускают установку полноразмерных плат ATX и блоков питания ATX12V 2.x.

Важные замечания

В целом основой формирования новой системы могут служить корпус и системная плата ATX, а также блок питания, мощность которого достаточна для обеспечения существующего оборудования. Следует отметить ряд исключений, которые необходимо учитывать.

- В системных платах и блоках питания компании Dell, изготовленных с 1996 по 2000 год, используется соединитель стандартного блока питания ATX с измененным расположением выводов и уровней напряжения. Подключение системной платы Dell к стандартному блоку питания ATX или стандартной системной платы к блоку питания Dell может привести к повреждению источника питания и, возможно, системной платы. При модернизации более современной системы Dell придется приобрести Dell-совместимый блок питания, который будет использоваться с системной платой Dell, либо заменить оба компонента Dell стандартными компонентами ATX. Для получения более подробной информации обратитесь к главе 19.

Данный вопрос совместимости относится только к материнским платам и блокам питания; все они устанавливаются в стандартный корпус ATX и сделаны добросовестно. В свое время мне довелось успешно модернизировать массу подобных моделей.

Некоторые современные системы Dell также используют нестандартные материнские платы и блоки питания, однако при этом не стандартно и расположение их крепежных отверстий и разъемов. Это значит, что в подобный корпус Dell невозможно вставить стандартную материнскую плату или блок питания ATX. Все эти вопросы усложняют модернизацию подобных систем или вообще делают ее невозможной, по крайней мере ряд комплектующих придется просто выбросить.

- Для охлаждения новых процессоров требуются более тяжелые и мощные теплоотводы и вентиляторы. Убедитесь, что применяемый теплоотвод соответствует используемому процессору, а также проверьте правильность его установки. Системы, отличающиеся высоким энергопотреблением, требуют блока питания ATX12V, имеющего дополнительный 12-вольтовый разъем, по которому подается напряжение на стабилизатор напряжения, установленный на системной плате.

Выбор корпуса зависит только от вас. Многие предпочитают полноразмерные корпуса Tower, так как они могут вмещать больше устройств долгосрочного хранения (приводов жестких, гибких и оптических дисков, а также ленточных накопителей). В некоторых корпусах Desktop может быть столько же места, сколько в Tower (Mini-Tower). По сути, корпус Tower может рассматриваться как Desktop, поставленный на бок. Некоторые корпуса могут использоваться в любой ориентации (и как Desktop, и как Tower).

При покупке блока питания следует учитывать количество устройств, которые будут установлены в системе, а также их потребляемое напряжение. Вычисление суммарной мощно-

сти, потребляемой аппаратными устройствами, и выбор соответствующего блока питания описаны в главе 19.

Совет

Системы Mini-Tower и MicroTower являются исключением из числа вместительных корпусов типа “башня” (tower). Компьютеры этого типа обычно используют системную плату формфактора MicroATX, FlexATX, MicroBTX или PicoBTX и содержат два или три отсека для установки дискового. Эти системы более компактны и удобны для транспортировки, однако зачастую с ними сложно работать.

При сборке системы всегда учитывайте необходимость ее последующей модернизации. Тщательно собранная система прослужит дольше, чем компьютер, собранный из старых и непонятных комплектующих, поскольку, чем больше свободного места в корпусе, тем проще осуществлять модернизацию. При выборе корпуса или блока питания имейте в виду, что, быть может, скоро вам понадобится второй жесткий диск или какое-то крайне важное новое устройство, для которого желательно оставить свободный отсек. Подбирайте блок питания “с запасом” мощности и оставьте не занятыми хотя бы два отсека системного блока.

Процессор

Существует два основных типа реализации процессоров Intel и AMD — продажа “коробочных” и OEM-процессоров.

- Процессоры разных типов, которые могут иметь одинаковые технические характеристики, отличаются комплектностью, например наличием или отсутствием дополнительных компонентов, и периодом гарантийного срока. Несмотря на то что “коробочные” процессоры иногда называют розничными, они не предназначены для реализации по обычным розничным каналам. Технически “коробочные” и OEM-процессоры являются оптовым товаром, поэтому их можно приобрести в Intel или AMD только в том случае, если вы являетесь дилером этих компаний, соответствуете статусу дилера и всем требованиям, которые предъявляются со стороны производителей. Зарегистрировавшись в качестве дилера Intel или AMD, компания получает право непосредственно закупать процессоры у этих производителей.
- Процессоры OEM продаются только крупным компаниям, которые могут приобрести сразу несколько сотен микросхем. Несмотря на то что коробочные и OEM-процессоры не предназначены для реализации в системе розничной торговли, дилеры, приобретающие микросхемы в компаниях Intel и AMD, могут распоряжаться ими по своему усмотрению, например пустить купленные процессоры в розничную продажу. Таким образом, и конечный пользователь имеет возможность приобрести нужный ему процессор различными способами.

Более существенным отличием “коробочных” и OEM-процессоров является их физическая компоновка. Процессоры обоих типов поступают в продажу в упакованном виде, однако “коробочные” процессоры Intel или AMD поставляются в ярко раскрашенных коробках, в которых, кроме процессора, находится также радиатор, вентилятор, инструкции по установке, сертификат подлинности, гарантийное обязательство и т.д. (рис. 20.1).

С другой стороны, OEM-процессоры поставляются в коробках по 10–100 штук. При этом они не оснащаются отдельными теплоотводами, вентиляторами, инструкциями или гарантийными талонами. Обычно их приобретают крупные компании — сборщики компьютеров.

“Коробочные” процессоры обычно имеют трехлетнюю гарантию от производителя. Например, если в течение трех лет с момента приобретения микросхема выйдет из строя, конечный пользователь имеет право обратиться в компанию Intel или AMD, которая обязана ее заменить. Процессоры OEM не обеспечиваются гарантийными обязательствами со стороны непосредственного изготовителя (Intel или AMD); тем не менее компания, в которой приобретается тот или иной процессор, обычно предоставляет 30- или 90-дневную гарантию. Продолжительность гарантийного периода и метод обеспечения гарантийных обязательств

полностью зависят от дилера, у которого был приобретен тот или иной товар. Если дилер прекращает свою торговую деятельность, выполнение гарантийных обязательств становится проблематичным. При покупке OEM-процессора, уже установленного на системной плате, одна гарантия покрывает оба эти компонента.

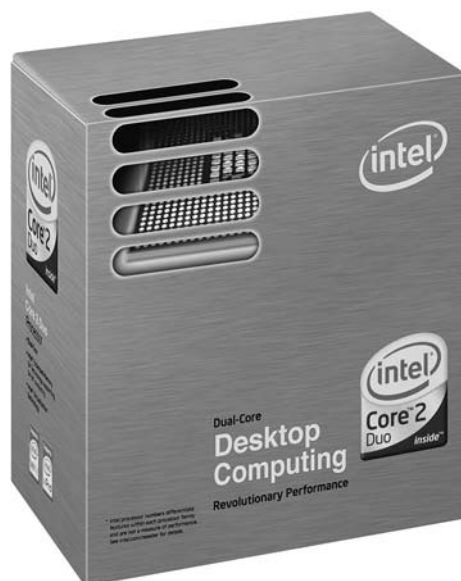


Рис. 20.1. “Коробочный” процессор Intel Core 2 Duo

Системные платы, на которые следует обратить внимание, должны содержать такие гнезда.

- **Socket 775.** Поддерживает процессоры Core 2 Quad, Core 2 Duo, Pentium D, Celeron D, Pentium 4 и Celeron.
- **Socket AM2.** Поддерживает различные версии процессоров Athlon 64 X2, Athlon 64 и Sempron.
- **Socket 939.** Поддерживает различные версии процессоров Athlon 64 X2, Athlon 64 FX и Athlon 64.

Для высокопроизводительных и специализированных систем могут подойти материнские платы, спроектированные для серверных процессоров, таких как Intel Xeon и AMD Opteron. Существуют также материнские платы для ноутбуков, которые подойдут для настольных систем, при этом обеспечивая низкое энергопотребление и тепловыделение. Такие системные платы могут иметь разъемы Socket F (AMD Opteron Server), Socket S1 (AMD Turion Mobile), Socket M (Core 2 Duo Mobile), Socket 771 (Xeon Server) и др.

Материнские платы со следующими разъемами также пока можно встретить на рынке, однако они не совместимы с последними моделями процессоров, что ограничивает возможности дальнейшей модернизации.

- **Socket 754.** Поддерживает процессоры Athlon 64.
- **Socket A (462).** Поддерживает процессоры AMD Athlon, Athlon XP и Duron.
- **Socket 370 (он же PGA370).** Поддерживает гнездовые версии PGA процессоров Pentium III и Celeron.

Поскольку выбранная материнская плата предопределяет тип процессора, который можно использовать, начинать следует с выбора процессора, чтобы определить, каким именно гнез-

дом (разъемом) должна быть оснащена системная плата. Подробные сведения о процессорах и их характеристики представлены в главе 3.

Совет

Много интересной информации о продающихся материнских платах и процессорах приведено на сайте NewEgg.com. Его можно использовать в качестве справочника по доступным компонентам и вопросам их совместимости.

Системная плата

Существует несколько формфакторов для системных плат, которые определяют физические размеры платы, а следовательно, и тип корпуса. Ниже перечислены известные в настоящее время формфакторы системных плат:

- разные вариации ATX;
- разные вариации ВТХ;
- Mini-ITX (полустандартная).

Лучше остановить свой выбор на самом популярном сегодня формфакторе ATX или одной из его разновидностей, например microATX. При этом вы обеспечите себя широчайшим выбором корпусов, материнских плат и блоков питания.

Конструкция ВТХ — это последняя разработка, представляющая собой улучшенный вариант ATX. Поскольку формфактор ВТХ разрабатывался для того, чтобы улучшить организацию воздушных потоков внутри системного блока в связи с необходимостью охлаждения все более и более мощных процессоров, он стал менее актуален из-за введения производителями процессоров новых технологий и архитектур ядер, которые позволили значительно сократить тепловыделение процессоров. В настоящее время на рынке представлено всего несколько моделей материнских плат ВТХ для процессоров Intel и ни одной — для AMD. ATX остается доминирующим формфактором на рынке материнских плат, и, скорее всего, эта тенденция сохранится.

Примечание

Более подробно о различных формфакторах системных плат речь идет в главе 4. Для получения дополнительной информации обратитесь на сайт Desktop Form Factor (www.formfactors.org).

При выборе материнской платы следует обратить внимание на ряд других определяющих моментов. О них мы поговорим в следующих разделах.

Набор микросхем системной логики

Вторым по важности элементом системной платы (после процессора) является установленный на ней набор микросхем системной логики (чипсет). Эти две микросхемы обычно называются северным мостом (или контроллером памяти) и южным мостом (или контроллером ввода-вывода). Они заменяют собой более 150 отдельных компонентов, используемых в оригинальной системе IBM AT, и позволяют проектировать функциональность системы с помощью всего нескольких элементов. Набор микросхем содержит большинство электрических цепей системной платы, за исключением процессора и памяти.

На самом деле набор микросхем представляет собой материнскую плату и оказывает огромное влияние на ее производительность и ограничения. Он определяет объем и тип устанавливаемой памяти, тип и быстродействие процессора, поддерживаемые шины и их скорость и т.д.

Так как на рынке постоянно появляются новые наборы микросхем и их характеристики улучшаются, вряд ли возможно перечислить их все. Описание наборов микросхем, доминирующих на рынке, представлено в главе 4.

Очевидно, что выбор набора микросхем в значительной мере зависит от процессора и ряда других компонентов компьютера, подлежащих установке.

Если вы заинтересованы в создании самой современной системы, отдайте предпочтение самым быстродействующим процессорам. В то же время инвестиции в самый дорогостоящий

процессор вряд ли себя окупят, если все его функциональные возможности не будут поддержаны набором микросхем.

При проектировании системы тщательно подсчитайте количество и типы устанавливаемых плат расширения. Соответствующее количество разъемов конкретных типов (PCI, PCI Express и AGP) должна иметь материнская плата. Так как в большинстве современных материнских плат отсутствуют разъемы ISA, поищите замену картам с этим интерфейсом среди плат PCI и PCI Express.

Большинство современных наборов микросхем поддерживают только разъемы расширения PCI и PCI Express; если у вас остались старые карты AGP или ISA, скорее всего, в новых системах им придется подыскать замену.

При покупке системной платы постарайтесь получить документацию к ее набору микросхем. В ней вы найдете описание работы контроллеров кэша и памяти, а также множества других важных системных компонентов. Также в документации обычно описываются особенности настройки расширенных функций набора микросхем в программе BIOS Setup. С помощью этой информации станет возможной тонкая настройка параметров материнской платы, обеспечивающих ее наивысшую производительность. Поскольку модельный ряд наборов микросхем постоянно обновляется, не затягивайте с приобретением документации, так как она публикуется только в период выпуска конкретного чипсета.

Примечание

Еще одна интересная деталь: как правило, производители системных плат покупают наборы микросхем стоимостью около 40 долларов. Если у вас старая системная плата, которая требует ремонта, вы не сможете купить необходимый набор микросхем, потому что обычно производители по окончании выпуска их не сохраняют. Низкая стоимость наборов микросхем для системных плат стала одной из причин, по которым системные платы практически перестали ремонтировать, поскольку их проще заменить.

BIOS

Еще одним важным элементом системной платы является BIOS. Ее также называют ROM BIOS (Read Only Memory), поскольку программа хранится в микросхеме, не предоставляющей возможности перезаписи. Здесь хотелось бы подчеркнуть следующее. Необходимо убедиться, что BIOS принадлежит одному из ведущих в этой области производителей — AMI, Phoenix, Award (ныне приобретена Phoenix), — а также содержится в специальной перепрограммируемой микросхеме, называемой Flash ROM или EEPROM. Это позволяет загружать обновление BIOS с сайта производителя и с помощью специальной программы устанавливать его в микросхеме (не забудьте проверить регулярность обновлений BIOS на сайте производителя микросхемы). Если не удастся сразу найти обновления BIOS, документацию или драйверы материнской платы, переключите внимание на продукцию другого производителя, обеспечивающего лучшую поддержку.

Кроме того, следует убедиться, что BIOS поддерживает процессор, который будет установлен в текущий момент, а также его будущую замену. Если системная плата и набор микросхем, в отличие от BIOS, поддерживают новый процессор, обновления BIOS не избежать.

Память

Основная память обычно устанавливается в виде модулей DIMM. Сегодня в PC-совместимых компьютерах используются три различных вида модулей основной памяти, и каждый из них имеет несколько модификаций:

- 184-контактный DDR DIMM;
- 240-контактный DDR2 DIMM;
- 240-контактный DDR3 DIMM.

Память DDR (Double Data Rate) SDRAM представляет собой вариант стандартной памяти SDRAM, имеющий удвоенную скорость передачи данных. Эта модель является наиболее распространенным типом памяти, используемой в современных системах. Память DDR2

DIMM появилась в новых системах в 2004 году; через некоторое время в результате эволюции она была заменена памятью DDR3.

В современных материнских платах память используется либо в одноканальном, либо в двухканальном режиме. В одноканальном режиме работа с каждым 64-разрядным модулем DIMM ведется в индивидуальном порядке; в двухканальном режиме два модуля DIMM рассматриваются как единое целое, что позволяет удвоить производительность. Если хотите воспользоваться преимуществами двухканального режима, устанавливайте в материнскую плату пары модулей с одинаковыми характеристиками (и желательно от одного производителя).

Модули памяти также могут поддерживать еще один бит в дополнение к каждому восьми битам для поддержки кода коррекции ошибок (ECC). Если поддержка ECC играет большую роль, прежде чем приобрести дорогостоящие модули с поддержкой ECC, убедитесь, что соответствующую поддержку обеспечивает и системная плата.

Подробные сведения о памяти для ПК различных типов представлены в главе 6.

Порты ввода-вывода

Практически во всех современных системных платах порты ввода-вывода встроены. В исключительных случаях их работу приходится обеспечивать с помощью отдельной платы, которая, к сожалению, занимает один разъем расширения. В собираемые современные системы могут быть включены следующие порты:

- подключения клавиатуры (типа mini-DIN, или PS/2);
- подключения мыши (типа mini-DIN, или PS/2);
- последовательный;
- параллельный;
- четыре или более портов USB;
- два или более портов FireWire;
- один-два разъема интегрированного видео VGA или DVI;
- порт RJ-45 для сети 10/100 Ethernet или 10/100/1000 Ethernet;
- разъемы звуковой системы (колонки, микрофон и т.п.);
- один или более портов Parallel ATA;
- два или более портов Serial ATA.

Некоторые современные материнские платы лишены портов старого образца (таких, как последовательный, параллельный, клавиатуры и мыши); для подключения соответствующих устройств используются порты USB. Если вы продолжаете использовать старые устройства, таких материнских плат (их называют “legacy-free”) следует избегать. Во многие материнские платы интегрирована звуковая и/или видеосистема.

Все интегрированные порты поддерживаются непосредственно набором микросхем системной платы или дополнительной микросхемой Super I/O и интерфейсными компонентами. Использование видеоадаптера и звукового интерфейса, интегрированных в системную плату, позволяет неплохо сэкономить и освободить слоты расширения, что особенно актуально для недорогих систем. В то же время интегрированная видеосистема не позволяет обеспечить производительность, сравнимую с видеокартами PCI Express или AGP.

Если в системную плату не встроены необходимые устройства, имейте в виду, что на рынке представлено множество плат расширения с нужными портами. Как уже отмечалось, в большинстве новых моделей таких системных плат многие компоненты интегрированы в единой микросхеме, что удешевляет производство системных плат и делает их более надежными.

Основной недостаток встроенного видеоадаптера или сетевого адаптера состоит в том, что отсутствует возможность выбора с точки зрения функциональности и качества. Конечно, подобные решения справляются с поставленной задачей, однако они не обеспечивают быстро-

действие на уровне дорогостоящих внешних адаптеров. Многие из тех пользователей, кто самостоятельно собирают системы, отдают предпочтение отдельным адаптерам, так как при этом получают более функциональные и быстродействующие системы по сравнению с компьютерами, оснащенными интегрированными адаптерами.

Покупка системной платы с интегрированными адаптерами не лишает пользователя возможности добавить отдельные платы расширения. Как правило, видео- или аудиоадаптер можно установить в системную плату с интегрированными компонентами без особых проблем (если не считать денег, напрасно потраченных на встроенные микросхемы). Иногда возникают сложности с автоматическим определением установленного адаптера в системах Windows; в этом случае нужный тип платы расширения можно указать вручную. Если хотите сочетать удобство интегрированной видеосистемы с возможностью последующего расширения с помощью быстродействующего адаптера PCI Express, ищите системные платы с интегрированными видео и слотом расширения PCIe x16.

Четыре и более портов USB, используемых в одной системе, обычно распределяются по двум или более шинам USB. При этом один набор разъемов располагается на задней части платы, а другой — на системной плате. Кабель, подключаемый к этому разъему, позволяет вынести порт второй шины USB на переднюю панель системного блока. Подобная компоновка портов USB используется в большинстве современных корпусов, что позволяет упростить подключение различных устройств, таких как цифровые фотоаппараты и проигрыватели MP3.

Обратите внимание, что для установки отдельного адаптера в системную плату с интегрированными видео- и аудиомикросхемами последние необходимо отключить в Setup BIOS. Для интегрированных устройств в настройках BIOS должны быть представлены параметры Enable/Disable (включить/отключить).

Накопители на жестких дисках

В компьютере должен присутствовать хотя бы один жесткий диск. Рекомендуется носитель с минимальной емкостью 80 Гбайт, хотя для малобюджетных конфигураций можно обойтись и более малыми дисками (если вы их еще найдете на рынке). Высококласные системы должны иметь жесткий диск емкостью не менее 400 Гбайт. Одно из правил гласит: “Дискового пространства не бывает *слишком* много”, и вы сами однажды убедитесь в его истинности. Каким бы большим ни был диск, в один прекрасный момент он окажется “забитым под завязку”.

Совет

Использование высокоскоростного подключения к Интернету (DSL или кабельный модем) приводит к быстрому заполнению файлами и программами жестких дисков даже самого большого объема. Если вы любите путешествовать по просторам Интернета, то приобретите емкий жесткий диск (не менее 250 Гбайт) и желательно накопитель CD/DVD-RW.

На момент написания книги наиболее популярным интерфейсом жестких дисков все еще оставался параллельный ATA, хотя большинство материнских плат уже содержало 4–6 разъемов SATA. Большинство пользователей продолжают применять порты PATA для приводов оптических дисков, однако и эти устройства уже начали поставляться в SATA-версиях.

Многие системные платы поддерживают интерфейс ATA, совместимый с RAID. Это позволяет устанавливать несколько жестких приводов в разных конфигурациях дискового массива: RAID 0 (с полосованием), RAID 1 (зеркальное отражение) и RAID 5 (полосование с распределенной четностью). Последние два варианта особенно ценны в системах, критичных к потере данных. Массив RAID 1 требует двух идентичных дисков, RAID 5 — трех или более накопителей.

Практически во всех системных платах имеются порты USB 2.0. Кроме того, во многих компьютерах есть порты IEEE-1394 (FireWire), встроенные в системную плату или установленные на плате PCI. Накопители с интерфейсом FireWire 400 или USB 2.0 полезны для резервирования данных и в качестве средства переноски больших объемов информации между системами.

Большинство накопителей на жестких дисках известных компаний имеют примерно одну и ту же производительность и практически не различаются по стоимости и качеству.

Накопители на сменных носителях

Многие современные системы уже не оснащаются 3,5-дюймовыми дисководом. Во-первых, емкость 1,44 Мбайт в современной информационной среде уже ничего не значит, а во-вторых, все новые системы позволяют выполнять загрузку с оптических дисков CD и DVD и даже с устройств USB. Таким образом, дискеты и Zip-диски были вытеснены своими более высокеемкими наследниками.

Однако в качестве дополнительного устройства хранения я рекомендую, независимо от вашего бюджета, отдавать предпочтение накопителям DVD+/-RW (позволяющим работать с перезаписываемыми дисками DVD), а не дисководам, накопителям Zip и даже CD-RW. В настоящее время подобные устройства достаточно дешевы (стоимость большинства моделей не превышает 50 долларов) и позволяют работать как со всеми типами компакт-дисков, так и со всеми типами DVD. За последние несколько лет стоимость перезаписываемых накопителей DVD значительно снизилась, вследствие чего в расчете на один мегабайт они оказываются гораздо выгоднее, чем перезаписываемые компакт-диски CD. Последние способны содержать до 700 Мбайт данных, что значительно меньше по сравнению с 4,7 Гбайт, которые можно записать на однослойный носитель DVD+/-RW или 8,5 Гбайт — на двухслойный.

Независимо от формата оптические накопители в настоящее время считаются обязательным компонентом ПК; практически все современное программное обеспечение поставляется на компакт-дисках или DVD. В связи со значительно снизившейся стоимостью накопитель DVD+/-RW можно считать обязательным компонентом нового ПК. Для резервного копирования данных также можно использовать внешние жесткие диски. Даже двухслойные DVD не в состоянии тягаться с внешними жесткими дисками, объем которых может достигать 1 Тбайт и даже больше. Внешние жесткие диски с интерфейсом USB 2.0 или FireWire можно приобрести чуть дороже 30 долларов; часто они поставляются с программным обеспечением, которое позволяет выполнять резервное копирование всех важных данных с помощью нажатия одной кнопки.

Если вас, прежде всего, интересует малый размер устройства, предпочтение следует отдавать флэш-картам с интерфейсом USB. Подобные устройства при достаточно большой емкости обладают просто миниатюрными размерами. Первое поколение подобных накопителей позволяло сохранять не более 16 Мбайт данных, а новые устройства обладают объемом 8 Гбайт и даже больше.

Устройства ввода

Очевидно, что для компьютера понадобятся клавиатура и некоторое устройство позиционирования курсора, например мышь. Выбор конкретной модификации этих устройств напрямую зависит от личных предпочтений пользователя. Разным пользователям нравятся разные типы клавиатур, поэтому придется перепробовать немало моделей, прежде чем вы найдете наиболее подходящую. Одним нравятся клавиатуры с упруго нажимающимися клавишами, которые можно хорошо “прочувствовать”, другие предпочитают “мягкие” клавиатуры.

Клавиатура и мышь обычно выпускаются с интерфейсом PS/2 или USB. Хотя до сих пор наиболее популярны решения с интерфейсом PS/2, которые оснащены 6-контактным разъемом mini-DIN (PS/2), новые компьютерные системы преимущественно укомплектовываются периферийными устройствами с интерфейсом USB. Беспроводные клавиатура и мышь часто вообще не поддерживают подключение к порту PS/2.

Хотя в новых системах это и не важно, следует помнить, что для обеспечения работы устройств с интерфейсом USB требуется их поддержка со стороны операционной системы. При использовании клавиатуры и мыши с интерфейсом USB также нужна поддержка системной BIOS функции, которая называется *Legacy USB* или *USB Keyboard and Mouse* и позволяет применять мышь и клавиатуру USB не только при работе с графическим интерфейсом поль-

зователя Windows. Данную функцию поддерживают все современные версии BIOS. Однако, если вы планируете использовать мышь или клавиатуру при работе как со старыми, так и с новыми системами, рекомендую отдавать предпочтение устройствам, которые поддерживают и подключение к порту PS/2. Эти устройства продаются в комплекте с адаптерами USB-PS/2. При необходимости подобные адаптеры можно приобрести и отдельно.

Если вы отдаете предпочтение беспроводной клавиатуре или мыши, имеет смысл выбирать устройства с радиointерфейсом (RF), а не инфракрасным портом (IR); при этом очень удобно, чтобы мышь и клавиатура обслуживались одним приемопередатчиком. В настоящее время подобных устройств выпускается довольно много. Имейте в виду, что часть устройств с радиointерфейсом использует собственные стандарты передачи данных, а часть базируется на стандартной архитектуре Bluetooth. Устройства Bluetooth предпочтительны в том случае, если необходимо использовать клавиатуру или мышь с целым рядом устройств или же на расстоянии больше двух метров от системы.

Совет

Не экономьте на клавиатуре и мыши! Неудобная клавиатура и мышь могут стать причиной заболевания! Лично я отдаю предпочтение высококачественным устройствам с механическими переключателями.

Выход на сцену интерфейса USB радикально изменил состав рынка. Спектр устройств, подключаемых к USB, необычайно широк. К ним относятся модемы, клавиатуры, мыши, дисководы CD-ROM, акустические системы, джойстики, накопители на магнитной ленте и дисководы на гибких дисках, сканеры, видеокамеры, MP3-плееры и многие другие.

Видеоадаптер и монитор

При сборке компьютера обязательно понадобятся видеоадаптер и монитор. Особое внимание следует уделить выбору монитора. Он является основным средством общения с системой, и в зависимости от его качества работа за компьютером может стать либо удовольствием, либо мучением. В настоящий момент технологии ЭЛТ-мониторов отмирают и рынок прочно завоевывают жидкокристаллические дисплеи.

Обычно я рекомендую 17-дюймовый ЖК-монитор с разрешением 1280×1024 (стандартные пропорции) или 1400×900 (широкоэкранный). При покупке монитора с диагональю 19 и более дюймов возможны и более высокие разрешения.

Большинство ЖК-мониторов можно подключить к аналоговому порту VGA; более современные модели поддерживают и интерфейс DVI. Последний стремительно становится стандартным разъемом в современных видеокартах, вытесняя VGA. Нужно обращать внимание и на время отклика — оно должно быть ниже 8 мс (для игр предпочтительнее 3 мс и менее).

В последние несколько лет видеоадаптеры выпускались преимущественно с интерфейсом AGP. Однако в настоящее время все больше и больше видеоадаптеров — особенно в сегменте высокопроизводительных решений — выпускается для интерфейса PCI Express. Также до сих пор встречаются видеоадаптеры для шины PCI. Сегодня к таким платам имеет смысл обращаться, только если вы планируете использовать второй монитор. Windows 98 и более поздние версии поддерживают несколько мониторов, что очень удобно в целом ряде случаев. Если же необходимо максимальное быстродействие, потребуется система, оснащенная двумя видеоадаптерами с интерфейсом PCI Express x16. Компании NVIDIA и ATI (ныне входящая в состав AMD) предлагают подобные графические процессоры, пара которых обеспечивает максимальный уровень быстродействия.

При модернизации видеоадаптера сначала необходимо вынуть старый адаптер, после чего заменить его новым, того стандарта, который поддерживается системной платой (чаще всего это AGP или PCI Express). В случае использования устаревших систем с разъемом AGP следует удостовериться в совместимости системной платы и видеоадаптера, так как было выпущено несколько версий стандарта AGP, отличающихся быстродействием (2x, 4x и 8x). Также можно заменить видеокарту PCI другим адаптером с этим интерфейсом, если система не под-

держивает стандарт AGP, однако в данном случае имеет смысл модернизировать систему целиком, чтобы обеспечить поддержку шины AGP или PCI Express, поскольку это позволит установить гораздо более быстрые видеоадаптеры.

Многие системные платы с интегрированным графическим ядром содержат слот AGP или PCI-Express, к которому можно подключить соответствующий видеоадаптер, после чего, как правило, интегрированная видеосистема автоматически отключается (в некоторых случаях отключать ее приходится вручную в настройках BIOS).

Звуковая плата и акустические системы

Все современные системы должны воспроизводить звук с тем или иным качеством, а значит, системе необходимы минимум пара динамиков, а также системная плата с интегрированной звуковой системой или отдельная звуковая плата. Большинство современных систем, даже те из них, которые не имеют интегрированной графической системы, оснащены интегрированной звуковой системой, однако ее можно отключить, если вы предпочитаете более качественные решения. Выделенные звуковые платы, такие как платы серии X-Fi от компании Creative, оказываются идеальным решением в том случае, если вам необходимо высокое качество звука при воспроизведении DVD, захвате и редактировании звука, а также объемное звучание в играх. Практически все современные интегрированные звуковые решения поддерживают такие стандарты, как Creative Sound Blaster, Windows DirectSound и некоторые другие.

Встречаются разнообразные акустические системы для ПК — от маленьких и невзрачных до воплотивших в себе мечту энтузиастов высококачественного звучания. Многие производители звуковых систем теперь работают и для рынка персональных компьютеров. Ряд систем включает в себя низкочастотный усилитель и аппаратную поддержку стандарта объемного звука Dolby 5.1/6.1/7/1.

Вспомогательные компоненты

Для комплектации системы понадобятся вспомогательные компоненты — небольшие детали, которые помогут завершить сборку. В комплектацию следует включить абсолютно все компоненты, вплоть до мельчайшего кабеля и винтика, чтобы процесс сборки прошел “без сучка и задоринки”. Было бы неприятно ждать лишних пару недель забытого в изначальной спецификации кабеля.

Теплоотводы

Большинство современных процессоров выделяют много тепла. Это тепло необходимо отводить, в противном случае компьютер будет работать нестабильно или вообще не будет работать. Существует два типа теплоотводящих элементов: пассивные и активные.

Пассивные теплоотводящие элементы — это куски металла (обычно алюминия), которые прикрепляются или приклеиваются к процессору. Они играют роль радиаторов, становясь дополнительными рассеивающими тепло элементами процессора. *Активные* теплоотводящие элементы — это вентиляторы. Они обеспечивают более качественное охлаждение, чем пассивные элементы, но требуют дополнительного питания и не обладают высокой надежностью. В вентиляторах часто используются дешевые механизмы, поэтому они быстро ломаются, что приводит к перегреву процессора и сбоям в системе. Выбирая активный теплоотводящий элемент, не покупайте дешевых вентиляторов, поскольку они очень ненадежны.

Очевидно, что активные теплоотводы обеспечивают более эффективное охлаждение, чем пассивные. “Коробочные” версии процессоров от компаний Intel и AMD продаются в комплекте с теплоотводом и вентилятором. И хотя OEM-версии процессоров их не содержат, на рынке доступны пассивные и активные теплоотводы от целого ряда производителей. Часто подобные решения оказываются более эффективными, чем теплоотводы, которые поставляются вместе с коробочными версиями процессоров, особенно для пользователей, которые планируют заниматься “разгоном” системы.

Вентилятора в блоке питания и на процессоре часто бывает недостаточно для охлаждения современных высокопроизводительных систем. Рекомендуется приобретать системные бло-

ки, оснащенные хотя бы одним дополнительным вентилятором. Обычно он встроен в заднюю часть блока, втягивает воздух снаружи и направляет его на системную плату. Иногда еще один вентилятор расположен около отсеков для дисковых накопителей.

Внимание

Все современные теплоотводы должны быть установлены на некоторый теплопроводящий слой в виде пасты или ленты, наносимый на поверхность охлаждаемого компонента. Некоторое количество такого материала может входить в комплект теплоотвода, однако при его переустановке потребуется дополнительное количество пасты или ленты, которое можно купить в любом компьютерном магазине.

При модернизации существующей системы можно приобрести специальное устройство для обеспечения дополнительного охлаждения. Как правило, подобные устройства устанавливаются в 5,25-дюймовый отсек и “гонят” воздух от передней панели системного блока к его задней стенке. Дополнительные вентиляторы могут пригодиться и в том случае, если вы используете жесткие диски с частотой вращения шпинделя 10000 об/мин, так как они нагреваются гораздо сильнее, чем стандартные диски с частотой вращения 7200 об/мин. Также выпускаются специальные устройства для обдува видеоадаптеров. Как правило, это устройства турбинного типа, которые выдувают воздух наружу через заднюю стенку системного блока. Старайтесь обеспечить внутри системного блока температуру не выше 37°C; при температуре выше 43°C значительно сокращается жизненный цикл компонентов, а также понижается устойчивость работы системы.

Кабели

Для подключения всех элементов к компьютеру понадобится определенное количество кабелей. Имеются в виду кабели питания, кабели накопителей на магнитных дисках, кабели накопителей CD-ROM и многие другие. Чаще всего к приобретаемым устройствам кабели прилагаются, но иногда их может и не быть.

При сборке системы с помощью OEM-компонентов (так называемой “белой сборки”) будьте готовы к тому, что нужных кабелей и документации может не быть, поэтому лучше приобрести полноценную “коробочную” версию.

Крепежные элементы

Вам могут потребоваться винты, “стойки”, направляющие и другие устройства для сборки системы. Чаще всего подобные комплекующие поставляются вместе с корпусом. Продавцы жестких дисков могут вам предложить диск в OEM-комплектации (просто накопитель в кулечке) или же в розничной комплектации (накопитель, крепежные винты, кабели). Последний вариант более предпочтителен, так как крепежные винты или интерфейсные кабели могут потребоваться в самый неожиданный момент.

Программные и аппаратные ресурсы

При сборке компьютера следует обеспечить взаимодействие выбранных компонентов и использовать соответствующие программные ресурсы их поддержки. Выбор системы не ограничивается подсчетом слотов расширения системной платы и отсеков для накопителей системного блока. Следует учитывать ресурсы, необходимые для всех компонентов компьютера.

Например, если вы собираетесь использовать устройства FireWire, узнайте, содержит ли новая системная плата встроенные порты FireWire 2.0 или придется устанавливать дополнительную плату. Тактовая частота процессора и показатель потребляемого им напряжения постоянно изменяются, поэтому следует убедиться, что выбранное сочетание “процессор/системная плата/память” обеспечит корректную работу всего компьютера.

В сущности, конфигурирование системы следует завершить до заказа конкретных компонентов. Планирование системы на таком детальном уровне отнимает немало времени, и именно поэтому преобладающее большинство компьютеров поступают к пользователю уже в собранном виде.

Совет

В большинстве случаев перед приобретением процессора, системной платы или других основных компонентов можно просмотреть необходимую информацию на соответствующем сайте. Для знакомства с некоторой документацией потребуется программа Adobe Acrobat Reader, которую можно бесплатно загрузить с сайта www.adobe.com.

Еще одним важным решением является выбор операционной системы. Следует быть уверенным, что она будет поддерживать все выбранные устройства, а проверить это порой непросто. Сегодня самыми популярными являются Windows XP, Windows Vista, а также некоторые вариации Linux, такие как Ubuntu. Выбор операционной системы самим пользователем — еще одно достоинство собственноручной сборки компьютера. Начиная с 2007 года практически все готовые компьютеры продаются с предустановленной системой Windows Vista, хотя многие пользователи до сих пор отдают предпочтение Windows XP.

ОЕМ-версии операционных систем

Поскольку Microsoft не продает OEM-версии своих операционных систем отдельно от устройств, заказывая компьютер у какой-нибудь компании, не забудьте указать на необходимость установки OEM-версии выбранной операционной системы. Согласно договору с компанией Microsoft компании-сборщики имеют право продавать OEM-версии операционных систем только вместе с оборудованием. Раньше для получения OEM-версии операционной системы приходилось покупать целый компьютер, системную плату или жесткий диск, однако теперь достаточно приобрести даже корпусный вентилятор или мышь. При этом у вас есть возможность обзавестись подлинной OEM-версией на компакт-диске или DVD.

Поиск драйверов для различных компонентов, таких как набор микросхем материнской платы, может оказаться довольно сложной проблемой. Поэтому, прежде чем приступить к сборке, лучше собрать все необходимые драйверы, обновленные версии BIOS, прошивок и т.д. Лучше записать весь этот материал на один компакт-диск, чтобы в случае необходимости любая из программ поддержки была под рукой.

Сборка и разборка компьютеров

После тщательного подбора всех компонентов на собственно сборку системы потребуется совсем немного времени. По сути, выбор нужных элементов системы является самым длительным и сложным процессом во всей компоновке компьютера. Сама же сборка сводится к закручиванию нескольких винтов, подключению кабелей и разъемов и последующей настройке операционной системы.

В первую очередь, необходимо выяснить, работает ли система так, как планировалось, и существует ли какая-то несовместимость между аппаратными компонентами. Уделяйте особое внимание физической установке устройств. Даже при профессиональной сборке далеко не все компьютеры сразу работают безупречно. Часто забывают установить нужную перемычку, переключатель или кабель, что в дальнейшем приводит к определенным проблемам. В подобных ситуациях, как правило, во всем обвиняют дефектное аппаратное обеспечение, что не всегда соответствует действительности. Часто корень всех бед кроется в пропущенном элементе или ошибке, допущенной на подготовительном этапе сборки компьютера.

Кроме того, при сборке собственной системы действует негласное правило — хранить всю документацию и программное обеспечение поддержки всех устройств в одном месте. Этот материал незаменим при возникновении проблем любого рода как при сборке, так и в период эксплуатации. Также следует берегать в сохранности упаковочный материал всех компонентов до истечения их гарантийного срока — это одно из главных условий обмена вышедшего из строя товара.

Подготовка к работе

Для сборки компьютера потребуется пара крестообразных отверток разных диаметров: 1/4 и 3/16 дюйма. Для извлечения или установки стоек и перемычек пригодится пинцет. Благодаря повсеместной стандартизации для закрепления разных деталей в системном блоке используются винты всего нескольких стандартных размеров. Причем размещение устройств внутри системного

блока не зависит от конкретного производителя устройств. Типичные компоненты, используемые при сборке ПК, представлены на рис. 20.2, а полученный в результате системный блок — на рис. 20.3. Используемый вами набор компонентов может немного отличаться.

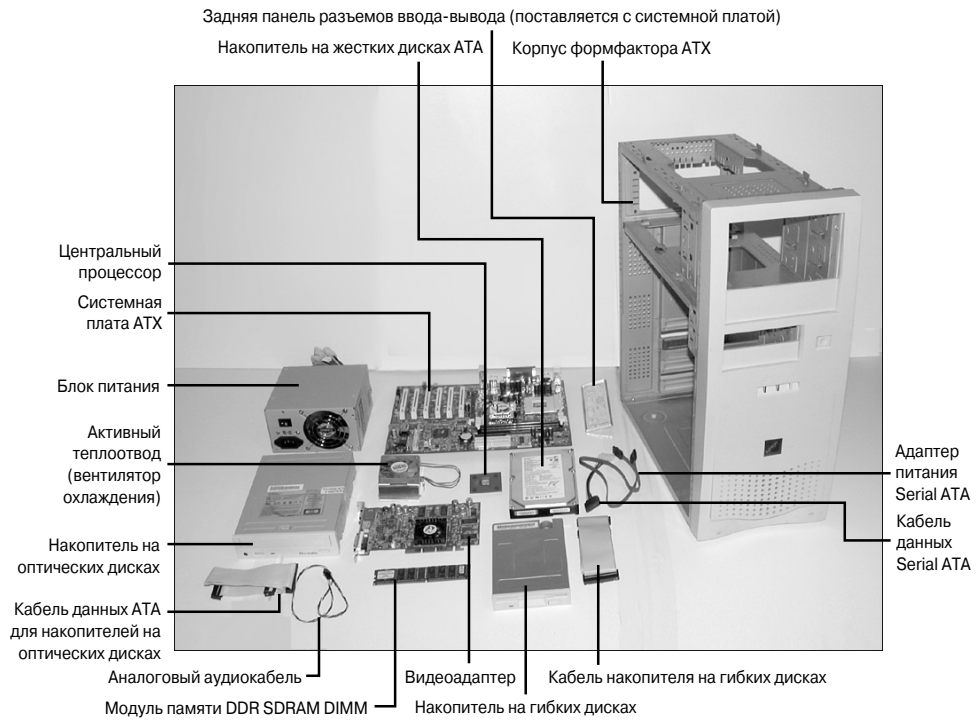


Рис. 20.2. Компоненты, используемые при сборке типичного ПК. Крепежные винты и “стойки” не показаны, так как обычно поставляются вместе с корпусом или жестким диском



Рис. 20.3. Системный блок, собранный из комплектующих, показанных на рис. 20.2.

Подробные сведения об инструментах, используемых для работы с ПК, представлены в главе 22.

Все остальные необходимые средства связаны с программным обеспечением. Нужен диск с операционной системой, ее пакетами обновления, а также диски с драйверами всех входящих в сборку устройств.

В компьютере не так много составных частей. В этой главе описаны операции разборки и сборки следующих узлов:

- корпус;
- блок питания;
- плата адаптера;
- системная плата;
- дисковые устройства.

Ниже рассматриваются конкретные операции по сборке и разборке нескольких классов компьютеров, включая все стандартные PC-совместимые модели. В данном случае классификацию лучше проводить по типу корпусов, так как операции их сборки и разборки практически не отличаются.

Защита от электростатического разряда

Прежде чем приступить к разборке компьютера, необходимо выполнить несколько подготовительных операций. Во-первых, следует принять меры защиты от электростатического разряда и, во-вторых, записать конфигурацию компьютера, включая аппаратные (положение перемычек и переключателей, схемы кабельных соединений) и логические (установки CMOS) характеристики.

Работая с открытым корпусом компьютера, нужно принять меры, исключающие возможность электростатического разряда через сигнальные цепи. Ваше тело несет в себе некоторый заряд, и этот потенциал может оказаться опасным для полупроводниковых компонентов. Прежде чем зайти внутрь открытого устройства, коснитесь заземленного участка его шасси, например крышки блока питания. При этом потенциалы тела и общего провода компьютера уравниваются. Не советуем работать с открытым компьютером при вставленном в розетку сетевом шнуре, так как вы вполне можете его включить в самое неподходящее время или просто забыть выключить.

Внимание

Блоки питания, используемые во многих современных системах, постоянно подают напряжение +5 В на системную плату, даже если компьютер выключен. Всегда отключайте кабель блока питания от настенной розетки.

Более сложный способ равномерного распределения потенциалов между вами и компонентами компьютера — применение защитного электростатического комплекта. В комплект входят браслет и проводящий коврик, снабженный проводами для подключения к шасси. При работе с компьютером подложите коврик под системный блок. После этого соедините его проводом с шасси и наденьте антистатический браслет. Поскольку коврик и шасси уже соединены, провод от браслета можно подключить к любому из этих предметов. Если у вас нет коврика, подсоедините провод к шасси. В местах подключения соединительных проводов шасси компьютера не должно быть окрашено, в противном случае электрического контакта не будет. Все эти меры направлены на то, чтобы равномерно распределить электростатические заряды между вашим телом и узлами компьютера и избежать появления опасных токов.

Положите на антистатический коврик вынутые из компьютера элементы: накопители на жестких и гибких дисках, платы адаптеров и особо хрупкие компоненты — системную плату, модули памяти и процессор. Не ставьте системный блок так, чтобы он занимал весь коврик (потом вам придется переставлять его, чтобы освободить место для демонтированных узлов). Прежде чем вынуть материнскую плату, освободите для нее место на коврике.

Если у вас нет коврика, размещайте вынутые схемы и устройства прямо на столе. Платы адаптеров всегда держите за металлический кронштейн, которым они крепятся к корпусу. Кронштейн соединен с общим проводом платы, и возможный электростатический разряд не приведет к повреждению компонентов адаптера. Если у платы нет металлического кронштейна (как, например, у системной платы), аккуратно держите ее за края и не касайтесь установленных на ней компонентов.

Внимание

Иногда рекомендуют класть вынутые платы и микросхемы на алюминиевую фольгу, но этого делать *нельзя!* На многих платах адаптеров и системной плате установлены литиевые или никель-кадмиевые батареи (аккумуляторы). Эти батареи весьма бурно реагируют на короткое замыкание, которое может произойти, если положить плату на фольгу. Батареи быстро перегреваются и взрываются, как петарды, причем разлетающиеся осколки весьма опасны для глаз. Поскольку вы можете не знать, установлен ли на конкретной плате аккумулятор, придерживайтесь общего правила: никогда не кладите платы на проводящую металлическую поверхность.

Запись параметров конфигурации

Прежде чем в последний раз выключить компьютер перед снятием крышки, запишите его жизненно важные параметры. При работе с компьютером вы можете намеренно или случайно удалить информацию из CMOS-памяти. На рис. 20.4 показан типичный переключатель системной платы.

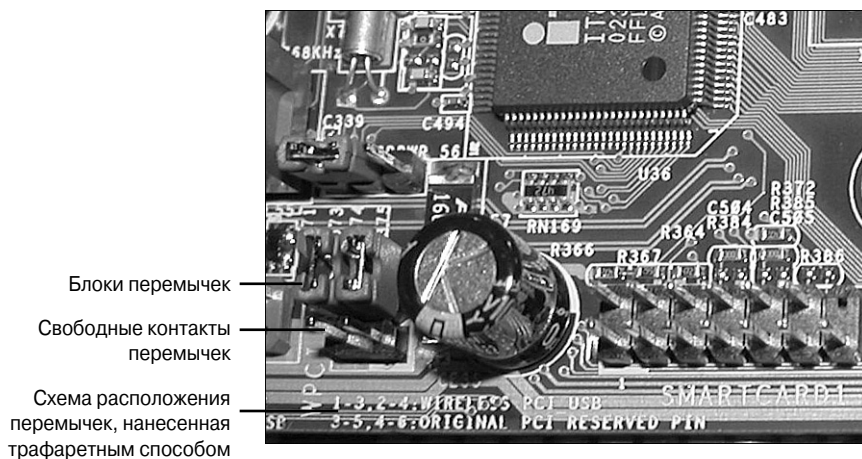


Рис. 20.4. Схема расположения перемычек, нанесенная трафаретным способом на системную плату; показанное здесь положение перемычек используется для конфигурирования системной платы с интерфейсом PCI и USB

Очень важно записать положение всех перемычек и переключателей на системной плате, а также на платах расширения (в настоящее время перемычки на платах расширения практически не встречаются, чего нельзя сказать о системных платах). Случайно изменив положение одной из перемычек, вы всегда сможете восстановить ее корректное положение. Это также будет очень полезно в том случае, если под рукой не окажется руководства пользователя. Более того, иногда встречаются перемычки и переключатели, само существование которых в документации не отражено. Также необходимо запомнить положение всех кабелей. В компьютерах солидных производителей используются кабели и разъемы с ключами, но в более дешевых моделях таких “излишеств” нет. Вы можете перепутать соединительные кабели гибких и жестких дисков, поэтому заранее пометьте каждый из них. В плоских кабелях проводник с

номером 1 имеет другой цвет. На разъеме устройства, к которому нужно подключать такой кабель, также ставится какая-нибудь метка, указывающая на первый контакт.

Хотя изложенные рекомендации и требования очевидны, часто возникают инциденты, связанные с неправильным подключением кабелей. К счастью, в большинстве случаев перевернутый разъем или перепутанный кабель не станет причиной фатальных последствий (но только если они не имеют отношения к блоку питания!).

Источник питания и батареи составляют исключение из этого правила. Если, например, вставить разъем питания системной платы класса “до АТХ” “шиворот-навыворот” или поместить его не в то гнездо, на шине питания, рассчитанной на 5 В, может оказаться напряжение 12 В. При этом вы увидите настоящий фейерверк из взрывающихся микросхем. Лично я встречался с людьми, на лицах которых остались шрамы после взрыва компонентов системы из-за неправильного подключения блока питания! При первом включении системы я всегда на всякий случай отворачиваюсь в сторону. В то же время подобная опасность не исходит от блоков питания АТХ благодаря специально спроектированному разъему.

Неправильная установка батарейки CMOS может привести к физическому повреждению микросхемы CMOS, обычно впаянной в системную плату; если это случилось, системную плату придется менять.

И наконец, не ленитесь записывать все, что трудно запомнить, — расположение заземляющих проводов, адаптерных плат и т.п. Иногда важно точно расположить адаптер в конкретном слоте, поэтому, вынув плату, следует установить ее туда, где она была ранее.

Установка системной платы

Перед установкой новой системной платы, прежде всего, нужно ее распаковать и проверить, все ли на месте. Обычно в комплект поставки, кроме самой платы, входят несколько кабелей для подключения устройств ввода-вывода и документация. Если вы заказывали плату с процессором или памятью, то, скорее всего, они будут установлены на плате, но в некоторых случаях их упаковывают отдельно. Иногда в комплект включают заземляющий браслет, чтобы при установке платы предотвратить ее повреждение электростатическим разрядом.

Установка процессора и теплоотвода

В материнскую плату перед установкой в корпус нужно вставить процессор и модули памяти. В некоторых системных платах имеются переключатели, управляющие тактовой частотой процессора и его электропитанием. Если установить их некорректно, либо система не будет функционировать, либо процессор выйдет из строя. В современных материнских платах подаваемое на процессор напряжения задается в настройках BIOS. Если у вас возникли вопросы относительно положения переключателей, почитайте документацию к материнской плате и процессору.

Все современные процессоры нуждаются в отведении тепла. Чтобы установить на системную плату процессор и теплоотвод, выполните ряд действий.

1. Выньте новую плату из антистатического пакета, в который она упакована, и положите ее на пакет или на антистатический коврик, если он у вас есть.
2. Установите процессор. Найдите на процессоре контакт 1 (обычно один из углов микросхемы слегка скошен или помечен точкой, возле него и находится этот контакт). Затем найдите контакт 1 в ZIF-гнезде для процессора, находящемся на системной плате. Поднимите рычаг и поместите микросхему в разъем, совместив контактные выводы с соответствующими отверстиями. Если процессор в разъем не входит, проверьте, правильно ли он ориентирован и совпадают ли контакты. Когда процессор станет на свое место, опустите зажимающий рычаг, чтобы зафиксировать микросхему в гнезде (рис. 20.5).

Примечание

Инструкции по установке процессоров, вставляемых в разъем, приведены в 16-м издании настоящей книги (глава 22), находящемся на прилагаемом компакт-диске.

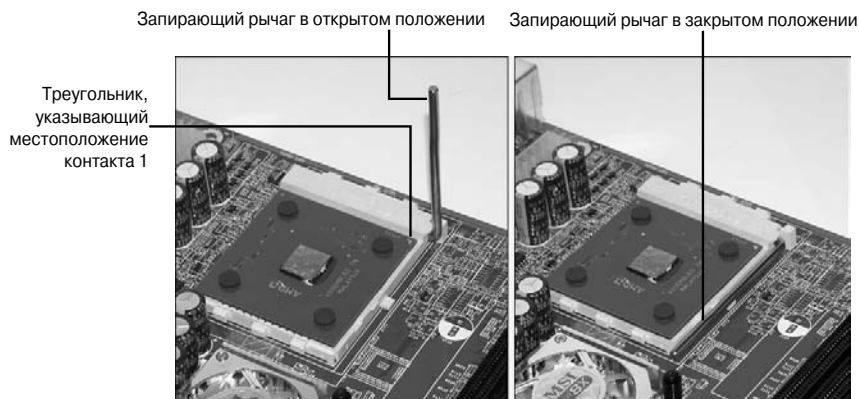


Рис. 20.5. В опущенном положении рычаг удерживает процессор, установленный в гнездо ZIF. Срезанный угол процессора указывает местоположение контакта 1

- Закрепите теплоотвод. Обычно радиаторы крепятся к гнезду процессора с помощью одного или нескольких фиксирующих зажимов (рис. 20.6). Прикрепляя зажимы к гнезду, будьте осторожны, так как отверткой можно поцарапать системную плату, что часто приводит к повреждению электрической схемы или ее компонентов. При соединяя зажимы, держите радиатор прямо над процессором, не наклоняя и не сдвигая его в ту или иную сторону. Очень часто теплоотводы поставляются с нанесенным термоинтерфейсом; в других случаях перед его установкой необходимо нанести на процессор слой теплопроводной смазки, обычно белого цвета. Смазка предотвращает образование воздушной прослойки и повышает эффективность работы радиатора. Если процессор поставляется в сборке с активным теплоотводом (т.е. с вентилятором охлаждения), подключите силовой кабель вентилятора к соответствующему разъему системной платы (рис. 20.7). Иногда для подачи электроэнергии на вентилятор может использоваться силовой разъем дисководов.

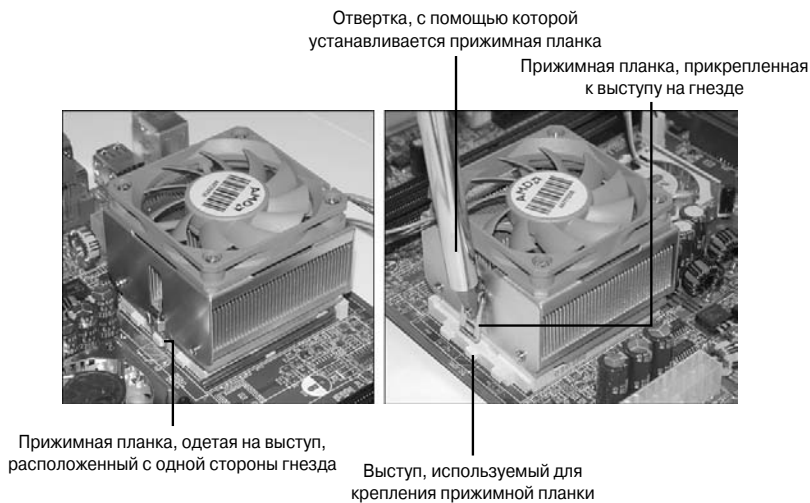


Рис. 20.6. Установка радиатора на процессор “гнездового” типа. В этой конструкции используется пружинная прижимная планка, поэтому ее следует устанавливать в заданное положение с помощью отвертки или другого подобного инструмента, которым можно надавить на планку и зацепить ею нужный выступ

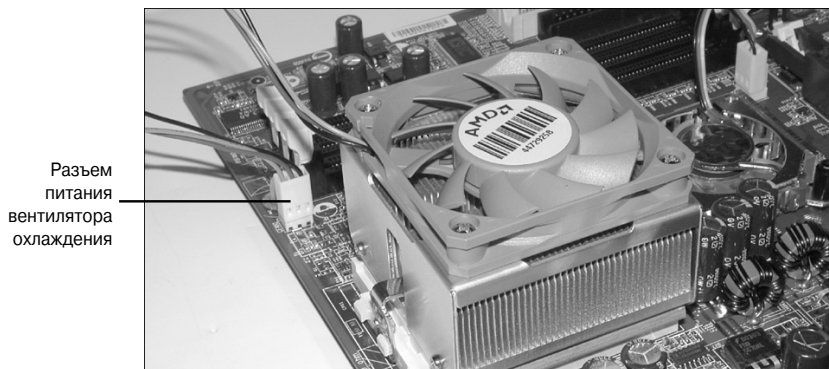


Рис. 20.7. Подключение силового разъема вентилятора к системной плате

4. При необходимости установите на системной плате корректное положение перемычек. Прочитайте в документации производителя платы, как правильно установить на плате перемычки для работы с конкретным процессором. Чаще всего необходимые функции выполняет BIOS, однако, если требуется что-то сделать вручную, обратитесь к документации, так как там должна быть схема, показывающая расположение перемычек, и таблица с вариантами их установки для разных типов процессоров. Если плата продавалась с уже установленным на ней процессором, перемычки должны быть расположены правильно, но проверить их все же не помешает.

Установка модулей памяти

Системная плата, конечно же, не будет работать без установленной на ней памяти. В современных платах используется три типа модулей памяти — DDR, DDR2 и DDR3. Обычно первыми задействуются разъемы (или банки) с наименьшими номерами. Иногда модули устанавливаются парами, а иногда — по четыре. Поэтому перед установкой рекомендую еще раз взглянуть в документацию к плате; там должно быть сказано, какие разъемы и в каком порядке заполнять первыми.

Модули памяти часто имеют слева, справа или снизу специальную выемку, позволяющую установить их единственно верным способом. На рис. 20.8 показана установка модуля DIMM. Более подробную инструкцию по установке модулей памяти можно найти в документации к системной плате или в главе 6. При вставке модулей памяти в разъемы следует прилагать некоторое усилие, однако прежде проверьте правильность ориентации модуля в гнезде, иначе можете повредить как сам модуль, так и его разъем.

Внимание

Постарайтесь не повредить разъем. Физическое повреждение разъема для модулей памяти системной платы приведет к его дорогостоящему ремонту. Несмотря на то что модули памяти снабжены ключами, многие пытаются вставить их «наоборот», при этом модуль не способен полностью войти в гнездо. Применяя в этом случае чрезмерное усилие, можно повредить модуль памяти и материнскую плату. В лучшем случае останется возможность использовать оставшиеся разъемы памяти; в худшем материнскую плату придется заменить. Также при вставке старайтесь не повредить боковые фиксаторы разъема модуля памяти.

Закрепление системной платы в корпусе

Обычно системная плата закрепляется в корпусе одним или несколькими винтами и пластмассовыми стойками. Если корпус новый, сначала нужно вставить одну или несколько пластмассовых или металлических стоек в специально предназначенные для них отверстия. Ниже описана процедура установки платы.

1. Осмотрите предназначенные для стоек отверстия в плате. Если вокруг напаян металлический кант, отверстие предназначено для металлической стойки, а если канта нет — для пластиковой. Теперь металлические стойки нужно ввинтить в отверстия в шасси корпуса так, чтобы они расположились напротив соответствующих им отверстий в плате (рис. 20.9).

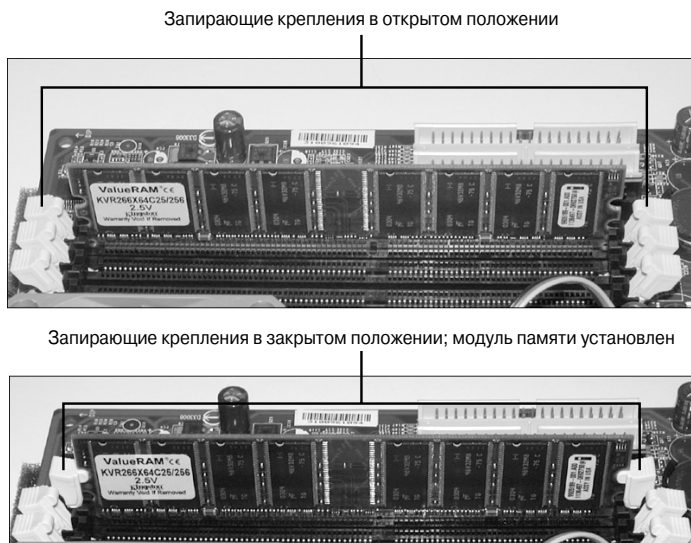


Рис. 20.8. Установка модулей памяти. Перед тем как устанавливать модуль, проверьте, открыты ли запирающие механизмы с обеих сторон разъема (вверху). Нажимайте на модуль до тех пор, пока защелки механизмов не зафиксируют установленный модуль (внизу)

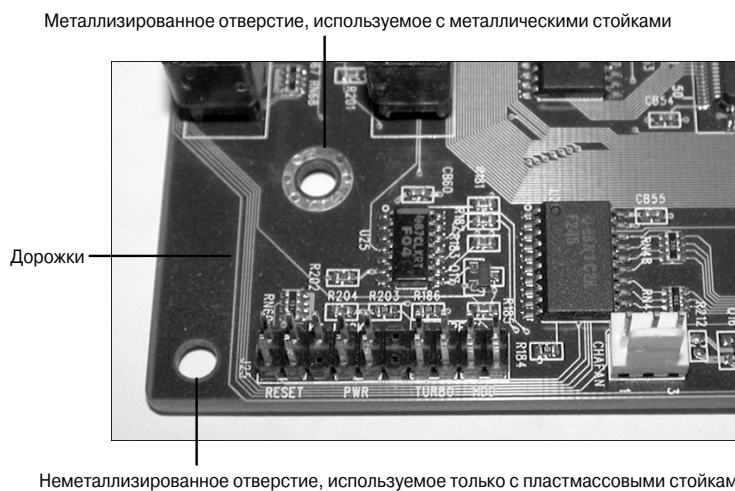


Рис. 20.9. Фрагмент типичной системной платы. Будьте осторожны, чтобы при установке платы не повредить дорожки печатной схемы

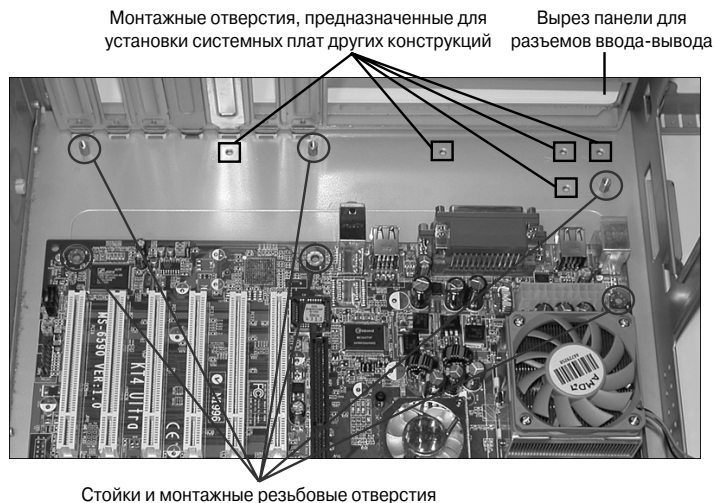


Рис. 20.10. Проверьте, совпадают ли стойки с отверстиями на системной плате. Обратите внимание, что на шасси имеется множество монтажных отверстий, которые позволяют устанавливать в корпус системные платы самых разных конструкций

2. Ввинтите металлические стойки в шасси нового корпуса так, чтобы они совпали с соответствующими резьбовыми отверстиями системной платы (рис. 20.10).
3. Сейчас системные платы чаще всего крепятся непосредственно к шасси или же к съемному “поддону” с помощью винтов, вкручиваемых в латунные стойки, которые сами вкручиваются соответственно в стенку шасси или поддон. На рис. 20.11 представлено три типа стоек, в том числе две латунные и одна пластмассовая. Стойки первого типа вкручиваются в шасси или поддон, в то время как стойки двух других типов прикручиваются к системной плате, а затем вставляются в отверстия или пазы на стенке системного блока или поддона.



Рис. 20.11. Типы стоек

При использовании стоек, которые не прикручиваются, а защелкиваются, сначала закрепите их в системном блоке, затем положите на них системную плату (стойки должны быть видны через монтажные отверстия), после чего слегка надавите на нее, чтобы стойки прошли через отверстия (рис. 20.12). На рис. 20.13 представлена схема типичной платы ATX, на которой обозначено расположение монтажных отверстий.

Закрепив стойки в корпусе, аккуратно положите на них системную плату, согласовав положение стоек и монтажных отверстий, после чего прикрутите системную плату к стойкам с помощью винтов. На рис. 20.14 представлен процесс прикручивания системной платы к поддону. Не забудьте придерживать отвертку в пазу винта, так как в противном случае вы рискуете повредить системную плату, если отвертка соскользнет.

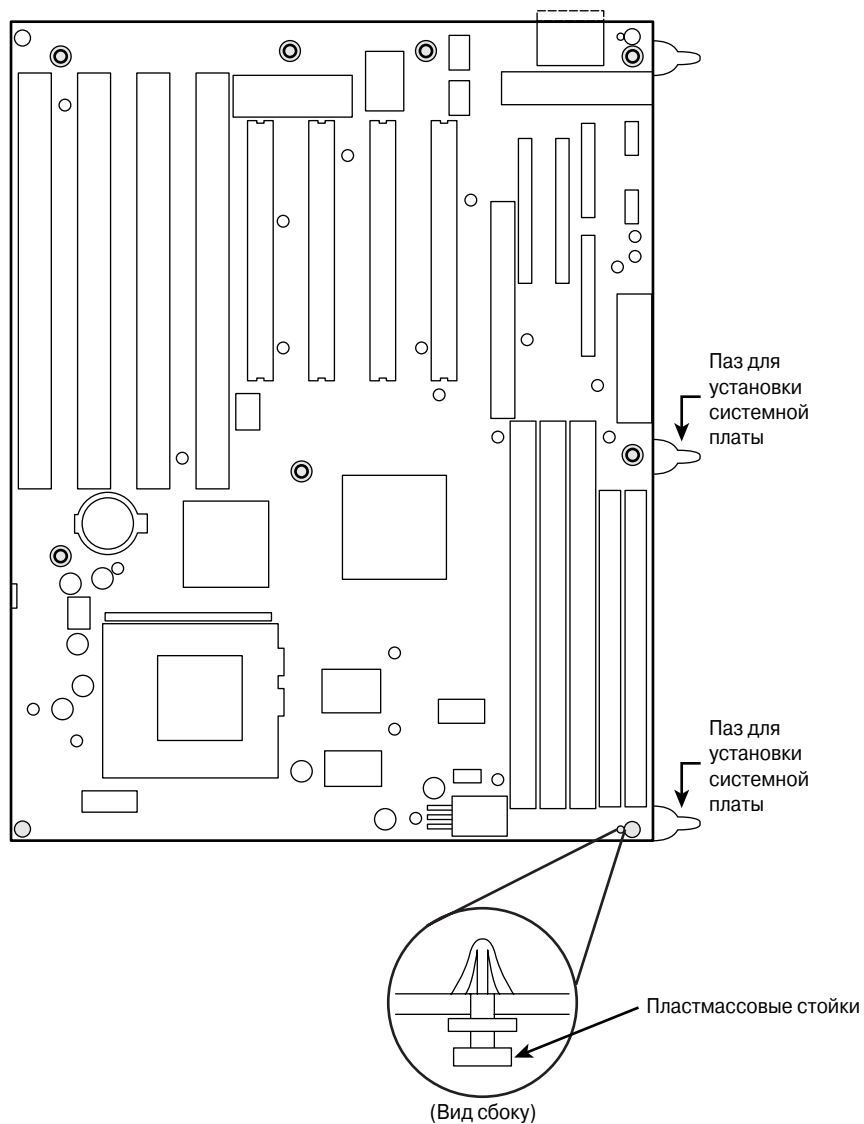


Рис. 20.12. Монтажные отверстия на системной плате и стойка, которая используется для закрепления

4. Установите заднюю панель разъемов ввода-вывода (рис. 20.15).
5. Если системная плата прикручена к поддону, аккуратно вставьте его в системный блок, согласовав с задней панелью разъемов ввода-вывода. Очень часто сначала приходится вставлять плату внутрь, а затем немного смещать ее. Процесс закрепления системной платы в системном блоке представлен на рис. 20.16.
6. Теперь привинтите шасси с системной платой к корпусу компьютера (рис. 20.17).

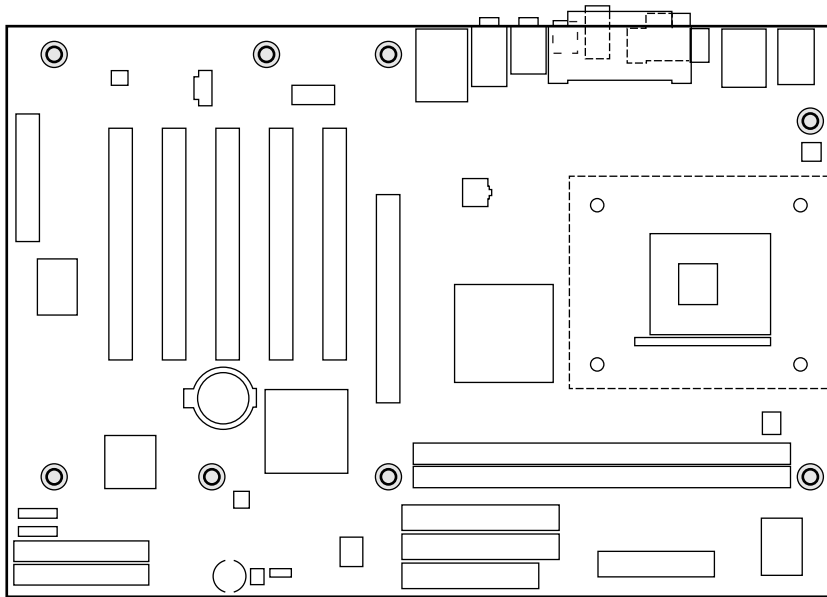


Рис. 20.13. Схема расположения монтажных отверстий на типичной системной плате формфактора ATX

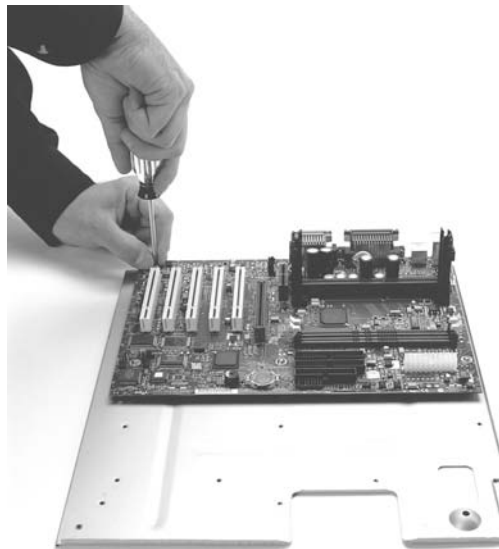


Рис. 20.14. Прикручивание системной платы к поддону. Системная плата предоставлена компанией Intel Corporation



Рис. 20.15. Задняя панель разъемов ввода-вывода, установленная в корпусе



Рис. 20.16. Установка системной платы в корпус. Корпус предоставлен компанией PC Power & Cooling, Inc. Системная плата предоставлена компанией Intel Corporation

Подключение блока питания

Установить блок питания довольно просто: нужно лишь поместить его в соответствующий отсек корпуса (рис. 20.18) и привинтить несколькими винтами (рис. 20.19).



Рис. 20.17. Привинтите системную плату к корпусу



Рис. 20.18. Поместите блок питания в корпус



Рис. 20.19. Закрутите винты, удерживающие блок питания

Системные платы в формфакторе ATX оснащены одним основным разъемом питания, кабель в который можно вставить одним-единственным способом (рис. 20.20). Блоки питания ATX также можно использовать в корпусах ВТХ (но не PicoВТХ/MicroВТХ). Для системных плат формфактора Baby-AT и более старых стандартов, таких как LPX, используются два отдельных разъема, каждый из которых содержит по шесть проводов. Они могут быть не помечены, поэтому их легко перепутать. Каждый из них можно вставить двумя способами, но правильным является только один! Инструкции по правильной установке блоков питания Baby-AT можно найти в главе 19. Если подсоединить их неправильно, то при включении питания можно повредить системную плату. Во многих системах для охлаждения процессора используется вентилятор, его тоже следует подключить. Ниже описан порядок подключения разъемов источника питания к системной плате.

1. В системе могут использоваться 20- и 24-контактные силовые разъемы ATX. 20-контактный штекер можно вставить в 24-контактное гнездо и, наоборот, немного сместив их друг относительно друга или применив специальный адаптер. В большинстве систем ATX также используется 4-контактный разъем ATX12V. Он также имеет ключ, и вставить его некорректным образом невозможно.
2. Если на плате установлен вентилятор для процессора, подключите питание и к нему. Можете воспользоваться специальным разветвителем для подключения вентилятора к соединителю, подводящему питание к жесткому диску. Возможно, для подачи питания к вентилятору на материнской плате существует специальный разъем.

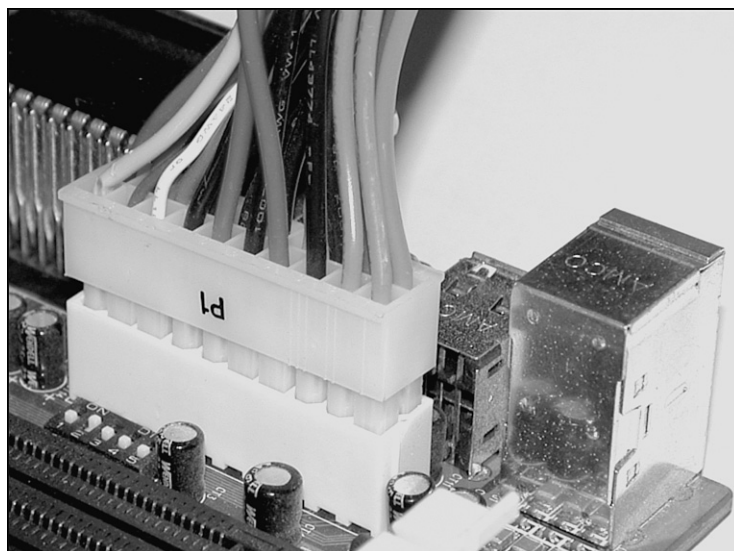


Рис. 20.20. Подключение кабеля к разъему питания ATX на системной плате

Примечание

В главе 19 приведена подробная информация о различных типах разъемов блоков питания, в том числе о новых 24-контактных разъемах ATX12V 2.x.

Подключение к системной плате кабелей от устройств ввода-вывода и других соединителей

Несколько соединительных проводов, идущих от материнской платы, подключаются к различным элементам корпуса компьютера. Они ведут к индикаторам питания и активности жесткого диска, а также к кнопке сброса. В большинстве современных системных плат есть несколько встроенных портов ввода-вывода, их тоже нужно подключить. Это два IDE-адаптера, контроллер дисководов, два последовательных и один параллельный порт. А в некоторые платы встроены видео-, аудио- или SCSI-адаптеры.

В системной плате ATX разъемы всех внешних портов встроены прямо в нее с задней стороны. Если же у вас плата типа Baby-AT, разъемы последовательного, параллельного и других внешних портов ввода-вывода закрепляются на задней стенке корпуса компьютера и с помощью дополнительных кабелей соединяются с системной платой.

Ниже приведен порядок подключения соединительных кабелей к системной плате с интегрированными портами ввода-вывода.

1. Сначала найдите на плате 34-контактный разъем контроллера дисководов гибких дисков и с помощью плоского кабеля подключите к нему дисководы.
2. Теперь подключите устройства с интерфейсами IDE и SATA: жесткие диски, приводы оптических дисков и накопители на магнитной ленте (рис. 20.21). Они подключаются плоским кабелем IDE к расположенным на плате 40-контактным разъемам главного и вторичного контроллеров IDE. Обычно жесткий диск подключается к главному контроллеру, а CD-ROM или ленточный накопитель — к вторичному. При наличии дисковых устройств с интерфейсом SATA подключите каждый из них к соответствующему порту материнской платы.
3. Подключите выключатель передней панели, индикаторы, внутренний динамик и все порты, смонтированные на передней панели корпуса (USB и FireWire), к разъемам на

материнской плате. На рис. 20.22 показаны соединительные штекеры передней панели. С сожалением, не все производители материнских плат и корпусов следуют существующим стандартам, так что иногда для правильного подключения штекеров к разъемам приходится проявлять смекалку. В главе 4 были приведены раскладки контактов и диаграммы подключения большинства типов материнских плат и корпусов.

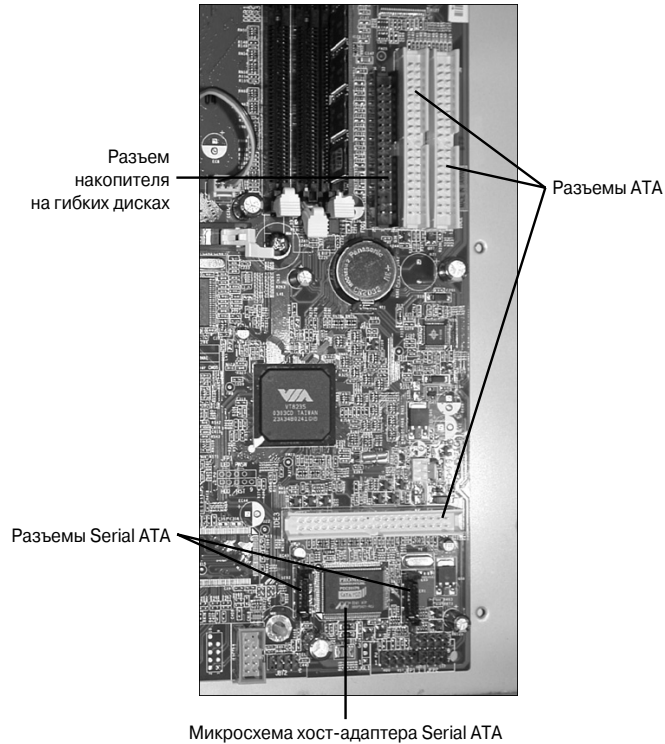


Рис. 20.21. Разъемы накопителей на гибких дисках, дисководов ATA и накопителя на жестких дисках SATA

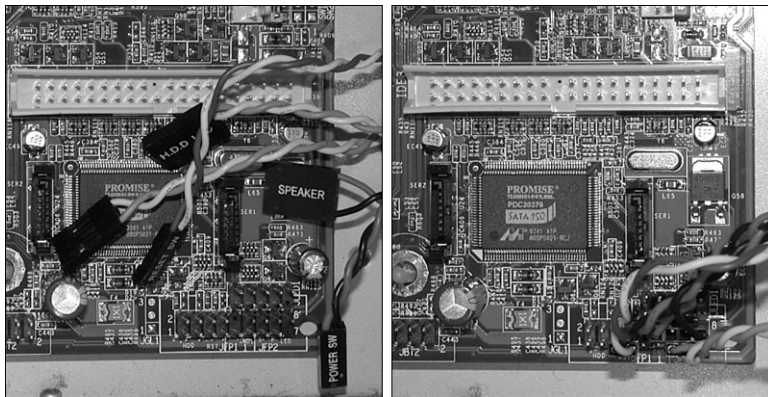


Рис. 20.22. Кабели устройств, выведенных на переднюю панель системного блока (громкоговоритель, кнопки питания, индикаторы и т.п.), должны быть подключены к соответствующим разъемам системной платы (справа)

Установка накопителей

В этом разделе речь идет об установке жесткого диска, дисководов и приводов оптических дисков. Более детальную информацию об этом можно найти в главе 12.

Чтобы установить жесткий диск, дисковод или оптический накопитель, выполните ряд действий.

1. Снимите направляющие с накопителя (если они установлены).
2. Для установки оптического накопителя просто вставьте его в корпус. Учтите, что подключить интерфейсный кабель IDE или SATA и задать положение перемычек проще до того, как накопитель будет закреплен. Подробные сведения об установке перемычек и подключении кабеля представлены в главах 7 и 12. Учтите, что некоторые корпуса поставляются вместе с направляющими, которые должны быть закреплены на накопителе перед его установкой в корпусе. В подобной ситуации обычно направляющие прикручиваются к накопителю (см. п. 3), а в корпусе они фиксируются защелками или каким-либо другим способом.
3. После установки накопителя в отсеке корпуса согласуйте отверстия на накопителе и на корпусе. Закрепите накопитель с помощью четырех винтов, которые поставлялись вместе с корпусом или накопителем (рис. 20.23). При использовании направляющих просто зафиксируйте их в корпусе.



Рис. 20.23. Закрепите накопитель в корпусе, закрутив четыре винта

4. Если в системном блоке имеется съемный отсек, используемый для установки накопителей на гибких и жестких дисках, изымите его.
5. Для установки дисковода и жестких дисков снимите соответствующий отсек, поместите в него устройства и закрепите с помощью винтов (рис. 20.24). Перед этим не забудьте установить в нужное положение все перемычки и переключатели на накопителе. Подключите интерфейсный кабель ко всем установленным устройствам.
6. Если в системе имеется съемный отсек, установите в него накопитель и вставьте его в корпус компьютера, закрепив винтами, которые прилагаются к корпусу (рис. 20.25).



Рис. 20.24. С помощью винтов закрепите накопители в соответствующих отсеках (по четыре винта на каждый накопитель). При использовании съемных отсеков накопители таким же образом устанавливаются в системный блок

Примечание

В некоторых типах корпусов описанного съемного отсека нет, как на рис. 20.25. В таком случае просто поместите жесткий диск и дисковод в отсек корпуса и закрепите с помощью винтов.

7. Подключите кабели накопителей к системной плате. Подробные сведения об установке переключателей и подключении кабеля представлены в главах 7 и 12.



Блок накопителей

Рис. 20.25. Установка съемного отсека с закрепленными устройствами. Корпус предоставлен компанией PC Power & Cooling, Inc. Жесткий диск предоставлен компанией Micro X-Press

Установка нового видеоадаптера и драйвера

Выполните перечисленные ниже действия.

1. В случае необходимости выкрутите винт и снимите крышку сзади слота расширения, который понадобится для нового видеоадаптера.
2. Установите видеоадаптер в нужный слот (обычно AGP или PCI Express).
3. Легко надавите на плату адаптера и, если нужно, усиливайте давление с одной и другой стороны адаптера попеременно, пока адаптер полностью не войдет в разъем.
4. Прикрутите держатель видеоадаптера к задней стенке системного блока.
5. Подключите кабель монитора к разъему адаптера. Если новый видеоадаптер оснащен разъемом DVI-I, а монитор — только 15-контактным VGA, воспользуйтесь соответствующим переходником (иногда поставляемым вместе с адаптером или продающимся отдельно).

Примечание

Если речь идет о замене уже установленного видеоадаптера (или замене интегрированного адаптера внешним), перед тем как выключать компьютер, обязательно удалите драйверы видеоадаптера. Это предотвратит неверную идентификацию нового видеоадаптера операционной системой, а значит, модернизация пройдет более гладко. Для этого откройте окно Диспетчер устройств Windows, выделите текущий адаптер и щелкните на кнопке Удалить. Откажитесь от предложенной перезагрузки системы и просто выключите компьютер. После этого можете открыть системный блок и извлечь видеоадаптер.

Поставьте на место крышку системного блока и включите компьютер. При загрузке Windows определит новое устройство и автоматически начнет установку драйвера. Следуйте предлагаемым на экране инструкциям. После инсталляции адаптера откройте диалоговое окно свойств экрана для настройки разрешения, глубины цвета и частоты обновления экрана.

Установка плат расширения

Чаще всего на платах расширения находятся сетевые адаптеры (кабельные или беспроводные), модемы, звуковые адаптеры и контроллеры SCSI. Для их установки на системной плате есть специальные разъемы расширения. Ниже приведен порядок установки платы расширения.

1. Аккуратно возьмите плату за края, не касаясь микросхем и электрических соединений. Опустите ее нижний край с нанесенными на него металлическими контактами в соответствующий разъем. С силой нажмите на верхний край платы, чтобы она встала на место (рис. 20.26).
2. Винтом прикрутите плату к корпусу компьютера (рис. 20.27).
3. Подключите к вставленной плате все необходимые кабели.

Если доступно множество разъемов, устанавливайте карты расширения так, чтобы обеспечивался свободный поток воздуха между ними. Лучше отделить от других карт расширения графический адаптер, так как он вырабатывает самое большое количество тепла.

Закрываем корпус и подключаем внешние кабели

Вот компьютер и собран. Осталось только установить крышку корпуса на место и подключить внешние устройства, в том числе мышь, клавиатуру, монитор, колонки и сетевые кабели. Обычно я не прикручиваю винтами крышку корпуса до тех пор, пока не протестирую систему и не удостоверюсь, что все в ней работает, как часы.

Настройка параметров BIOS

Теперь можно включить компьютер и запустить программу настройки BIOS. Эта программа позволит сконфигурировать системную плату, сообщив ей нужную информацию об установленных в компьютере устройствах, а также установить системную дату и время. Кроме того, компьютер протестирует себя, чтобы обнаружить возможные проблемы.

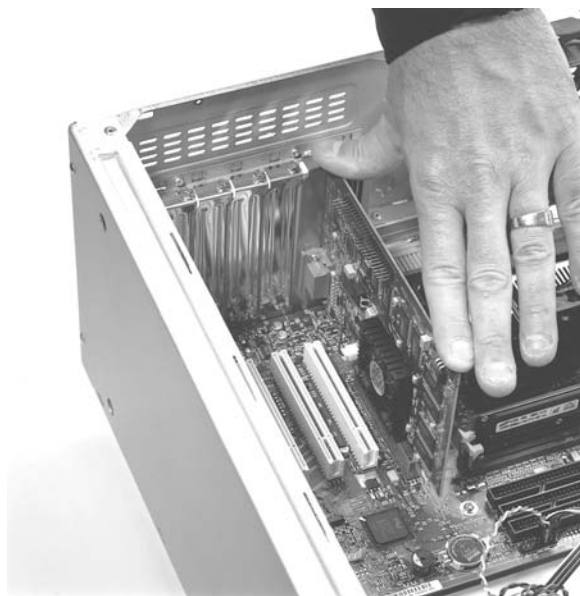


Рис. 20.26. Установка видеоадаптера в разъем системной платы



Рис. 20.27. Закрепление адаптера винтом

Сначала включите монитор, затем — компьютер. Следите за сообщениями на экране и сигналами внутреннего громкоговорителя.

Система сама протестирует свои компоненты и проверит оперативную память (эта процедура всегда выполняется при включении компьютера и называется самотестированием при включении питания — POST). О некоторых обнаруженных во время данной процедуры фатальных ошибках компьютер не может сообщить, выведя информацию на экран; он выдает

предупреждающие звуковые сигналы, и по количеству и длительности гудков определяется, какая именно возникла ошибка. Список кодов POST приведен в главе 22.

Процедура POST отображает результаты тестирования на экране. Если в процессе загрузки нажать определенную клавишу (какую именно, зависит от типа установленной на системной плате BIOS), то обычный процесс загрузки будет прерван, и вы окажетесь в программе настройки BIOS, где сможете ввести необходимую системную информацию. Если во время выполнения POST на экране не появится подсказка о том, с помощью какой клавиши (или комбинации клавиш) можно вызвать программу установки параметров BIOS, значит, это оговаривается в документации к системной плате. Как правило, для входа в BIOS используются клавиши <F1>, <F2>, <F10>, <Esc>, <Ins> и . Так как процедура POST в современных компьютерах выполняется исключительно быстро, я периодически нажимаю клавишу вызова программы настроек BIOS с момента включения компьютера в течение пары секунд. Иногда такой подход приводит к выводу сообщений об ошибке клавиатуры, но если их игнорировать, то, в конце концов, программа настройки BIOS будет запущена.

Меню программы Setup BIOS позволяет пользователю ввести текущую дату и время, параметры жесткого диска, типы дисководов и видеоадаптера, установки для клавиатуры и др. Более современные BIOS умеют определять параметры жесткого диска самостоятельно, поэтому необходимость вводить их вручную отпадает. Если вы вносите какие-либо изменения вручную, зафиксируйте этот факт, чтобы в случае необходимости быстро вернуть настройки в исходное состояние.

Большинство новых BIOS автоматически определяют параметры жесткого диска. Настоятельно рекомендуется использовать именно эту функцию. BIOS получает нужные данные непосредственно от диска, тем самым уменьшая вероятность возможной ошибки, свойственной даже опытным сборщикам систем.

Как сохранить введенную информацию и выйти из программы установки параметров BIOS, вам подскажут инструкции на экране или в документации к системной плате.

Возможные проблемы и способы их устранения

После сборки можно попробовать загрузиться с системной дискеты, с жесткого или оптического диска. Большинство современных ОС поставляется на загрузочных компакт-дисках, которые перед включением компьютера рекомендуется вставить в привод. После загрузки система либо предложит меню установки, либо выведет запрос командной строки. Если в процессе загрузки возникнут ошибки, выполните ряд действий.

1. Проверьте, правильно ли подключен кабель питания. Не забудьте протестировать сам кабель, а также выключатель питания на корпусе компьютера.
2. Проверьте правильность подключения кабеля питания к системной плате. Выключатель и системную плату соединяет несколько проводов; проверьте их исправность.
3. Проверьте главный кабель питания. Убедитесь в том, что он надежно подключен к разъему питания системной платы.
4. Если система запускается, но на экране монитора ничего не отображается, проверьте видеокабель монитора и его цепь питания.
5. Проверьте качество установки видеоадаптера в разъем системной платы. Извлеките видеоадаптер и снова установите его; если речь идет о плате PCI, попробуйте установить ее в другой разъем.
6. Если система выдает более одного сигнала, BIOS сообщает о фатальной системной ошибке. Обратитесь к списку кодов ошибок BIOS в главе 22. Также обратитесь к руководству пользователя системной платы. В нем также могут быть представлены необходимые данные.

7. Если светодиод дисковода для гибких дисков, накопителей CD-ROM/DVD или жесткого диска постоянно включен, следовательно, кабель данных подключен неправильно или поврежден. Убедитесь в том, что полоска на кабеле указывает на 1-й контакт как разъема системной платы, так и самого устройства. Просмотрите установленные переключки, определяющие статус устройств “главный–подчиненный”.

Выполнив эти действия, вы обязательно обнаружите источник неисправности. Устранив все проблемы, как следует привинтите крышку корпуса системного блока.

Установка операционной системы

В только что собранном компьютере, прежде всего, нужно установить операционную систему. Если устанавливаемой системой является не Windows, следуйте соответствующим инструкциям.

При установке современных систем, таких как Windows XP или Vista, от пользователя практически ничего не требуется. Нужно только загрузиться с установочного компакт-диска (перед этим в настройках BIOS определите привод оптических дисков как первое загрузочное устройство) и следовать инструкциям на экране. Системы Windows XP и Vista сами распознают потребность жесткого диска в разделении и форматировании и позволяют выполнить эти операции перед началом самой установки.

При установке Windows XP в системе с жестким диском SATA, работающим в режиме RAID или АСНІ, в начале инсталляции следует нажать клавишу <F6> и вставить в привод дискету с соответствующими драйверами. Такую дискету должен предоставить изготовитель материнской платы; если он этого не сделал, загрузите соответствующие драйверы с его сайта. Если компьютер лишен дисковода, запишите драйверы RAID и АСНІ на установочный компакт-диск операционной системы. Эти драйверы можно найти на сайте www.driverpacks.com.

При установке Windows Vista дополнительная дискета с драйверами не нужна, так как они уже встроены в систему.

На начальном этапе инсталляции может потребоваться удалить существующие разделы и создать новые. На устройстве без разделов можно потребовать установку с разметкой всего доступного пространства жесткого диска. Если создание разделов и форматирование вы желаете выполнить вручную, руководствуйтесь материалом следующих разделов.

Создание разделов на жестком диске в DOS и Windows 98/Me

В командной строке введите команду **FDISK**.

С помощью соответствующих параметров меню создайте один раздел для всего диска или несколько разделов. Как правило, первый раздел необходимо сделать активным, т.е. загрузочным. На вопрос *Do you wish to enable large disk support (Y/N)?* следует ответить Yes. Это позволит создать раздел с файловой системой FAT 32 или NTFS. Далее можно подтверждать параметры, указанные по умолчанию, и на жестком диске будет создан один загрузочный раздел.

Осталось только перезагрузить систему.

Примечание

Более подробно программа FDISK описывается в главе 12.

Форматирование жесткого диска в DOS и Windows 98/Me

После перезагрузки с помощью загрузочной дискеты необходимо отформатировать все созданные разделы. Первый раздел жесткого диска форматируется следующей командой:

FORMAT C:

Другие разделы жесткого диска форматируются точно так же: достаточно выполнить команду, изменяя буквенное обозначение диска для каждого формируемого раздела.

После форматирования всех разделов следует снова перезагрузиться и начать установку Windows.

Примечание

Форматирование устройств во всех подробностях было описано в главе 9, а настройка жестких дисков — в главе 12.

Настройка накопителя на жестких дисках с помощью Windows 2000/XP/Vista

При использовании Windows 2000/XP/Vista настройка накопителя на жестких дисках выполняется во время инсталляции операционной системы. Если на жестком диске, на котором уже установлена какая-нибудь операционная система, есть свободное место, можно создать так называемую мультизагрузочную систему. Такая конфигурация позволяет при каждой загрузке компьютера выбирать нужную версию операционной системы. Можно также заменить существующую версию Windows.

Установка важных драйверов

После установки операционной системы следует установить драйверы для устройств, которые отсутствуют на инсталляционном компакт-диске Windows. При этом наиболее часто устанавливаются драйверы для набора микросхем, новых видеоадаптеров, USB 2.0 и т.п. Здесь наиболее важную роль играют драйверы наборов микросхем, и устанавливать их необходимо в первую очередь. Компакт-диск с этими драйверами наверняка поставлялся вместе с системной платой. Вставьте диск в накопитель и выполняйте дальнейшие рекомендации, чтобы установить драйверы набора микросхем. Затем установите другие драйверы, например драйверы видеоадаптера, сетевого адаптера, модема и т.д.

Подготовка к разборке или модернизации компьютера

Рано или поздно после того, как компьютер будет собран, вам потребуется открыть системный блок для ремонта или модернизации. Прежде чем выключать компьютер и открывать системный блок, следует кое-что узнать о компьютере и при необходимости записать полученную информацию. Очень часто при работе с системным блоком намеренно или случайно удаляются сведения CMOS Setup. Во многих системах сохранность данных BIOS и корректность работы часов обеспечиваются с помощью батарейки. Если батарейку случайно вынуть или же замкнуть определенные контакты, все настройки будут потеряны. В памяти CMOS сохраняются такие сведения, как количество и тип подключенных накопителей, объем системной памяти, дата, время и т.п.

Наиболее важными являются настройки жесткого диска. Современные BIOS определяют их автоматически, получая необходимые сведения от жесткого диска. Рекомендую использовать тип жесткого диска Auto, чтобы все настройки были заданы автоматически. В случае устаревших BIOS все настройки жесткого диска придется вводить вручную. Таким образом, вам придется знать значения таких параметров, как количество цилиндров, головок и секторов на дорожку.

Если не задать корректные параметры жесткого диска в программе настройки BIOS, не удастся получить доступ к данным на нем. Мне известны люди, потерявшие все данные только потому, что не смогли указать корректные настройки жесткого диска. Если задать неверные настройки, то после включения компьютера на экране будет отображено сообщение об отсутствии операционной системы и недоступности диска "С:".

Как правило, программы настройки встроены в ROM BIOS. Для их активизации достаточно нажать определенную комбинацию клавиш или быструю клавишу при прохождении процедуры самопроверки при включении POST. Чаще всего необходимые сведения будут отображаться на экране монитора в самом начале процедуры POST.

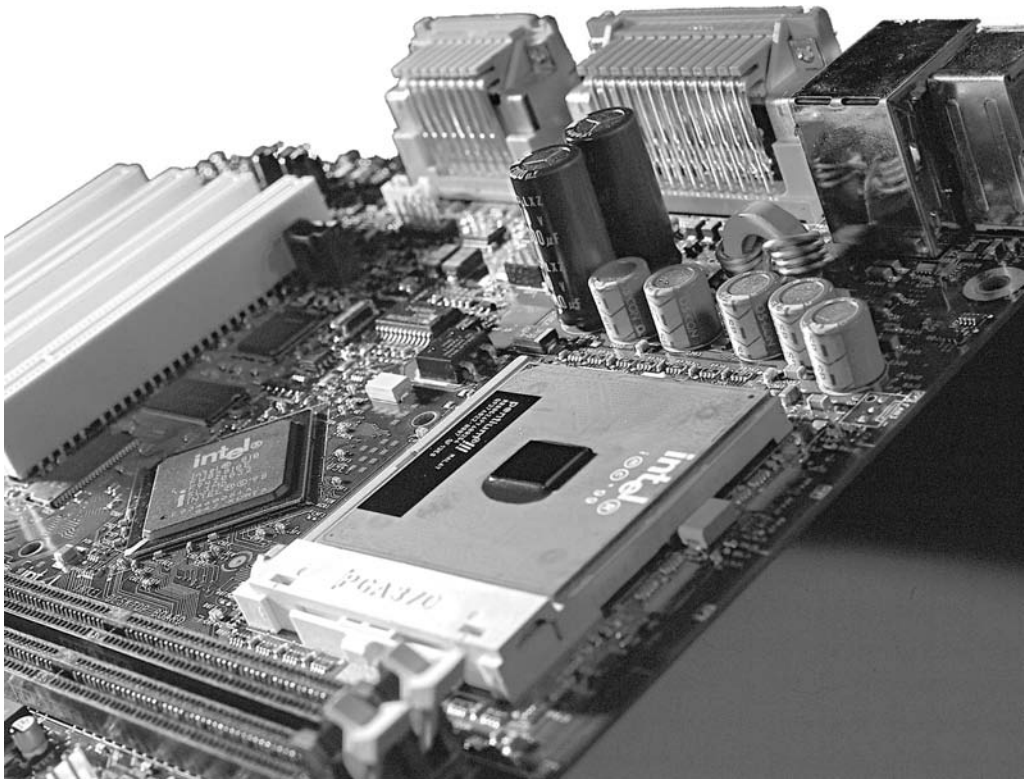
Главные производители BIOS стандартизировали клавиши, используемые для вызова программы настройки BIOS. Это <F1>, <F2> и <Delete>. Если ни одна из этих клавиш не обеспечила запуск программы настройки BIOS, обратитесь к главе 5.

В главном окне программы настройки BIOS вы наверняка увидите основное меню, обеспечивающее доступ к другим меню и подменю.

Многие программы настройки предоставляют возможность тонкого конфигурирования параметров набора микросхем. В данном случае вам придется записать содержимое нескольких окон настроек. При извлечении батареи CMOS большинство программ настройки восстанавливает параметры по умолчанию, а значит, все заказные настройки будут утрачены. Подробные сведения о настройках BIOS приведены в главе 5.

Глава 21

Модификации: разгон и охлаждение



Модификация (*моддинг*) компьютерных систем существует с того момента, как появился первый ПК. На самом деле, поскольку первые компьютеры собирались из наборов комплектующих или практически полностью изготавливались в домашних условиях, модификации уже тогда считались нормой. В результате почти все компьютерные системы были в чем-то уникальны. Но даже после того, как готовые компьютерные системы начали сходиться с конвейеров сборочных цехов, многие пользователи находили способ изменить характеристики своих ПК таким образом, чтобы они хоть немного отличались от остальных.

Как правило, модификации направлены на повышение производительности или улучшение функциональности; в некоторых случаях они носят чисто косметический характер, но есть и такие, которые совмещают в себе оба этих аспекта. Поскольку меня гораздо больше интересует функциональность, нежели внешние формы, в настоящей главе рассматриваются только модификации, направленные на повышение производительности и/или улучшение функциональности.

Один из основных видов модификаций — повышение быстродействия системы — принято называть *разгоном*. Если микросхемы начинают работать с большей частотой, они сильнее нагреваются, поэтому разгон практически всегда сопровождается модернизацией системы охлаждения. Чем ниже температура системы, тем устойчивее и надежнее она работает, поэтому, даже не осуществляя разгон, имеет смысл улучшить систему охлаждения, поскольку это обеспечит бесперебойную работу компьютера. Если речь идет о разгоне, то не упомянуть систему охлаждения просто нельзя, так как повышение быстродействия системы ужесточает требования к условиям охлаждения. Многие компьютеры оснащены настолько непродуманными системами охлаждения, что их возможностям недостаточно не только для разгона, но и для работы компьютера в номинальном режиме.

У компьютеров постоянно появляются все новые и новые интерфейсы, разъемы которых на передней панели намного полезнее, чем на задней. Размещение современных интерфейсов на передней панели, накопителей в отсеках другого формфактора, а также добавление окон, вентиляционных отверстий и вентиляторов — все это примеры модификации корпуса, цель которой состоит в том, чтобы улучшить охлаждение или обеспечить возможность установки нового оборудования.

И наконец, можно выполнять чисто косметические модификации, такие как добавление рисунков и внутренних источников света, которые позволят вашему компьютеру выделяться среди всех остальных. Однако, как уже отмечалось, в настоящей главе рассматриваются только функциональные модификации. При этом можно изготавливать необходимые компоненты самостоятельно или приобретать уже готовые решения.

Разгон

Одним из самых популярных вариантов модификации, направленной на повышение быстродействия, конечно же, является разгон, который предполагает, что все или некоторые компоненты ПК работают быстрее, чем в стандартном режиме. Чаще всего разгону подвергается процессор, однако разгонять можно и другие компоненты, в частности память, видеоадаптер, шины и т.д.

Первые эксперименты по разгону ПК проводились еще в начале 1980-х годов во времена первых IBM PC, процессор которых работал на частоте 4,77 МГц, затем они продолжились после выхода систем AT, процессор которых работал на частоте 6 МГц. На самом деле компания IBM значительно упростила разгон систем AT, так как кварцевый кристалл, с помощью которого задавалась частота работы процессора, был установлен в разьеме. Поэтому можно было приобрести более быстродействующий кристалл и установить его вместо исходного, что позволяло повысить производительность системы в 1,5 раза. В современных системах можно осуществлять разгон, обходясь без замены каких-либо компонентов системной платы, — достаточно задать соответствующие параметры BIOS.

Кварцевые кристаллы

Чтобы понять, что же такое разгон, необходимо знать, от чего именно зависит скорость работы компьютерной системы. Основным компонентом в данном случае является кварцевый кристалл. Кварц — это диоксид кремния (SiO_2) в кристаллической форме. Кислород и кремний — наиболее распространенные элементы на земле (песок и камни практически полностью состоят из диоксида кремния), а компьютерные микросхемы изготавливаются преимущественно из кремния. Кварц — это твердый прозрачный материал с плотностью 2649 кг/м^3 , температура плавления которого составляет 1750°C (3182°F). Кварц достаточно хрупок, однако небольшая доля эластичности все же присутствует. Это очень полезные характеристики.

В кристаллической форме кварц можно использовать для генерации периодических импульсов, управляющих работой электрических цепей, подобно тому как для задания ритма музыки используется метроном. Кварцевые кристаллы используются потому, что являются *пьезоэлектрическими*, т.е. кристалл может создавать напряжение под воздействием механической силы, а также сжиматься и расширяться под воздействием напряжения. Пьезоэлектричество было открыто Пьером и Жаком Кюри в 1889 году; именно благодаря этому свойству кварцевые кристаллы нашли применение в электрических схемах.

Итак, явление пьезоэлектричества состоит в том, что при скручивании, изгибе, деформации кварцевого кристалла и при простом нажатии на него возникает небольшое напряжение. Данное свойство используется сенсорами или датчиками для обнаружения давления или звуковых волн. Например, в датчиках детонационного сгорания топлива, которые присутствуют практически во всех автомобильных двигателях, используются кварцевые кристаллы, чувствительные к вибрациям двигателя при сгорании топлива. Поскольку детонация может быстро вывести двигатель из строя, компьютер для управления мотором использует данные, полученные от одного или нескольких датчиков, для изменения времени зажигания, что и предотвращает повреждение двигателя. В некоторых микрофонах и звукоснимателях также используются кварцевые кристаллы, для того чтобы преобразовать звуковые волны или движение иглы в спиральном желобке в напряжение.

Пьезоэлектричество может проявляться двумя способами: или при деформации кристалла возникает напряжение, или прилагаемое напряжение приводит к деформации кристалла. Хотя кристалл по своей природе является хрупким, он не лишен некоторой эластичности, а значит, любая деформация может повторяться. Следовательно, если прилагать напряжение, деформация кристалла между двумя крайними положениями будет происходить с определенной частотой. Как и у камертона или трубы органа, собственная частота резонанса зависит от формы и размера кристалла: чем меньше и тоньше кристалл, тем она выше.

Амплитуда колебаний очень мала, приблизительно 68 нанометров на сантиметр; длина кристалла составляет всего несколько атомов. Однако при этом частота колебаний оказывается чрезвычайно высокой, что означает возможность получения достаточно большой силы. Например, при частоте 50 МГц получаемая сила в 5 млн. раз превышает силу тяжести.

Резонаторы изготавливаются из пластин кварца, который может быть как естественного, так и искусственного происхождения. Разумеется, при производстве большинства кварцевых кристаллов используется искусственный кварц. Полученные пластины разрезаются на квадраты, углы которых закругляются, после чего они закрепляются на плоских дисках, которые называются *бланками*. Чем тоньше диск, тем выше частота резонанса; однако существуют определенные ограничения, которые накладываются на минимально допустимую толщину диска, поскольку в противном случае диск просто поломается. Для основной частоты резонаторов предельное значение составляет 50 МГц. При такой частоте диск не толще листа бумаги, поэтому дальнейшее уменьшение толщины не имеет смысла. Однако при использовании гармоник основной частоты возможно создание кристаллов частотой 200 МГц и даже больше. При использовании синтезаторов частоты возможно достижение и более высоких значений; при этом основная частота умножается на определенный коэффициент, благодаря чему ста-

новится возможным достижение частот гигагерцевого и даже терагерцевого диапазонов. В современных ПК для получения высоких частот используются именно синтезаторы частоты.

Форма упаковки кристаллов, как и сами кристаллы, может быть самой разной. Как правило, упаковки изготавливаются из металла и обладают круглой или вытянутой формой, однако возможно использование других форм и материалов, в том числе пластика (рис. 21.1).

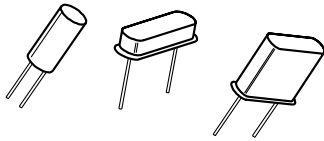


Рис. 21.1. Упаковки кристаллов различных форм

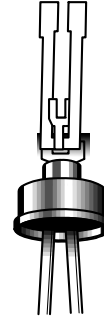


Рис. 21.2. Кварцевый кристалл в форме камертона

Как правило, кристалл внутри упаковки имеет форму диска, однако иногда используются кристаллы в форме камертона. Пример подобного кристалла после снятия крышки представлен на рис. 21.2.

Резонаторы, как правило, имеют форму диска, который находится в герметичной упаковке. Пример типичного кристалла с резонатором в форме диска представлен на рис. 21.3.

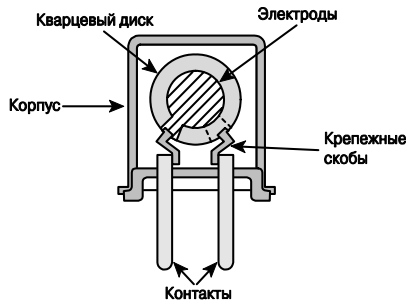


Рис. 21.3. Вид изнутри кристалла с резонатором в форме диска

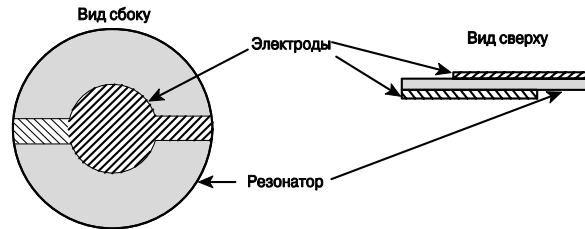


Рис. 21.4. Электроды, предназначенные для подачи напряжения

С каждой стороны кварцевого диска расположены электроды, предназначенные для подачи напряжения (рис. 21.4).

Использовать кварцевый кристалл для управления электрическими колебаниями еще в 1921 году предложил Уолтер Кейди. Он опубликовал полученные результаты в 1922 году, что привело к появлению в 1927 году первых кварцевых часов, изготовленных Уорреном Мэррисоном. В современных компьютерах используется несколько тактовых генераторов, предназначенных для управления частотой шины и процессора, а также часами.

История разгона

Как отмечалось выше, разгон появился вместе с первыми компьютерами. На протяжении всей истории существования компьютеров были желающие во что бы то ни стало ускорить их работу. Я занялся разгоном ПК еще в начале 1980-х годов, используя для этого целый ряд устройств, доступных на рынке. Самой простой системой для разгона оказался компьютер

IBM PC/AT, в котором кристалл генератора был вставлен в разъем. Также существовало две версии моделей XT: в одной из них использовался кристалл с частотой 12 МГц, в другой — с частотой 16 МГц. Частота генератора делилась на 2, в результате чего рабочая частота процессора составляла 6 и 8 МГц соответственно.

В те времена самым простым способом разгона было извлечение кристаллов с частотой 12 или 16 МГц и их замена кристаллами с частотой 18 или 20 МГц, что позволяло получить рабочую частоту процессора 9 или 10 МГц. В 1984 году я приобретал подобные кристаллы за 1 доллар в компании RadioShack; при этом сам процесс замены кристалла длился пару секунд. Поэтому, обзаведясь компьютером с частотой процессора 6 МГц, я установил кристалл с частотой 18 МГц, после чего частота процессора возросла до 8 МГц. Как видите, я смог повысить производительность системы на 50%, заплатив всего 1 доллар. Затем я пробовал устанавливать кристалл с частотой 20 МГц (что соответствует частоте процессора 10 МГц), однако система отказывалась загружаться, и мне пришлось вернуть на место кристалл с частотой 18 МГц (что соответствует частоте процессора 9 МГц).

Развивая эту идею, многие компании выпустили генераторы плавной перестройки; они подключались к кристаллу переменной частоты, который устанавливался вместо стандартного кристалла с фиксированной частотой. При этом сзади системного блока закреплялась управляющая панель, на ней располагался регулятор, вращая который, можно было изменять быстродействие системы. Наиболее сложным среди подобных устройств было XCELX, которое позволяло увеличить частоту процессора в компьютерах IBM PC/AT с 6,5 до 12,7 МГц. Устройство XCELX, выпущенное в 1985 году, показано на рис. 21.5.

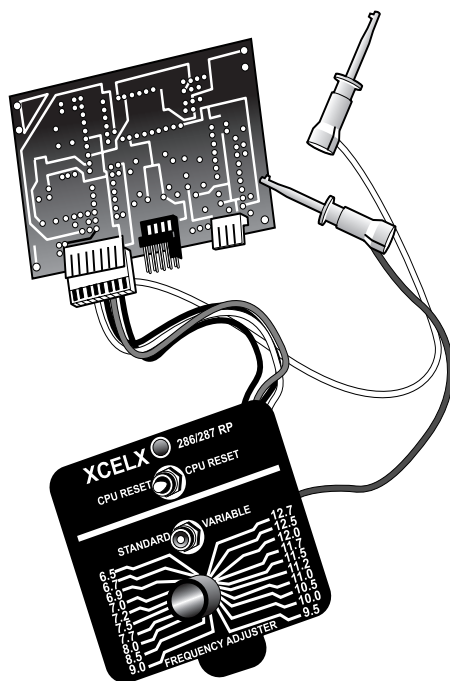


Рис. 21.5. Устройство для изменения частоты XCELX, которое позволяло значительно повысить быстродействие компьютеров IBM PC/AT

Согласно инструкции частоту следовало увеличивать до тех пор, пока система не “зависнет”, после чего требовалось уменьшить полученное значение на одно-два деления шкалы. Поэтому быстродействие каждого конкретного экземпляра компьютера в значительной мере зависело от его компонентов.

Сейчас мало кого заботит разгон систем, выпущенных более 20 лет назад, поэтому хотелось бы подчеркнуть, что вопросы разгона сопровождали всю историю развития ПК.

Тактовые генераторы современных ПК

В современном ПК системная плата содержит минимум два кристалла; основной кристалл используется для управления скоростью работы системной платы и ее цепями, а второй — для управления часами реального времени (RTC). Основной генератор всегда работает на частоте 14,31818 МГц (данное значение может указываться и как 14,318 или просто 14,3), а генератор RTC всегда работает на частоте 32,768 кГц.

Почему именно 14,31818 МГц

Процессор в первых компьютерах IBM PC, выпущенных в 1981 году, работал с частотой 4,77 МГц, которая получалась в результате деления на три частоты генератора 14,31818 МГц. У многих возникает вопрос, почему частотой генератора не стала частота 14,3 МГц, ведь процессор 8088, выпущенный компанией IBM, был пригоден для работы на частоте 5 МГц. Дело в том, что при такой конструкции в систему пришлось бы добавлять второй кристалл, который обеспечивал совместимость видеосигнала со стандартом модуляции NTSC цветного телевидения (3,58 МГц). Значение 14,31818 МГц делилась на 4 для получения значения 3,58 МГц, т.е. необходимость во втором тактовом генераторе отпадала. Но и это еще не все. В результате деления частоты генератора на 12 получалась частота 1,193182 МГц, которая использовалась 16-разрядной трехканальной микросхемой таймера/счетчика 8253. Каждый канал можно использовать для ввода сигнала, а также его вывода после деления на произвольное 16-разрядное значение. Канал 0 использовался для задания времени дня. Данный канал был запрограммирован таким образом, чтобы BIOS обращалась по адресу INT 08h каждые 65536 тактов, что составляет 18,2 раза в секунду (или каждые 55 миллисекунд). Функции, связанные с адресом INT 08h, обновляют значение времени, а также могут быть связаны с другими действиями. Канал 1 использовался для указания DMA на необходимость обновлять содержимое динамического ОЗУ каждые 72 цикла (около 15 микросекунд), а канал 2 — для подачи звукового сигнала на динамик; благодаря изменению делителя можно было получить разные тона.

Таким образом, используя кристалл с частотой 14,318 МГц, а не какой-либо другой, инженеры компании IBM создали такую конструкцию материнской платы, в которой всего один кристалл обеспечивал работу процессора, видеокарты, часов реального времени, циклов обновления памяти и даже звуки встроенного динамика. Разумеется, это привело к упрощению материнской платы и, следовательно, к снижению ее себестоимости.

Данное решение выдержало испытание временем. Даже современные компьютеры управляются кристаллом с частотой 14,318 МГц. Этот кварц, совместно с микросхемами-множителями, обеспечивает весь спектр частот, используемых элементами материнской платы.

Спрашивается, если ПК не работают с частотой 14,318 МГц, каким образом кристалл может использоваться для управления скоростью работы компьютера? Что произойдет, если установить другой процессор? Каким образом система изменяет параметры шины и других компонентов при замене процессора? Ответ очень прост: для обеспечения необходимых частот вместе с кристаллом используется *синтезатор частоты* FTG. На рис. 21.6 представлен фрагмент фотографии системной платы; на ней видна микросхема FTG, под которой расположен кристалл с собственной частотой резонанса в 14,318 МГц.

Часы реального времени первого компьютера были крайне неточными, поэтому, начиная с модели IBM AT, в конструкцию материнской платы был добавлен второй кристалл с частотой 32,768 кГц, не зависящий от быстродействия системы. На рис. 21.7 показан кристалл с частотой 32,768 кГц, расположенный рядом с микросхемой южного моста (концентратора контроллеров ввода-вывода).

Большинство микросхем синтезаторов частоты, которые используются на системных платах, выпускают компании Integrated Device Technology (www.idt.com) (панель — Integrated Circuit Systems) и Cypress Semiconductor (www.cypress.com) (панель — International Microcircuits, Inc. — IMI). В подобных микросхемах используются цепи фазовой автоматической подстройки частоты PLL (Phased Locked Loop) для обеспечения необходимых частот процессорной шины, шины PCI, шины AGP и других шин на основе сигнала от одного кристалла с частотой 14,318 МГц. Как правило, кристалл и синтезатор частоты размещаются на системной плате рядом с гнездом процессора или компонентами набора микросхем.

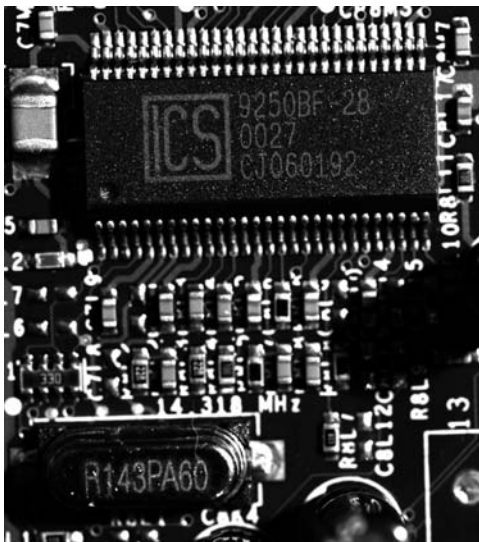


Рис. 21.6. Микросхема синтезатора частоты, под которой расположен кристалл с собственной частотой резонанса 14,318 МГц

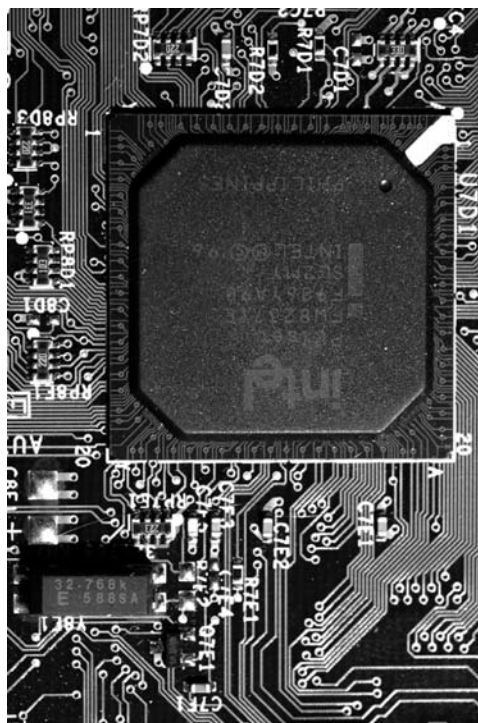


Рис. 21.7. Кристалл с частотой 32,768 кГц, расположенный рядом с микросхемой южного моста (концентратора контроллеров ввода-вывода)

Одно из наиболее заметных свойств подобных микросхем состоит в том, что большинство из них являются программируемыми и настраиваемыми, поэтому их режим работы можно изменять. В результате можно значительно увеличивать быстрдействие системы программными методами. Так как частота процессора зависит от частоты процессорной шины, которая задается синтезатором частоты, можно изменять рабочую частоту процессора. Поскольку частоты шины PCI, шины AGP и шины памяти часто синхронизируются с процессорной шиной, при изменении значения последней на определенное процентное значение на это же значение изменяется частота других шин. Большинство современных системных плат позволяют изменять параметры работы шин с помощью программы настройки BIOS.

Советы по разгону

Многие современные системные платы автоматически определяют такие характеристики процессора и модулей памяти, как частота, временные задержки и напряжение. На системных платах для процессоров 486 и Pentium соответствующие параметры задавались с помощью переключателей, однако на современных системных платах все настройки, как правило, задаются в параметрах BIOS; вначале настраивается ручной режим управления, а затем — конкретные значения параметров. Подобные изменения могут приводить к неустойчивости в работе системы, поэтому после «зависаний» или сбоев многие системы автоматически загружают программу настройки BIOS со стандартными значениями параметров. В результате для разгона компьютерной системы достаточно изменить значения всего нескольких параметров.

Концепция разгона очень проста: вы изменяете значения параметров в целях увеличения частоты процессора, памяти, шин и других компонентов до тех пор, пока работа системы не

станет неустойчивой. После этого значения параметров необходимо “ослабить” таким образом, чтобы восстановить устойчивую работу системы. В результате определяются максимально допустимые значения параметров, при которых работа системы остается стабильной. Поскольку все компоненты уникальны, даже процессоры с одинаковой номинальной частотой разгоняются по-разному.

Данный принцип используется также при производстве процессоров и других компонентов. Например, современное ядро Prescott процессора Pentium 4 характеризуется площадью 122 мм^2 , а при производстве используются пластины диаметром 300 мм; в результате из одной пластины получается 631 ядро. Многие из полученных микросхем проверку не проходят; на самом деле тестирование проходит около 80%, или 504 микросхемы. В настоящее время Intel выпускает процессоры с ядром Prescott частотой от 2,4 до 3,4 ГГц. Это означает, что более 500 микросхем, полученных из одной пластины, потенциально способны работать с частотой 3,4 ГГц (или больше). Готовые микросхемы тестируются и маркируются в соответствии с полученными результатами. Когда производство только начиналось, лишь немногие микросхемы могли работать на максимальной частоте, в то время как большинство микросхем работали на меньшей. Именно поэтому наиболее быстрые процессоры оказывались намного дороже — ведь немногие из них были способны пройти проверку. Однако по мере совершенствования технологического процесса все больше и больше микросхем проходили тестирование. Поскольку менее скоростные процессоры дешевле, а значит, их продается гораздо больше, компания Intel маркировала довольно много процессоров меньшей частотой, чтобы увеличить объемы продаж. Из этого следует, что, приобретая дешевый процессор с малой частотой, вы получаете такой же процессор, как и процессор с большей частотой. Просто дорогой процессор гарантированно может работать на высоких частотах, а дешевый, для которого заявлена меньшая номинальная частота, — не может. Именно на это и рассчитывают любители разгона. Они приобретают процессоры, для которых заявлена небольшая номинальная тактовая частота, после чего проводят собственные исследования, чтобы определить, на какой максимальной частоте сможет работать тот или иной экземпляр процессора. И чем выше указанная номинальная частота, тем меньше вероятность достижения еще более высоких частот. Поэтому чаще всего любители разгона приобретают процессоры определенной архитектуры с минимальной номинальной частотой, поскольку стоимость подобных процессоров оказывается, как правило, гораздо ниже стоимости их более скоростных аналогов. Другими словами, вы можете найти младшую модель процессора в серии, которая сможет работать на такой же высокой частоте, как и старшая модель. Если же начинать с достаточно скоростной модели, вряд ли можно достичь сколько-нибудь существенного увеличения частоты.

В данном случае очень важно помнить, что указанная частота процессора и максимальная частота, на которой он в состоянии работать, — это не одно и то же. Такие производители, как Intel и AMD, крайне консервативно подходят к маркировке процессоров, поэтому практически любой процессор может работать на частоте, превышающей указанное номинальное значение. Вопрос состоит в том, каким именно запасом по частоте характеризуется конкретный экземпляр процессора? Единственный способ оценить потенциал процессора — индивидуально его протестировать.

Частота шины и коэффициенты умножения

Частота современных процессоров многократно превосходит частоту системной шины, а сам множитель частоты встроен в процессор. Поэтому для разгона процессора достаточно повысить частоту его шины. Шину процессора также иногда называют *шиной переднего плана* (FSB).

Например, я собрал систему, в которой используется процессор Intel Pentium 4 3.2E, работающий на частоте 3200 МГц с частотой системной шины 800 МГц. В результате частота процессора в четыре раза превысила частоту системной шины. Мне удалось увеличить частоту шины с 800 до 832 МГц, при этом частота процессора возросла с 3200 до 3328 МГц, что на 128 МГц выше номинальной. Следует отметить, что мне потребовалось меньше одной минуты на то, чтобы загрузить программу настройки BIOS, внести изменения, после чего сохранить

их и перезагрузить компьютер. В результате быстродействие системы возросло на 4%, хотя мне не пришлось заплатить за это ни копейки; более того, повышение быстродействия никак не отразилось на устойчивости работы компьютера.

Многие системные платы позволяют увеличивать частоту шины на 50% и даже больше, однако далеко не каждый процессор сможет работать при столь значительном увеличении частоты, а значит, или система “зависнет”, или в ее работе произойдет сбой. Также не стоит забывать о том, что при увеличении частоты системной шины на то же процентное значение увеличиваются частоты шины памяти, шины PCI и шины AGP. Таким образом, если память не способна работать на повышенных частотах, система также будет работать нестабильно или “зависать”, даже если процессор может работать при увеличенной частоте. В данном случае результаты зависят от наиболее слабого места в системе, т.е. от компонента, наименее склонного к разгону.

Многие системные платы позволяют увеличивать напряжение, которое подается на процессор, память и видеоадаптер. При внесении подобных изменений необходимо быть особенно осторожным, поскольку, задав слишком высокое напряжение, можно просто вывести соответствующий компонент из строя. Однако многие любители разгона все равно изменяют напряжение питания компонентов, так как это позволяет значительно увеличить потенциал разгона последних.

Охлаждение

В компьютерах с быстродействующими процессорами могут возникать серьезные проблемы, связанные с перегревом микросхем. Более быстродействующие процессоры потребляют большую мощность и, соответственно, выделяют больше тепла. Для отвода тепла необходимо принимать дополнительные меры, поскольку встроенного вентилятора может оказаться недостаточно.

Теплоотводы

Для охлаждения процессора нужно приобрести дополнительный *теплоотвод*. В некоторых случаях может потребоваться нестандартный радиатор с большей площадью поверхности (т.е. с удлиненными ребрами).

Теплоотвод напоминает радиаторную решетку в машине, необходимую для отвода от двигателя избыточного тепла. Аналогичным образом радиатор помогает процессору избавиться от тепла, которое затем выводится за пределы системного корпуса. Радиатор создан на основе теплового проводника (обычно металлического) для переноса тепла с процессора на ребра радиатора, имеющие большую охлаждающую поверхность. Как и в автомобиле, эффективность радиатора зависит от воздушного потока, без которого он не сможет отводить избыточное тепло. Для защиты от перегрева за радиатором автомобиля размещен вентилятор. Точно так же в корпусе ПК установлен вентилятор, обдувающий радиатор и выводящий тепло за пределы корпуса. В некоторых системах вполне достаточно вентилятора блока питания и специального радиатора; тем не менее в большинстве случаев для дополнительного охлаждения над радиатором процессора устанавливается свой вентилятор. Во многих системах за передней панелью корпуса установлен еще один вентилятор, выводящий горячий воздух из системы и засасывающий прохладный воздух извне корпуса.

Радиаторы могут быть прижатыми к микросхеме или приклеенными к ее корпусу. В первом случае для улучшения теплового контакта между радиатором и корпусом микросхемы их поверхности следует смазать специальной термопастой. Она заполнит воздушный зазор, что улучшит передачу тепла. На рис. 21.8 показаны способы соединения радиатора и процессора.

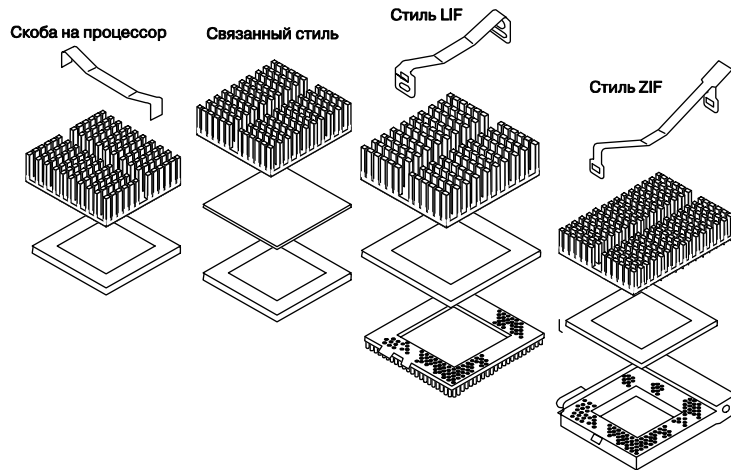


Рис. 21.8. Пассивные радиаторы прикрепляются к процессору несколькими способами

Совет

Согласно данным компании Intel зажимы радиаторов занимают второе место в списке причин выхода из строя системных плат (на первом месте находятся отвертки). При установке или снятии радиатора будьте осторожны и не поцарапайте поверхность системной платы. Как правило, зажим закрепляется на специальном пластиковом выступе гнезда процессора, поэтому установка или снятие зажима часто приводит к повреждению поверхности системной платы под этим выступом. Имеет смысл разместить под выступом тонкую пластиковую подложку, особенно если в этом месте проходят контактные дорожки системной платы.

Эффективность радиаторов определяется отношением температуры радиатора к рассеиваемой мощности. Чем меньше это отношение, тем выше эффективность рассеивания тепла.

Активные теплоотводы

Для повышения эффективности радиатора в него встраивают вентиляторы. Такие радиаторы называются активными (рис. 21.9). Разъем питания вентилятора похож на обычный разъем питания накопителя, но в последнее время выпускаются радиаторы с вентилятором, который подключается к системной плате.

Разъем Socket 478 оснащен двумя крепежными скобами. При этом обеспечивается очень надежное крепление, что позволяет переносить системный блок даже после установки тяжелых радиаторов. Кроме того, благодаря сильному нажиму обеспечивается хороший контакт между термоинтерфейсом, нанесенным на радиатор, и процессором.

На рис. 21.10 представлена схема системы охлаждения процессоров для гнезд Socket AM2, 930, 939 и 754. Здесь используется механизм крепления, подобный механизму активного радиатора разъема Socket 478, но фиксирующая защелка распложена только с одной стороны. Для предотвращения деформации системной платы с другой ее стороны напротив процессорного гнезда закреплена пластина с крепежной рамкой, в которую вставляется радиатор. Как правило, крепежная рамка и задняя пластина поставляются уже установленными на системную плату, а активный радиатор — вместе с процессором.

Совет

Подключать вентилятор к разъему на системной плате рекомендуется потому, что BIOS многих современных плат позволяет отображать данные о количестве оборотов вентилятора и температуре процессора с помощью специальных диагностических программ. Некоторые процессоры, особенно старые версии Athlon, могут перегореть буквально за несколько секунд при выходе из строя вентилятора, поэтому подобные программы помогут избежать катастрофы.

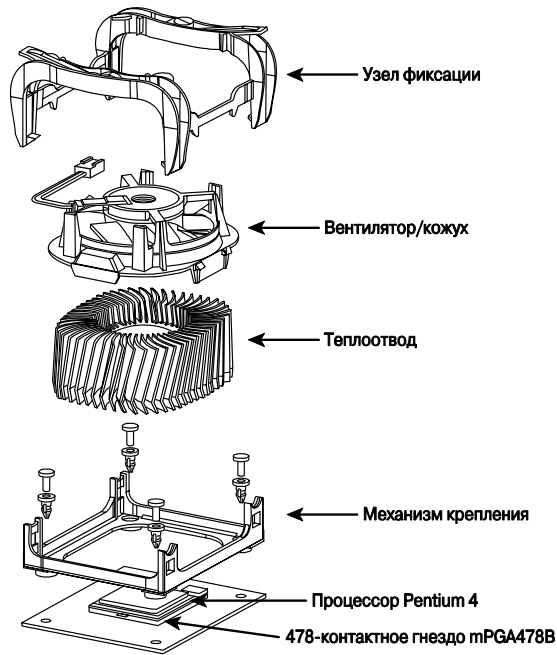


Рис. 21.9. Активный радиатор, используемый с процессором Pentium 4, который устанавливается в гнездо Socket 478



Рис. 21.10. Активный радиатор, предназначенный для охлаждения процессоров Athlon 64, Athlon 64 FX и Opteron. Подходит для процессоров, устанавливаемых в разъемы Socket 754, Socket 939 и Socket 940

В активных радиаторах используется вентилятор или какое-либо другое устройство охлаждения, для работы которого необходима электрическая энергия. Активные радиаторы обычно подключаются к специальному разъему питания, расположенному на системной плате (а в системах более ранних версий — к разъему питания дисководов). При использовании радиаторов с вентилятором не забывайте о том, что зачастую эти вентиляторы являются дешевыми устройствами весьма низкого качества. Например, в вентиляторах часто используется электрический двигатель с подшипниками, срок службы которых крайне непродолжителен. Я рекомендую приобретать только вентиляторы с электродвигателями на шарикоподшипниках, которые служат примерно в 10 раз дольше, чем подшипники скольжения (или подшипники втулочного типа). Конечно, подобные вентиляторы почти в два раза дороже, но их применение в конечном итоге приводит к ощутимой экономии.

Новые вентиляторы оснащены 4-контактным разъемом, в отличие от 3-х контактов стандартных; 4-й контакт используется для управления скоростью вращения. Они известны как *вентиляторы с импульсной модуляцией*, поскольку используют импульсный сигнал, подаваемый материнской платой для точного указания скорости вращения в большом диапазоне. Стандартные трехпроводные вентиляторы имели внутренние термические сопротивления (*термисторы*), управляющие скоростью вращения. Они, как правило, обеспечивали переключение между двумя скоростями. При использовании импульсной модуляции материнская плата может отслеживать температуру системы и процессора и соответствующим образом плавно регулировать скорость вращения вентилятора.

Теплоотводы, предназначенные для гнезд LGA775, обычно содержат пластиковые защелки, вставляемые в отверстия на материнской плате. Для установки такого теплоотвода нужно отклонить защелки в сторону, противоположную направлению стрелки, а затем нажать на верхнюю часть, пока защелки не зафиксируются в отверстиях материнской платы. Для снятия такого теплоотвода нужно открыть винты, находящиеся под стрелками, и повернуть их в направлении стрелок. По мере вращения защелка будет плавно выходить из отверстия на материнской плате. На рис. 21.11 показан активный теплоотвод, предназначенный для охлаждения процессоров для гнезд LGA775; универсальность обеспечивается за счет поставки в комплекте крепежных рамок для разных процессорных гнезд.

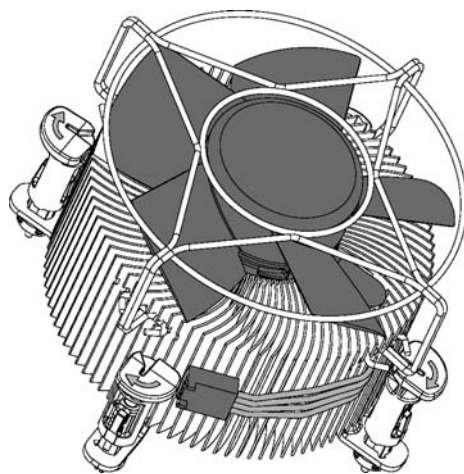


Рис. 21.11. Теплоотвод боксированного процессора для гнезда LGA775 с защелками и четырехпроводным вентилятором

В связи с большим разнообразием быстродействия и гнезд для установки современных процессоров вам придется выбирать совместимую модель теплоотвода. Производительность

теплоотвода, необходимого для конкретного процессора, зависит от двух основных величин: максимально допустимой температуры корпуса и максимальной выходной мощности. В следующем разделе будут продемонстрированы вычисления необходимого максимального теплового сопротивления. Всегда можно установить теплоотвод с более низким тепловым сопротивлением, что только улучшит охлаждение. В то же время нельзя устанавливать теплоотвод с более высоким тепловым сопротивлением, чем того требует процессор.

Так называемые “коробочные” версии процессоров Intel и AMD или процессоры, поступающие в розничную продажу, включают в себя высококачественные активные радиаторы, предназначенные для работы в максимально неблагоприятных условиях. Это одна из основных причин, по которым я склонен приобретать процессоры “коробочных” версий, — наличие надежных радиаторов, предназначенных для охлаждения процессора при самых неблагоприятных внешних условиях, что обеспечивает долгую “жизнь” компьютера.

При покупке OEM-версии процессора без теплоотвода будьте готовы выложить дополнительно 25–60 долларов за активный радиатор высокого класса; некоторые уникальные модели могут стоить еще дороже. Обычно пользователи, планирующие разгонять системы, приобретают высококачественные системы охлаждения в надежде, что на этот раз дополнительные затраты себя окупят.

Пассивные теплоотводы представляют собой реберные алюминиевые радиаторы, принимающие поток воздуха, который поступает из внешнего источника (рис. 21.12). Условием хорошей работы пассивного радиатора является воздушный поток, огибающий ребра или пластины радиатора. Источником воздуха чаще всего служит вентилятор, встроенный в системный блок. Для повышения его эффективности обычно применяется специальная трубка, используемая для направления воздушного потока непосредственно через ребра радиатора. Интегрирование пассивного радиатора — занятие довольно сложное, поскольку необходимо обеспечить постоянный приток воздуха, поступающего из какого-либо внешнего источника. Следует заметить, что при соответствующем исполнении пассивный радиатор может оказаться довольно эффективным и рентабельным. Поэтому во многих фирменных системах, к числу которых относятся компьютеры Dell и Gateway, часто используются пассивные радиаторы с туннельным вентилятором. Системам, собираемым отдельными пользователями или специалистами небольших компаний, не имеющими возможности разработать нестандартную схему пассивного охлаждения, приходится полагаться на активные радиаторы со встроенными вентиляторами. Активные радиаторы обеспечивают надежное принудительное охлаждение процессора независимо от схемы движения воздушных потоков, используемой в данной системе.

Уникальные теплоотводы

Существует большой рынок так называемых “уникальных” теплоотводов, форму и конструкцию которых можно отнести к произведениям индустриального искусства. Эти причудливые теплоотводы очень популярны в среде любителей разгона компьютерных систем, а также среди тех, кто склонен к совершенству во всем.

Я склоняю голову перед привлекательным внешним видом таких устройств, однако, будучи инженером, в первую очередь, я обращаю внимание на технические характеристики. Сразу скажу, что большинство уникальных теплоотводов обладают превосходными термальными качествами; реальный уровень их производительности редко отражается в документации, что делает сравнение сложной задачей. По этой причине основным ориентиром для многих покупателей становится цена. Среди недостатков уникальных теплоотводов, которые мне доводилось встречать в розничной торговле, отмечу следующие.

- **Размер.** Обычно они очень громоздкие, а их формы могут подойти далеко не для каждой материнской платы или корпуса.
- **Вес.** Часто вес уникальных теплоотводов превосходит рекомендуемое максимальное значение, что потенциально может привести к повреждению материнской платы и/или гнезда процессора при перемещении системы.

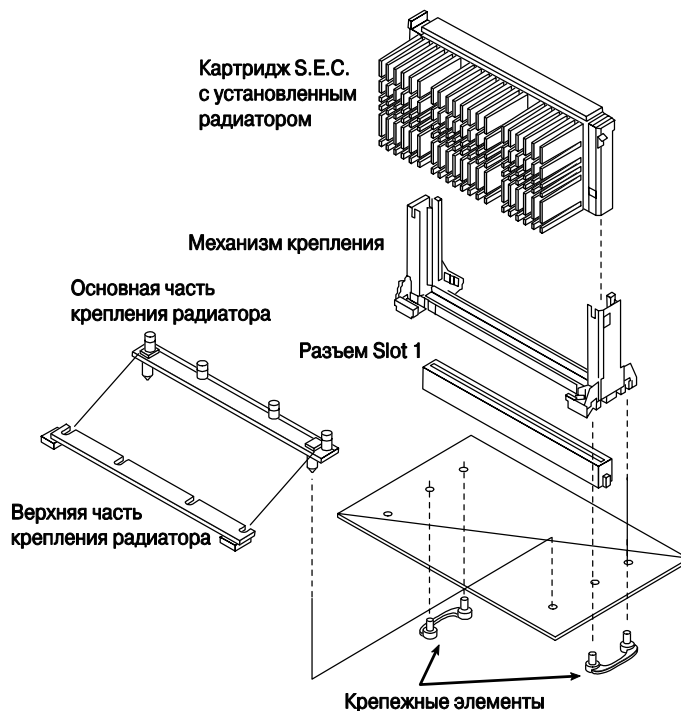


Рис. 21.12. Пассивный теплоотвод и его крепления, используемые с процессорами Pentium II/III-SECC

- **Подключение.** Часто для установки таких теплоотводов используется сложная система креплений; обычно для этого требуется демонтировать материнскую плату.
- **Воздушные потоки.** Часто они не обеспечивают всесторонний обдув, необходимый для охлаждения регуляторов напряжения и микросхемы северного моста.
- **Документация.** Часто фактическая информация об измеренной термальной производительности таких теплоотводов отсутствует в документации.
- **Стоимость.** Как правило, уникальные теплоотводы стоят во много раз дороже обычных.

Пожалуй, наибольшей проблемой все же является недостаток технической документации. Главной спецификацией теплоотводов является термическое сопротивление, выраженное в градусах Цельсия на ватт. Чем ниже этот показатель, тем выше производительность. К сожалению, в технических характеристиках большинства уникальных теплоотводов именно этот показатель отсутствует. Не зная тепловое сопротивление, невозможно сравнить производительность разных моделей теплоотводов.

Усилие прикреплениа радиатора

В корпусе FC-PGA, используемом в современных процессорах, необработанный кристалл процессора устанавливается в перевернутом виде на верхней части микросхемы, благодаря чему этот корпус и получил свое название “перевернутый кристалл” (flip-chip). Производство процессора методом перевернутого кристалла дает возможность устанавливать радиатор непосредственно на кристалл, что позволяет максимально отводить тепло от работающего процессора.

Одной из основных проблем является превышение или неравномерное распределение усилия, прилагаемого при установке радиатора. В соответствии со спецификациями Intel средняя допустимая нагрузка, возникающая при установке радиатора на кристалл процессо-

ра, не должна превышать 20 фунтов (около 8 кг). В то же время пружинные зажимы, используемые в системах AMD (Athlon, Duron и Athlon XP) для фиксации радиатора, имеют более высокое усилие прижима, равное 30 фунтам (примерно 12 кг). Очень часто это приводит к повреждению процессора непосредственно при установке радиатора. Причиной более высокой статической нагрузки на микросхемы AMD является стремление обеспечить более высокую теплопередачу, поскольку процессоры AMD нагреваются во время работы до более высокой температуры, чем микросхемы Intel. Кристалл процессора выступает над поверхностью микросхемы, поэтому установленный радиатор контактирует непосредственно только с кристаллом; при этом его края выходят далеко за границы кристалла. Слишком высокая или неравномерно распределенная нагрузка при установке радиатора может привести к физическому повреждению кристалла. В результате процессор выходит из строя, причем изготовитель микросхемы не несет никаких гарантийных обязательств, так как причиной повреждения является не заводской брак, а неправильная эксплуатация процессора. Проблема физического повреждения кристалла актуальна для процессоров компаний AMD и Intel, но особенно она касается микросхем AMD, что связано с необходимостью применять большое усилие для фиксации радиатора. Многие поставщики предоставляют гарантию только в том случае, если процессор продается вместе с системной платой и предварительно установленным радиатором.

В компаниях AMD и Intel были разработаны определенные методы решения подобных проблем. Например, в процессорах AMD по углам микросхемы начали устанавливаться специальные резиновые прокладки, предназначенные для поддержки корпуса радиатора и компенсации неравномерно распределяемых усилий фиксации, приводящих к повреждению кристалла. К сожалению, использование демфирующих прокладок не позволяет полностью избежать повреждения кристалла при установке радиатора в наклонном или перекошенном положении.

Кроме того, компании Intel и AMD пришли к другому решению, и в более современных процессорах над кристаллом устанавливается металлическая крышка, называемая *интегрированным теплоотводом* (IHS). Эта крышка защищает кристалл от чрезмерного давления и увеличивает поверхность термического контакта между процессором и радиатором. Допустимое усилие прижима для многих микросхем Intel, снабженных модулем IHS, достигает 100 фунтов (около 40 кг), что практически избавляет пользователей от опасности повреждения кристалла при установке радиатора. Интегрированный распределитель тепла включен во все процессоры, начиная с Pentium III/Celeron Tualatin, созданные по 0,13-микронной технологии, а также в семейство процессоров Athlon 64. Вообще говоря, корпус FC-PGA с интегрированным теплоотводом называется FC-PGA2 (рис. 21.13).

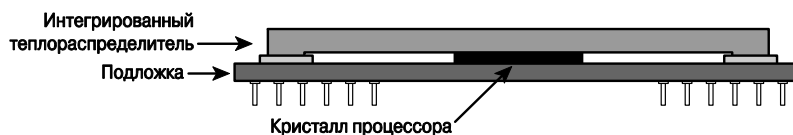


Рис. 21.13. Вид процессора в корпусе FC-PGA2 сбоку; обратите внимание на наличие теплоотводителя над ядром

При использовании процессоров AMD или Intel, не содержащих металлической пластины интегрированного распределителя тепла, особое внимание обращайте на ровное расположение контактных поверхностей кристалла и радиатора во время закрепления или снятия фиксатора радиатора.

Эффективность теплоотвода

При охлаждении процессора радиатор отводит тепло за пределы устройства (поэтому иногда используется термин *теплоотвод*). Эта возможность характеризуется такой величиной, как *тепловое сопротивление*, которое измеряется в градусах Цельсия на ватт ($^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$). Чем ниже тепловое сопротивление радиатора, тем эффективнее он может отводить тепло от процессора.

Вычислить характеристики необходимого радиатора можно по формуле

$$R_{\text{total}} = (T_{\text{case}} - T_{\text{inlet}}) / P_{\text{power}}$$

Здесь T_{case} — максимально допустимая температура процессора; T_{inlet} — максимально допустимая температура радиатора; P_{power} — максимальная мощность, рассеиваемая процессором. Например, для процессора Pentium 4 3.4E (ядро Prescott) максимальная рабочая температура составляет 73°C , а температура радиатора — 38°C ; при этом максимальная рассеиваемая мощность составляет 103 Вт. Это означает, что необходимый радиатор должен характеризоваться тепловым сопротивлением $0,34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ($(73^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}) / 103 \text{ Вт} = 0,34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$). В данном случае учитывается сопротивление материала термоинтерфейса (термопасты) и собственно радиатора, поэтому, если вы используете термопасту с известным тепловым сопротивлением $0,01^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, радиатор должен характеризоваться тепловым сопротивлением $0,33^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ или меньше.

В качестве более экстремального примера приведем четырехъядерный процессор Core 2 Extreme QX6800, для которого максимально допустимая температура и мощность рассеивания составляют $54,8^{\circ}\text{C}$ и 130 Вт. Как несложно подсчитать, радиатор для этого процессора должен характеризоваться тепловым сопротивлением $0,13^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Такого низкого показателя позволяет добиться водяное охлаждение.

Кроме того, можно воспользоваться формулой

$$P_{\text{power}} = C \times V^2 \times F.$$

Здесь P_{power} — максимальная мощность, рассеиваемая процессором; C — емкость; V — напряжение; F — частота. Таким образом, увеличение частоты в два раза приводит к двукратному увеличению рассеиваемой мощности, в то время как увеличение напряжения в два раза приводит к четырехкратному увеличению мощности. Следовательно, если уменьшить напряжение в два раза, выделяемая мощность уменьшится в четыре раза. Данные взаимосвязи очень важны при разгоне процессора, поскольку при увеличении напряжения рассеиваемая процессором мощность возрастает заметно быстрее, чем его частота.

В общем случае увеличение частоты процессора на 5% приводит к увеличению мощности на ту же величину. Применительно к приведенному выше примеру это означает, что выделяемая процессором мощность увеличивается со 103 до $108,15$ Вт, при этом тепловое сопротивление радиатора уменьшается с $0,34$ до $0,32^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. В большинстве случаев, если вы не занимаетесь экстремальным разгоном, возможностей существующего радиатора должно быть вполне достаточно. Кроме того, можно попытаться немного уменьшить напряжение, тем самым уменьшив рассеиваемую энергию. Конечно, снижение напряжения может привести к нестабильной работе процессора, поэтому данная процедура требует проверки. Как видите, при разгоне системы необходимо проводить ее всестороннее тестирование. Следовательно, вам самим придется принимать решение о том, стоит ли увеличение быстродействия затраченных на проверку работоспособности системы времени и сил.

Обратите внимание, что все серьезные производители радиаторов указывают их тепловое сопротивление, а малоизвестные компании — не указывают. Кроме того, не следует забывать, что некоторые производители делают ставку не на фактическую производительность радиатора, а на его внешний вид.

Установка радиатора

Чтобы обеспечить наилучший отвод тепла от процессора, большинство производителей радиаторов используют определенное термическое вещество, которое размещается между процессором и поверхностью радиатора. Как правило, этот материал представляет собой белую пасту, созданную на основе оксида алюминия, а также на керамической или серебряной основе. Ряд материалов называют *фазовыми*, поскольку они могут, например, менять вязкость (становиться тоньше) при определенных температурах, позволяя тем самым лучше заполнить пространство между поверхностью процессора и радиатора. *Термопасты* лучше проводят тепло, чем фазовые материалы, однако обладают меньшей вязкостью и большей текучестью, их

сложно наносить, а в некоторых случаях паста может даже вытечь и попасть на гнездо процессора и системную плату.

Тепловой проводник любого типа, будь то паста или фазовый материал, значительно расширяет возможности радиатора. Тепловые материалы характеризуются теплопроводностью (чем больше ее коэффициент, тем лучше) и термическим сопротивлением (здесь наоборот: чем меньше, тем лучше). Чаще всего приводят тепловое сопротивление для слоя толщиной 0,001 дюйма и площадью 1 дюйм². В любом материале, чем больше площадь или чем меньше толщина, тем больше тепловое сопротивление. Наличие дополнительных факторов, таких как шероховатость и давление, часто делает невозможным прямое сравнение характеристик разных материалов, даже если они участвуют в одном рейтинге.

Рассмотрим в качестве примера влияние различных термоинтерфейсов на температуру процессора, в частности Pentium 4 3.4E, который характеризуется рассеиванием 103 Вт с радиатора площадью 1,5 дюйма² (около 9,6 см²). Сведения о зависимости температуры от теплового сопротивления представлены в табл. 21.1.

Таблица 21.1. Сравнение термоинтерфейса и повышения температуры процессора Pentium 4, рассеивающего мощность 103 Вт

Тепловое сопротивление (°C/Вт)	Увеличение температуры (°C)
0,000	0,00
0,005	0,34
0,010	0,69
0,020	1,37
0,030	2,06
0,040	2,75
0,050	3,43
0,060	4,12
0,070	4,81
0,080	5,49
0,090	6,18
0,100	6,87

Наилучшие термоинтерфейсы характеризуются тепловым сопротивлением от 0,005 до 0,02°С/Вт, что соответствует увеличению температуры от 0,34 до 1,37°С. Даже если бы существовал “идеальный” термоинтерфейс, это позволило бы уменьшить температуру процессора максимум на 2°С по сравнению с большинством термоинтерфейсов, в настоящее время доступных на рынке. Я внимательно изучал результаты тестирования термоинтерфейсов от нескольких ведущих компаний и пришел к выводу, что разница в эффективности разных решений совсем незначительна. Поэтому я не беспокоюсь по поводу того, кому из ведущих производителей термоинтерфейсов отдать предпочтение.

Термопасту можно приобрести в специальных одно- или многоцветных тюбиках. Желательно использовать термопасты на основе оксида алюминия или на серебряной основе, обладающие наименьшим тепловым сопротивлением. Самые дорогие термопасты созданы на серебряной основе. Компания Arctic Silver производит настолько популярную термопасту, что она стала мишенью для многочисленных подделок, эксплуатирующих торговую марку изделия и название компании. Проведенные тесты демонстрируют, что термопасты разных производителей различаются уровнем охлаждения процессора, работающего при полной нагрузке, который может быть выше или ниже лишь на несколько градусов. Для достижения оптимальных результатов приобретите термопасту на серебряной основе. Далее по рейтингу следует оксид алюминия, а наиболее дешевая (и наименее эффективная) термопаста имеет керамическую основу.

На рис. 21.14 показан теплопроводящий материал, размещенный между процессором и радиатором.

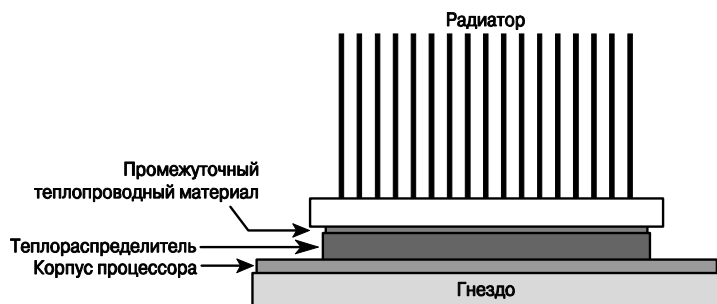


Рис. 21.14. Термоинтерфейс упрощает передачу тепла от ядра процессора радиатору

В системах с материнской платой и корпусом ATX или VTX улучшено охлаждение процессора по сравнению с Baby-AT: он установлен близко от источника питания и попадает под прямой поток воздуха от вентилятора. Во многих системных блоках установлены дополнительные вентиляторы, обеспечивающие вспомогательное охлаждение компонентов компьютера. Большие процессоры, монтируемые на специальной подставке непосредственно над процессором и имеющие форму трубы, отличаются более высокой эффективностью, чем небольшие вентиляторы, вмонтированные в активные радиаторы. Удачно разработанный корпус с надежно установленными вентиляторами обеспечивает достаточный обдув процессора и в некоторых случаях даже позволяет использовать дешевый пассивный (без вентилятора) радиатор, имеющий высокую надежность.

Жидкостное охлаждение

Одним из наиболее радикальных методов охлаждения ПК является жидкостное охлаждение. Жидкости способны намного быстрее передавать тепло, чем воздух, поэтому, по мере того как процессоры выделяют все больше и больше тепла, системы жидкостного охлаждения оказываются все более предпочтительными, особенно в условиях ограниченного пространства внутри корпуса.

Существует несколько вариантов систем жидкостного охлаждения:

- тепловые трубки;
- водяное охлаждение;
- криогенное охлаждение.

Каждая из перечисленных схем предполагает использование жидкости или пара для поглощения тепла, выделяемого процессором или другими компонентами, а также для отвода данного тепла к теплообменнику, который, как правило, передает тепло окружающей среде. Итак, все системы жидкостного охлаждения в том или ином виде используют и воздушное охлаждение; отличие состоит в том, что теплообменник, отдающий тепло воздуху, расположен на расстоянии от компонентов ПК, которые необходимо охладить. При этом появляется возможность использовать теплообменник (радиатор) гораздо большего размера, чем в том случае, если бы его приходилось закреплять на процессоре или других микросхемах; это еще одна причина, по которой системы жидкостного охлаждения оказываются намного эффективнее.

Из всех существующих систем жидкостного охлаждения наиболее предпочтительно применять тепловые трубки; сегодня они используются некоторыми компаниями при производстве ПК. Водяное и особенно криогенное охлаждение представляет интерес только для поклонников экстремального разгона, которые согласны платить немалые деньги, а также миться с определенными недостатками, характерными для этих двух схем охлаждения.

Тепловые трубки

Тепловые трубки изобретены сотрудником Лос-Аламосской национальной лаборатории Джорджем Гровером в 1963 году. Тепловую трубку можно описать как проводник тепла, предназначенный для эффективного перемещения тепла из одной точки в другую.

Типичная тепловая трубка представляет герметичную трубку определенной структуры с двойными стенками. В процессе производства из трубки сначала удаляется воздух, после чего она заполняется специальной жидкостью и герметизируется. Тип жидкости и низкое давление внутри трубки обеспечивают закипание жидкости при относительно малых температурах. Когда трубка нагревается с одного конца, жидкость изменяет свое состояние на парообразное, поглощая при этом немало тепла. Пар поднимается к другому концу трубки, где конденсируется, превращаясь в жидкость, выделяя при этом тепло, после чего по внутренним стенкам трубки быстро стекает к ее исходному концу благодаря капиллярным явлениям (рис. 21.15).

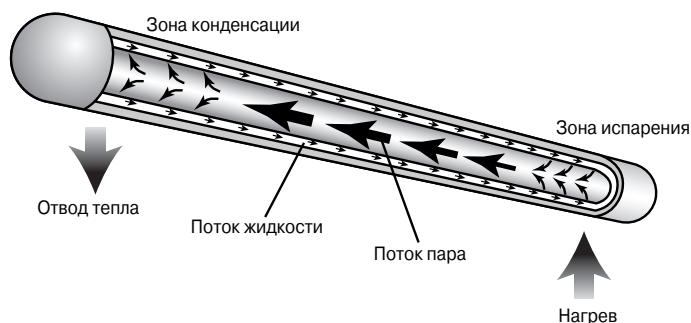


Рис. 21.15. Внутренняя структура и основные принципы работы тепловой трубки

Итак, основной принцип работы тепловой трубки состоит в изменении фазового состояния жидкости, которое сопровождается поглощением тепла, в передаче тепла и последующем обратном преобразовании газа в жидкость, которое сопровождается выделением тепла. Энергия, необходимая для изменения фазового состояния, называется *латентной теплотой парообразования*. Например, латентная теплота парообразования воды составляет около 540 кал/г. В большинстве тепловых трубок используется вода, аммиак или метанол. Тип жидкости определяется условиями, при которых должна работать тепловая трубка. Например, обычно вода закипает при 100°C (212°F); однако в тепловой трубке из-за очень малого давления вода закипает практически при комнатной температуре. Благодаря такому явлению, как теплота парообразования, тепловая трубка обладает теплопроводностью, которая в 10–10000 раз выше, чем у медной проволоки таких же диаметра и длины.

Однако сами по себе тепловые трубки не используются. Одним концом они закрепляются на процессоре или другом тепловыделяющем устройстве, а другим — на обычном радиаторе, часто активном. На рис. 21.16 представлен пример радиатора, оснащенного тепловыми трубками, который использует компания Shuttle при производстве малогабаритных компьютерных систем.

В данном случае также можно использовать вентилятор для обдува ребер радиатора, через которые проходят тепловые трубки.

Тепловые трубки имеют целый ряд преимуществ. Они герметичны и не содержат никаких движущихся частей, поэтому не требуют дополнительного ухода. При правильном конструировании тепловые трубки могут даже выдержать замораживание, однако они не будут работать до тех пор, пока жидкость не оттает. Кроме того, тепловые трубки весьма компактны, благодаря чему их удобно использовать в малоформатных системах. Именно поэтому для охлаждения компонентов практически всех портативных компьютеров с начала 1990-х годов

используются тепловые трубки. Тепловые трубки полезны не только для охлаждения, но и как дополнение к обычным радиаторам. Благодаря внедрению в радиатор тепловых трубок распределение тепла значительно улучшается. Пример радиатора, оснащенного двумя тепловыми трубками, позволяющими намного быстрее передавать тепло в верхнюю часть радиатора, показан на рис. 21.17.

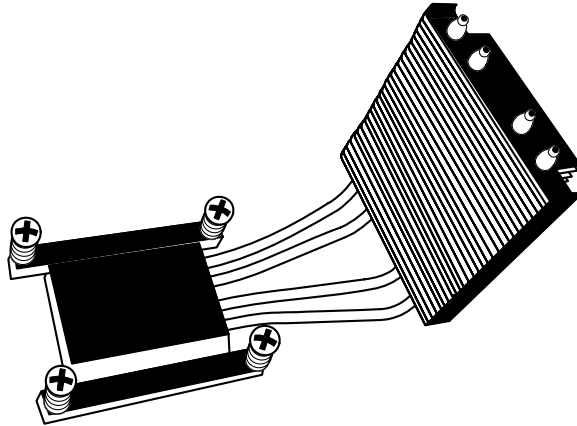


Рис. 21.16. Пример радиатора, оснащенного тепловыми трубками, способного весьма эффективно охлаждать процессор

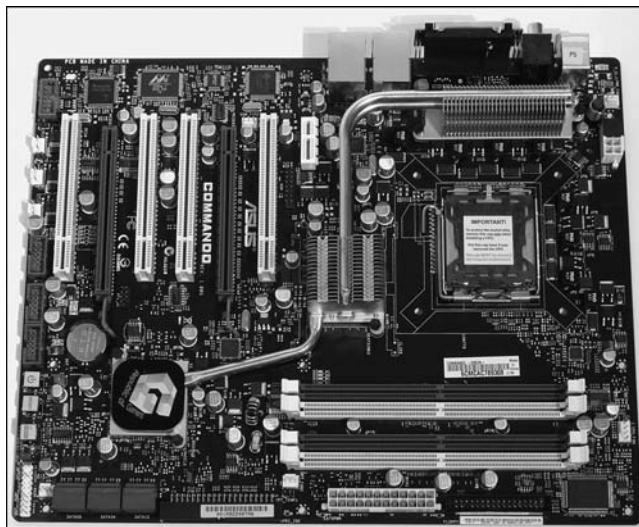


Рис. 21.17. Материнская плата, использующая охлаждение с помощью тепловых трубок набора микросхем и регулятора напряжения

Тепловые трубки можно использовать не только в качестве отдельного решения для охлаждения системы, но и для расширения возможностей традиционных теплоотводов. Внедренные в радиатор тепловые трубки позволяют улучшить распределение тепла в самом радиаторе. На рис. 21.18 показан радиатор с двумя тепловыми трубками, позволяющими улучшить теплопередачу от нижней части теплоотвода к верхней.

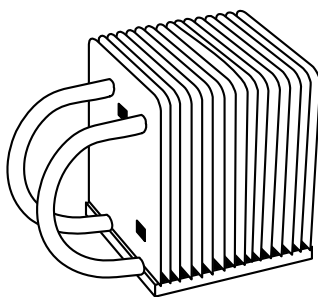


Рис. 21.18. Радиатор с тепловыми трубками, улучшающими температурное распределение

Водяное охлаждение

Несмотря на простоту концепции реализация водяного охлаждения является довольно сложной процедурой. Основная идея заключается в обеспечении циркуляции воды мимо процессора или других компонентов, благодаря чему они охлаждаются гораздо эффективнее. Однако практическая реализация намного сложнее, из-за чего системы водяного охлаждения используются только в экстремальных ситуациях.

Системы водяного охлаждения состоят из нескольких основных компонентов.

- **Ватерблоки.** Изготовлены из металла и оснащены разъемами для подключения шлангов; закрепляются на процессоре, а иногда на графическом процессоре и даже микросхеме северного моста.
- **Шланги и штуцеры.** Используются для соединения всех компонентов в системе.
- **Резервуар.** Применяется для хранения воды, используемой для охлаждения компонентов, а также охлаждения воды для рециркуляции.
- **Помпа.** Используется для перемещения потока воды в системе.
- **Хладагент.** Представляет собой жидкость, как правило воду, которая прокачивается через ватерблоки для охлаждения компонентов системы.

Схема системы водяного охлаждения, в которой используются внешние резервуар и помпа, представлена на рис. 21.19.

В одних системах используются помпы и резервуары, устанавливаемые внутри системного блока. В других же предполагается закрепление резервуара или помпы на корпусе сверху. Разместить помпу и резервуар внутри весьма проблематично, так как подобные компоненты занимают довольно много места.

Хотя системы водяного охлаждения и обеспечивают очень хорошие результаты, обслуживать их крайне сложно. Основной недостаток — необходимость в помпе; если помпа перестанет работать, система очень быстро перегреется. Кроме того, использование воды приводит к коррозии поверхности помпы, водяных блоков и резервуаров. В воде могут также появиться водоросли и другие загрязняющие вещества. И наконец, каждая трубка — это потенциальный источник утечки воды, попадание которой внутрь системы крайне нежелательно. Поэтому, как уже отмечалось, системы водяного охлаждения требуют регулярного профилактического обслуживания.

Загрязнение и коррозия — основные недостатки систем водяного охлаждения. Приобретая первую подобную систему охлаждения, многие используют в ней обычную воду, хотя всем автомобилистам хорошо известно, что при этом загрязнение и коррозия не заставят себя долго ждать. Поэтому имеет смысл использовать хладагенты на основе этиленгликоля, содержащие специальные добавки, которые предотвращают возникновение коррозии. Однако в любом случае хладагент рекомендуется регулярно заменять, а ватерблоки, помпу и резервуар регулярно проверять на предмет загрязнения и коррозии.

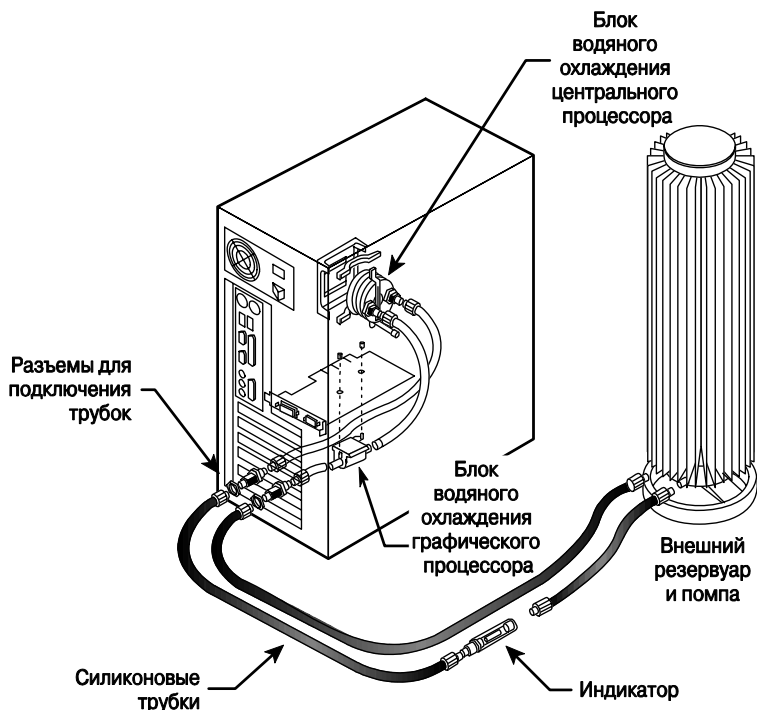


Рис. 21.19. Система водяного охлаждения Zalman с внешним резервуаром и помпой

Стоимость хорошей системы водяного охлаждения может составить несколько сотен долларов, что гораздо больше стоимости самых лучших систем воздушного охлаждения с тепловыми трубками. Однако системы водяного охлаждения придают компьютеру очень солидный вид. Возможно, поэтому очень часто используются прозрачные трубки, а к хладагенту добавляются красители.

В связи с высокой стоимостью, необходимостью регулярного обслуживания, потенциальной возможностью отказа, а также достаточно большими размерами компонентов системы водяного охлаждения пока находят применение только в компьютерах поклонников экстремального разгона или используются только при экспериментах. Наверное, пройдет немало времени, прежде чем системы водяного охлаждения будут устанавливаться в серийно изготавливаемые корпоративные и домашние ПК.

Улучшенная технология жидкостного охлаждения от Intel (ALCT)

Самые “горячие” процессоры способны генерировать до 130 Вт тепла и требуют установки радиаторов с тепловым сопротивлением $0,13^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ и ниже. Многие высококачественные теплоотводы для достижения этого показателя используют жидкостное охлаждение в некоторой своей форме (тепловые трубки или более традиционное жидкостное охлаждение). Однако традиционное жидкостное охлаждение выносит на повестку дня проблемы надежности и профилактического обслуживания. В результате некоторые производители теплоотводов постоянно находятся в поиске более простых решений, способных прослужить много лет и при этом требующих минимального обслуживания. Одно из таких решений было предложено компанией Intel, вариации которого можно встретить в продуктах и других крупных производителей.

Свою новую технологию Intel назвала ALCT (Advanced Liquid Cooling Technology). В сущности, это — самодостаточный жидкостный теплоотвод, не требующий обслуживания и обладающий повышенной надежностью. Он состоит из двух основных компонентов: интег-

рированной помпы и пластины охлаждения, а также активного радиатора с подключенным вентилятором диаметром 120 мм. Радиатор и помпа соединены несъемными резиновыми трубками. Помпа и пластина охлаждения полностью интегрированы и герметизированы. Внутренний насос приводится в движение мотором с индуктивной связью, что не требует каких-либо креплений. Все устройство заполняется при изготовлении хладагентом и герметизировано, что исключает необходимость профилактического обслуживания. Вся эта конструкция обеспечивает тепловое сопротивление $0,13^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, чего вполне достаточно для охлаждения самых мощных процессоров. На рис. 21.20 приведена конструктивная схема этого технологического решения.

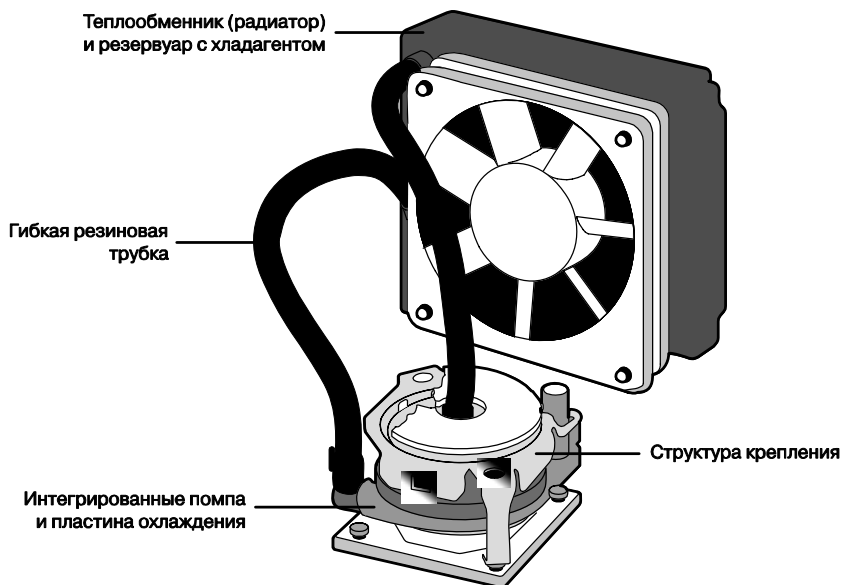


Рис. 21.20. Теплоотвод с жидкостным охлаждением, сконструированный по технологии ALCT. Такие теплоотводы, не требующие обслуживания, позволят использовать высокоэффективное охлаждение в будущих системах

Криогенное охлаждение

Системы криогенного охлаждения позволяют сделать температуру процессора и других компонентов ниже комнатной и благодаря этому значительно увеличивают уровень разгона, хотя это и требует проведения дополнительного тестирования. При охлаждении до -40°C (-40°F) частоту процессора можно увеличить на 33–100%. К сожалению, подобное повышение быстродействия дается достаточно большой ценой: стоимость систем криогенного охлаждения остается чрезвычайно высокой.

Ввиду высокой стоимости такие системы выпускаются немногими производителями, преимущественно это компании KryoTech и nVENTIV. В 1996 году компания KryoTech представила первую коммерческую систему криогенного охлаждения для ПК. К сожалению, ее стоимость оказалась слишком высокой, поэтому в 2002 году ее производство было прекращено. Компания nVENTIV, основанная в 2000 году под названием Chip-cool, также представила систему криогенного охлаждения, но прекратила свое существование в 2004 году. Компания Kit Tronics (www.kit-tronics.com) в настоящее время выпускает корпуса с интегрированными системами криогенного охлаждения nVENTIV. Еще одна компания — Asetek (www.asetek.com) — выпускает относительно недорогие активные теплоотводы VapoChill

Мисго, охлаждающие только процессор и использующие хладагент R134a, а также корпуса с этой системой охлаждения.

Для снижения температуры процессора до -40° используется специальный теплоотвод, который также предотвращает образование конденсата. При этом применяются специальные непроводящие прокладки. Вы можете приобрести как корпуса, так и отдельные криогенные системы охлаждения (рис. 21.21). Стоимость таких решений колеблется от 800 до 1200 долларов, так что их нельзя отнести к малобюджетным. Однако, если вам просто необходима экстремально высокопроизводительная система и вы просто озабочены вопросами разгона, примите к сведению, что криогенное охлаждение является единственным доступным решением.

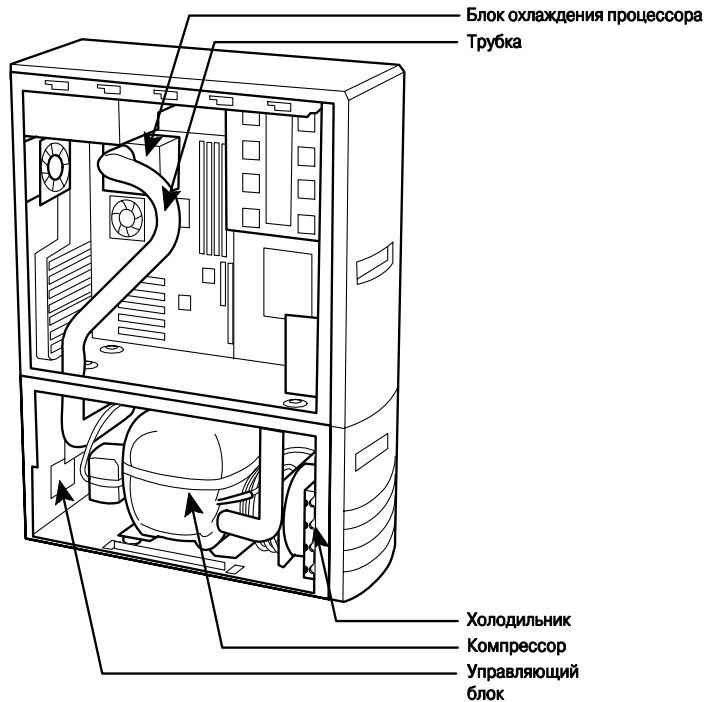


Рис. 21.21. Схема системы криогенного охлаждения Asetek Lightspeed

Корпуса с улучшенными температурными характеристиками

Поскольку процессоры выделяют все больше тепла, разработчикам пришлось внести определенные изменения в конструкцию корпусов для обеспечения должного охлаждения даже самых быстрых современных процессоров без использования дорогостоящих систем охлаждения.

В блоках питания всегда использовались вентиляторы. На протяжении многих лет одного вентилятора хватало для охлаждения не только блока питания, но и всей системы в целом, в том числе процессора. На самом деле процессоры компьютеров до появления 486-го даже не оснащались радиатором, так как выделяли всего несколько ватт тепла. Пассивные радиаторы стали стандартным компонентом ПК с момента появления в 1992 году процессоров 486DX2, которые выделяли до 5,7 Вт. Активные радиаторы впервые появились в процессорах Pentium от компании Intel (тогда также выпускались процессоры Overdrive) и стали стандартным компонентом поставки коробочных версий процессоров Pentium II, Pentium III и AMD Athlon в 1997 году. До недавнего времени компьютерные

корпуса (шасси) не поставлялись ни с какими вентиляторами охлаждения, за исключением вентилятора, установленного в блоке питания.

Впервые корпусные вентиляторы появились в готовых компьютерных системах в середине 1990-х годов, поскольку это позволяло использовать менее дорогие пассивные радиаторы для охлаждения процессоров. Оказалось намного выгоднее использовать один корпусный вентилятор для охлаждения системного блока и процессора, чем устанавливать на процессор активный радиатор. Однако в 2000 году вместе с выпуском процессора Pentium 4 многие системы стали оснащаться не только активным радиатором для процессора (т.е. радиатором, оснащенным вентилятором), но и корпусным вентилятором. В большинстве современных компьютерных систем используются три вентилятора: один — в блоке питания, один — на радиаторе процессора и еще один — на задней панели корпуса. Конечно, в некоторых системах установлено больше вентиляторов, однако сейчас использование трех вентиляторов считается наиболее экономически оправданным.

К сожалению, уровень тепловыделения современных процессоров порой превышает 100 Вт, поэтому стало невозможно использовать классическую схему охлаждения без добавления дополнительных вентиляторов и даже систем жидкостного охлаждения (далеко не дешевых). Однако достаточно эффективное решение все-таки было найдено, причем в некоторых случаях даже не требовалось добавлять вентиляторы.

Как уже известно из формулы, приведенной ранее, энергопотребление (а значит, и тепловыделение) процессора прямо пропорционально его частоте, а также напряжению в квадрате. Несмотря на то что напряжение питания процессоров постоянно уменьшается, частоты увеличиваются намного быстрее, поэтому тепловыделение и достигло впечатляющего значения 100 Вт. Для решения подобных проблем многие производители за последние 10–15 лет значительно улучшили эффективность выпускаемых ими радиаторов. Сейчас выпускается немало моделей радиаторов, которые характеризуются тепловым сопротивлением 0,33°C/Вт и даже меньше. К сожалению, несмотря на все усилия производителей классические радиаторы, используемые при воздушном охлаждении, очень быстро приближаются к потенциальным пределам возможностей данной технологии охлаждения.

Весьма эффективным методом улучшения производительности радиатора оказывается снижение температуры окружающей среды вокруг процессора, что означает уменьшение температуры радиатора. Для обеспечения должного охлаждения выпускаемых “коробочных” (т.е. предназначенных для розничной продажи) процессоров компании Intel и AMD указывают максимально допустимые значения температуры окружающей среды. Если температура выше указанного значения, радиатор не в состоянии обеспечить адекватное охлаждение процессора. Практически все современные системы и радиаторы проектируются таким образом, чтобы обеспечить корректную работу при температуре окружающей среды на уровне 35°C (95°F). Это означает, что ПК предназначены для работы в среде, которая характеризуется указанной температурой. Чтобы обеспечить работу при более высоких значениях температуры окружающей среды, требуются специальные системы охлаждения. В табл. 21.2 приводятся максимально допустимые значения температуры окружающей среды и температуры радиатора для различных типов процессоров.

Таблица 21.2. Максимально допустимые значения температуры для процессоров разных типов

Температура окружающей среды, °C (°F)	Максимальная температура радиатора, °C (°F)	Тип процессора
35 (95)	45 (113)	AMD K6, Pentium I, Pentium II, Pentium III
35 (95)	42 (107,6)	AMD Athlon, Athlon XP, Athlon 64, Athlon 64 FX
35 (95)	40 (104)	Pentium 4 (ядра Willamette и Northwood)
35 (95)	38 (100,4)	Pentium 4 (ядро Northwood) с частотой 3 ГГц и выше, Pentium 4 (ядро Prescott) с частотой 2,4 ГГц и выше; Core 2 Duo, Core 2 Extreme Quad Core

Как видите, новые модели процессоров, которые характеризуются большим уровнем тепловыделения, предъявляют все более высокие требования к охлаждению системы. При использовании наиболее требовательных процессоров необходимо обеспечить температуру радиатора не выше 38°C (100,4°F) даже при температуре окружающей среды 35°C (95°F). Повышение температуры внутри системного блока (фактически температуры радиатора), как правило, связано с нагревом таких компонентов, как набор микросхем, видеоадаптер, память, блок управления напряжениями, жесткие диски и т.д. (включая, конечно же, процессор). Несмотря на то что практически все современные компоненты ПК выделяют тепло, согласно спецификациям современных процессоров температура воздуха внутри системного блока не должна превышать температуру окружающей среды на 3°C (5,4°F). В результате к охлаждению системного блока предъявляются очень высокие требования.

Обычные корпуса просто не в состоянии обеспечить настолько малую разницу между температурой внутри корпуса и температурой окружающей среды. Единственным способом соблюдения предъявленных требований является добавление дополнительных вентиляторов, что отрицательно сказывается не только на стоимости, но и на уровне шума, производимом системой. Многие системы, в которых используется несколько вентиляторов, установленных на передней и задней панелях, а также на боковых крышках, способны обеспечить необходимую разницу в 3°C (5,4°F) между температурой окружающей среды и температурой радиатора. К счастью, было найдено достаточно простое решение, которое не только устранило данную проблему, но и позволило избежать установки новых вентиляторов, а значит, не увеличивать ни стоимость, ни уровень шума системы. При этом найденное решение можно реализовать также для существующих корпусов и это обойдется не более чем в 10 долларов.

Компании Intel и AMD выпускают документацию, в которой описываются температурные характеристики процессоров, а также даются рекомендации по обеспечению охлаждения и проектирования систем. Корпуса, специально сконструированные таким образом, чтобы обеспечить температуру радиатора на уровне 38°C или даже ниже, принято называть *корпусами с улучшенными температурными характеристиками*. Использование подобных шасси не только обеспечивает работу процессора при небольшой температуре, но и позволяет значительно снизить уровень шума, производимого системой. Современные процессоры и шасси оснащаются системами охлаждения, позволяющими регулировать частоту вращения вентиляторов. Если температура остается в определенных пределах, частота вращения вентиляторов уменьшается, а значит, снижается и уровень шума. Если температура по какой-то причине повышается, частота вращения увеличивается; к сожалению, при этом повышается и уровень шума. Как правило, шасси с улучшенными температурными характеристиками позволяют обеспечить достаточно малую частоту вращения вентиляторов, а значит, довольно тихую работу компьютерной системы в целом.

К шасси с улучшенными температурными характеристиками предъявляется ряд требований:

- возможность установки системных плат формфактора ATX, MicroATX или FlexATX;
- возможность установки блоков питания стандарта ATX, SFX и TFX со встроенным вентилятором охлаждения;
- использование съемной боковой крышки, оснащенной воздухозаборником с возможностью изменения высоты, а также вентиляционным отверстием напротив плат расширения;
- наличие корпусного вентилятора диаметром 92 мм и более на задней панели, а также места для установки вентилятора диаметром 80 мм на передней панели (без учета вентиляторов в блоке питания).

Поскольку шасси с улучшенными температурными характеристиками обеспечивают высокую эффективность охлаждения без существенного повышения стоимости, настоятельно рекомендуется приобретать именно такие корпуса для сборки новых компьютерных систем.

Воздухозаборник

Одним из последних нововведений в конструкции шасси можно считать появление воздухозаборника, расположенного непосредственно над процессором. С его помощью вентилятор процессора захватывает воздух за пределами корпуса, что позволяет значительно повысить эффективность радиатора, а также соблюсти требование поддерживать температуру радиатора на уровне не более 38°C. Спецификации, которым должны соответствовать воздухозаборник, а также вентиляционное отверстие над платами расширения, описаны в официальном стандарте *Chassis Air Guide design guide*, первая версия которого была опубликована в мае 2002 года, а исправленная и дополненная — в сентябре 2003 года. В подобных руководствах указываются месторасположение и размеры воздухозаборника, а также другие характеристики.

Пример корпуса типа “башня” вместе с воздухозаборником, закрепленным на боковой крышке, показан на рис. 21.22.

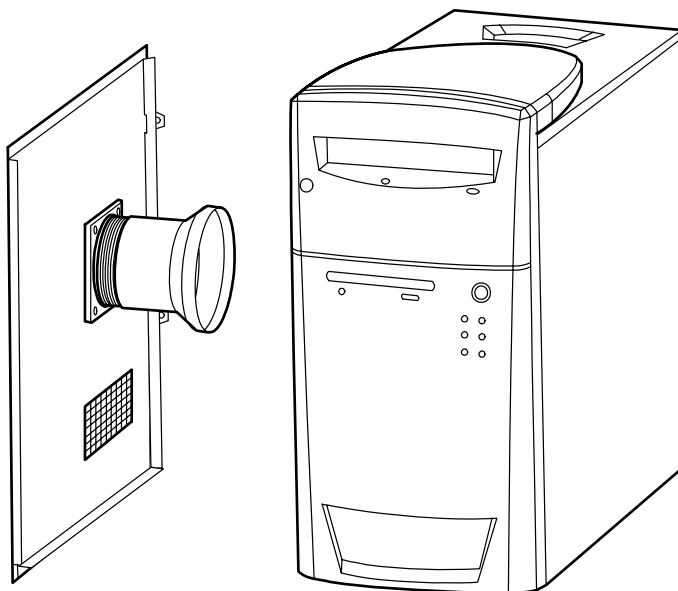


Рис. 21.22. Стандарт корпусов с улучшенными температурными характеристиками предполагает наличие воздухозаборника и вентиляционного отверстия на боковой крышке

Снаружи воздухозаборник, как правило, закрыт решеткой. Пример боковой крышки, оснащенной воздухозаборником, а также вентиляционным отверстием, показан на рис. 21.23.

Воздухозаборник — наиболее важная часть корпуса с улучшенными температурными характеристиками. А его размещение оказывает огромное влияние на быстродействие системы. Воздухозаборник располагается строго над центром радиатора; при этом расстояние от воздухозаборника до верхней границы радиатора должно составлять 12–20 мм. Это обеспечивает захват вентилятором только прохладного воздуха за пределами корпуса; попавший таким образом внутрь прохладный воздух немного охлаждает и другие компоненты системы. Схема размещения воздухозаборника относительно верхней границы радиатора, установленного на процессоре, приведена на рис. 21.24.

Поскольку корпуса значительно различаются размером и формой, в стандарте определяется положение воздухозаборника, а также вентиляционного отверстия относительно стандартной системной платы формфактора ATX.

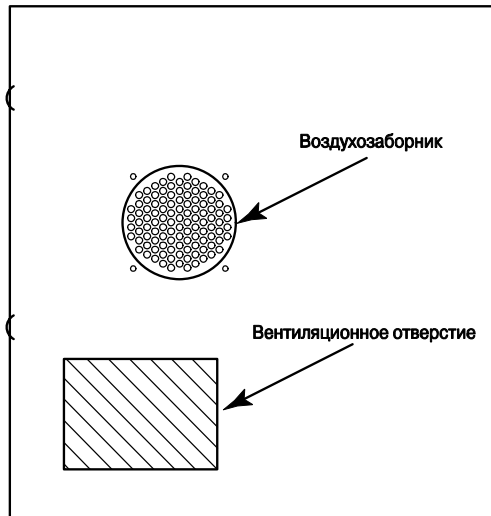


Рис. 21.23. Боковая крышка, оснащенная воздухозаборником и вентиляционным отверстием (вид сбоку)

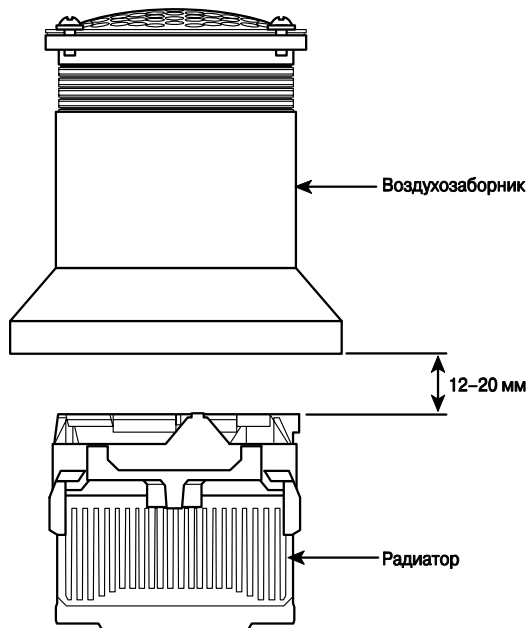


Рис. 21.24. Расположение воздухозаборника относительно радиатора, установленного на процессоре

Добавление воздухозаборника весьма заметно отражается на работе системы. Ниже приведены результаты, полученные компанией Intel при изучении температурного режима системы, работающей под управлением Windows XP и оснащенной процессором Pentium 4 с частотой 3 ГГц, системной платой D865PERL, видеоадаптером GeForce4, памятью DDR400, жестким диском, накопителем CD-ROM, звуковой платой, а также двумя вентиляторами диаметром 80 мм, установленными на передней и задней панелях системного блока. Значение температуры окружающей среды при этом составляло 25°С (77° F).

	Без использования воздухозаборника	При использовании воздухозаборника
Температура внутри корпуса, °C (°F)	35 (95)	28 (82,4)
Частота вращения вентилятора активного радиатора, об/мин	4050	2810
Уровень шума, дБ	39,8	29,9

Как видите, добавление воздухозаборника привело к уменьшению температуры процессора на 7°C (12,6°F), причем это также сопровождалось уменьшением частоты вращения радиатора. В результате процессор меньше греется, вентилятор вращается с меньшей скоростью, а система в целом работает намного тише. Как видите, даже при наличии в системе двух вентиляторов добавление воздухозаборника позволяет значительно уменьшить температуру процессора.

Отдавая предпочтение корпусу с улучшенными температурными характеристиками, вы обеспечиваете не только надежную работу процессора даже в нестандартных условиях окружающей среды, но также продлеваете время работы вентилятора, охлаждающего процессор.

Модификация корпуса: добавление воздухозаборника

Теперь, когда вы знаете обо всех преимуществах корпуса с улучшенными температурными характеристиками, возникает вопрос, как поступить с уже имеющейся компьютерной системой. К счастью, улучшить характеристики существующей системы не так сложно, как кажется на первый взгляд.

Внимательно изучив спецификации Chassis Air Guide, я решил внести необходимые изменения в одну из уже имеющихся в моем распоряжении компьютерных систем. Преимущества достаточно очевидны: чем ниже температура процессора, тем устойчивее его работа, а также работа системы в целом. Кроме того, если предполагается заниматься разгоном системы, то снижение температуры компонентов оказывается очень кстати.

После этого я отправился на поиски необходимых деталей. Посетив разнообразные магазины, я, к огромному удивлению, обнаружил все, что мне необходимо, в магазине сантехники. В результате за совсем небольшую сумму я приобрел насадку на душ, а также резиновый сливной патрубок (рис. 21.25). Вся покупка обошлась мне примерно в 8 долларов.

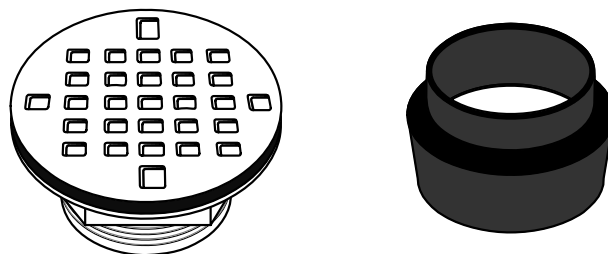


Рис. 21.25. Насадка на душ и резиновый сливной патрубок — вот все, что необходимо для изготовления воздухозаборника своими силами

В результате получается очень простая труба, состоящая всего из двух деталей. После прикрепления патрубка к насадке остается только немного укоротить его, чтобы обеспечить необходимое расстояние от воздухозаборника до верхней границы радиатора, установленного на процессоре.

Для установки воздухозаборника выполните ряд действий.

1. Снимите боковую крышку корпуса. С помощью скотча заклейте внешнюю часть крышки, чтобы предохранить ее от царапин при вырезании отверстия.
2. Отметьте на боковой крышке то место, которое строго соответствует центру радиатора, установленного на процессоре.

3. Используя кольцевую пилу, лобзик или другой инструмент, вырежьте в боковой крышке отверстие диаметром 82,5 мм (3,25 дюйма). При этом отмеченная ранее точка должна быть центром отверстия. Отверстие необязательно должно быть безупречным, поскольку кромка рассекаателя воды скроет края отверстия.
4. Возьмите рассекаатель воды и снимите сетку из нержавеющей стали, а затем извлеките внутреннюю гайку, шайбу и прокладку.
5. Открутите внешнюю крышку, после чего извлеките все лишние детали.
6. Совместите полученное сито с отверстием в боковой крышке. При этом часть с нанесенной резьбой должна быть направлена внутрь.
7. Наденьте резиновую прокладку на резьбу, после чего накрутите внешнюю гайку и хорошо ее зажмите.
8. Возьмите резиновый сливной патрубок и наденьте его узким концом на сито.
9. Проверьте, насколько хорошо полученный воздухозаборник для захвата воздуха сочетается с системным блоком, а также оцените расстояние от сливного патрубка до верхней границы радиатора (рис. 21.26).



Рис. 21.26. Посмотрев через отверстие, оцените расстояние до верхней границы радиатора

10. Снимите боковую крышку и с помощью ножа обрежьте лишнюю часть патрубка, чтобы при установленной боковой крышке расстояние до радиатора составляло 12–20 мм. Вам может понадобиться выполнить операции по согласованию размеров самодельного воздухозаборника несколько раз.
11. И наконец, закрепите металлическую сетку над воздухозаборником, после чего окончательно установите боковую крышку (рис. 21.27).

Как видите, приведенные выше инструкции достаточно просты. Наиболее сложным оказалось вырезание отверстия в боковой крышке. Однако на самом деле и это не очень сложная задача, так как отверстие необязательно должно быть идеально круглым или иметь ровные края.

Полученный мною результат после добавления сетки из нержавеющей стали представлен на рис. 21.28.

Мой компьютер уже был оснащен вентиляционным отверстием над платами расширения. Кроме того, в системном блоке уже был установлен вентилятор диаметром 92 мм, поэтому после добавления воздухозаборника мой компьютер стал полностью удовлетворять требованиям стандарта Chassis Air Guide. При этом не только он оказался высокофункциональным, но и прекрасно выглядел.



Рис. 21.27. Боковая крышка с воздухозаборником перед установкой

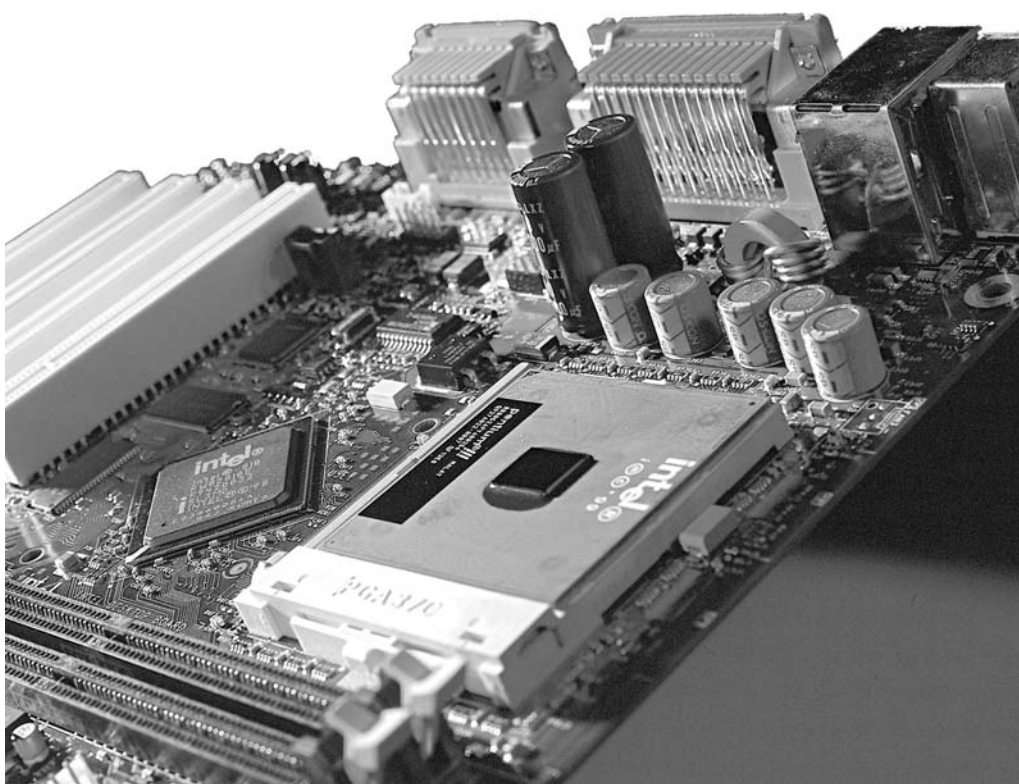


Рис. 21.28. Вид сбоку системного блока, боковая крышка которого содержит воздухозаборник

После включения компьютера я сразу заметил, что рабочая температура процессора уменьшилась, а вентилятор действительно захватывает воздух через воздухозаборник, для создания которого потребовалось всего 8 долларов и 15 минут.

Глава 22

Средства диагностики и техническое обслуживание



Диагностика ПК

Независимо от того, насколько качественно собран компьютер и насколько хорошо написано установленное на нем программное обеспечение, в один прекрасный момент что-то может пойти не так, а под рукой не всегда есть подобающий инструментарий, способный решить проблему. Диагностическое программное обеспечение чрезвычайно необходимо в том случае, если система начинает сбоить или если вы модернизируете ее, добавляя новые устройства. В этой главе описаны диагностические программы всех уровней. Особое внимание уделено тем утилитам, которые уже включены в комплект операционных систем и разного рода устройств.

Может оказаться, что сбой в работе компьютера вызван некоторым устройством и для восстановления работоспособности системы необходимо вскрывать системный блок. В этой главе описаны инструменты и тестеры, используемые для ремонта и модернизации компьютеров, как основные, которые должны быть под рукой каждого пользователя компьютера, так и специфичные.

Естественно, лучшее средство решения проблемы — избежать ее. В разделе, посвященном профилактическому обслуживанию, описываются процедуры, которые необходимо выполнять в системе регулярно, чтобы поддерживать ее в постоянно работоспособном состоянии. Описываемое диагностическое программное обеспечение либо входит в комплект существующих устройств и систем, либо выпускается сторонними производителями. Из этой главы вы узнаете, как взять от этих программ максимум возможностей. В главе будут также описаны звуковые коды и коды ошибок BIOS и проанализированы доступные на рынке программы диагностики широкого профиля.

Программы диагностики

Для ПК существует несколько видов диагностических программ (иногда они поставляются вместе с компьютером), которые позволяют пользователю выявлять причины неполадок, возникающих в компьютере. Во многих случаях такие программы могут выполнить основную работу по определению дефектного узла. Условно их можно разделить на несколько групп, представленных ниже в порядке усложнения программ и расширения их возможностей.

- **POST.** Процедура самопроверки компьютера выполняется при каждом его включении. Эти программы содержатся в ПЗУ материнской платы и плат расширения.
- **Диагностические программы производителей.** Большинство известных производителей компьютеров (IBM, Compaq, Hewlett-Packard, Dell и т.д.) выпускают для своих систем специализированное диагностическое программное обеспечение, которое обычно содержит набор тестов, позволяющих тщательно проверить все компоненты компьютера. В некоторых случаях эти утилиты поставляются в комплекте с системой или их можно бесплатно загрузить с сайта производителя. Многие производители поставляют в комплекте со своим оборудованием ограниченные версии широкоизвестных диагностических продуктов для конкретного аппаратного обеспечения. В старых системах IBM и Compaq эти утилиты устанавливались в специальном разделе жесткого диска, к которому осуществлялся доступ в процессе загрузки. Этот прием гарантировал, что независимо от действий пользователя необходимые диагностические программы всегда будут у него под рукой.
- **Диагностические программы, поставляемые с периферийными устройствами.** Многие производители оборудования выпускают диагностические программы, предназначенные для проверки определенного устройства. Например, компания Adaptec выпускает программы для проверки работоспособности адаптеров SCSI, доступ к которым можно получить, нажав <Ctrl+A> во время загрузки компьютера. Средства диагностики звуковых адаптеров обычно включены в компакт-диски с их драйверами; то же самое можно сказать и о других картах расширения.

- **Диагностические программы операционных систем.** Операционные системы, такие как Windows, Linux и т.п., часто содержат собственные утилиты диагностики и мониторинга производительности различных компонентов компьютера.
- **Диагностические программы общего назначения.** Такие программы, обеспечивающие тщательное тестирование любых PC-совместимых компьютеров, выпускают многие компании.

Самопроверка при включении (POST)

Когда в 1981 году IBM начала выпуск персональных компьютеров, в них были предусмотрены методы повышения надежности, которые ранее никогда не применялись. Имеются в виду программа POST и контроль четности памяти. Несмотря на то что контроль четности и даже коды коррекции ошибок (ECC) современными наборами микросхем системной логики бюджетного сектора рынка не поддерживаются, любой компьютер выполняет тест POST при включении. Ниже подробно рассматривается процедура POST — последовательность коротких подпрограмм, хранящихся в ROM BIOS на системной плате. Они предназначены для проверки основных компонентов системы сразу после ее включения, что, собственно, и является причиной задержки перед загрузкой операционной системы.

Что тестируется

При каждом включении компьютера автоматически выполняется проверка его основных компонентов: процессора, микросхемы ROM, вспомогательных элементов системной платы, оперативной памяти и основных периферийных устройств. Эти тесты проводятся быстро и не очень тщательно по сравнению с тестами, выполняемыми диагностическими программами. При обнаружении неисправного компонента выдается предупреждение или сообщение об ошибке (неисправности).

Хотя выполняемая программой POST диагностика не совсем полная, она является первой “линией обороны”, особенно если обнаруживаются серьезные неисправности в системной плате. Если окажется, что неполадка достаточно серьезная, дальнейшая загрузка системы будет приостановлена и появится сообщение об ошибке (неисправности), по которому, как правило, можно определить причину ее возникновения. Такие неисправности иногда называют *фатальными ошибками*, поскольку они приводят к невозможности загрузки системы.

Представление ошибок POST

Сообщения POST обычно передаются пользователям в трех вариантах: как звуковой код, текстовое сообщение на экране и шестнадцатеричный цифровой код, отправляемый по адресу порта ввода-вывода.

- **Звуковой сигнал.** Для этого используется встроенный динамик, подключенный к системной плате.
- **Контрольные коды POST.** Шестнадцатеричные контрольные коды, отправляемые по адресу порта ввода-вывода. Для просмотра кодов необходимо установить в слот ISA или PCI специальный адаптер.
- **Экранные сообщения.** Сообщения об ошибках выводятся на экран монитора после инициализации видеоадаптера.

Звуковые коды ошибок

При обнаружении процедурой POST неисправности компьютер издает характерные звуковые сигналы, по которым можно определить неисправный элемент (или их группу). Если компьютер исправен, то при его включении издается один короткий звуковой сигнал; если же обнаружена неисправность, выдается целая серия коротких или длинных звуковых сигналов, а иногда и их комбинация. Характер звуковых кодов зависит от версии BIOS и компании-разработчика. Например, в компьютерах Compaq при удачном завершении теста POST издается два звуковых сигнала.

Коды ошибок, выдаваемые в порты ввода-вывода

Менее известной возможностью этой процедуры является то, что в начале выполнения каждого теста по адресу специального порта ввода-вывода POST выдает коды теста (называемые *POST-кодами*), которые могут быть прочитаны только с помощью устанавливаемой в разъем расширения специальной платы адаптера. Первоначально они были разработаны для тестирования системных плат, целью которого было выявление возможных дефектов при их производстве (при этом не требовалось подключать к ним видеоадаптер и монитор). Сейчас некоторые компании (Micro 2000, JDR Microdevices, Data Depot, Ultra-X, Quarterdeck, Trinitech и др.) стали выпускать такие платы для специалистов, занимающихся сервисным обслуживанием компьютеров.

Плата POST устанавливается в разъем расширения. В момент выполнения процедуры POST на ее встроенном индикаторе будут быстро меняться двузначные шестнадцатеричные числа. Если компьютер неожиданно прекратит тестирование или “зависнет”, в этом индикаторе будет отображен код того теста, во время выполнения которого произошел сбой. Это позволяет существенно сузить круг поиска неисправного элемента.

Старые адаптеры POST подключались к 8-разрядному разъему, являющемуся частью стандарта ISA/EISA. Многие системы (даже со слотами PCI) все еще поддерживают интерфейс ISA. Тем не менее большинство системных плат больше не оснащаются устаревшими разъемами ISA, поэтому тестовые платы POST ISA стали бесполезными. В настоящее время повсеместно выпускаются адаптеры PCI. Например, компания Micro 2000 выпускает адаптер Post-Probe, оснащенный разъемом как ISA, так и PCI. В свою очередь, компания PC Certify выпускает аналогичную плату PCISA FlipPOST (рис. 22.1).

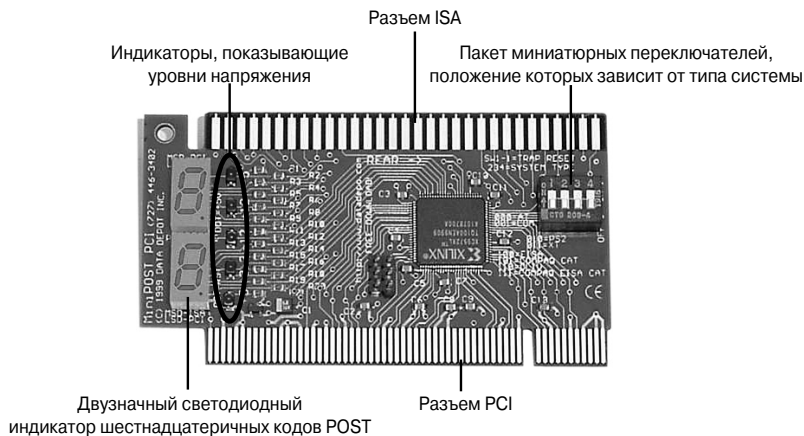


Рис. 22.1. Диагностическая плата PCISA FlipPOST компании PC Certify предназначена для разъемов PCI и ISA, а также используется для проверки уровня напряжения системной платы

В компьютерах Compaq ранних версий и системах, созданных на основе стандарта EISA, порту ввода-вывода назначен, как правило, адрес 80. Простейшие платы POST проверяют только порт 80, но более сложные платы имеют набор миниатюрных переключателей или блок перемычек, которые позволяют сконфигурировать диагностическую плату для проверки портов с другими адресами, применяемыми в системах.

Примечание

Список дополнительных кодов POST представлен в разделе *Technical Reference* на прилагаемом диске. Подробные сведения о работе с BIOS приведены в главе 5. Кроме того, дополнительные сведения о работе с версией BIOS вашей системной платы можно найти в документации. Полезные сведения о BIOS содержатся и в документации, прилагаемой к различным POST-платам.

Экранные сообщения POST BIOS

Экранные сообщения в краткой форме указывают на возможную проблему, причем только после того, как видеоадаптер и монитор инициализируются системой.

Типы сообщений зависят от конкретной версии BIOS и зачастую различаются для разных BIOS одного производителя. Коды сообщений об ошибках, используемые крупнейшими производителями ROM BIOS (AMI, Award, Phoenix и IBM BIOS), представлены в следующих разделах. Тем не менее рекомендуется всегда консультироваться с производителем материнской платы и ROM BIOS относительно конкретных кодов, специфичных для определенной модели компьютера.

Большинство тестовых плат BIOS поставляются с документацией, описывающей коды POST для различных версий BIOS. Для систем, оснащенных другими моделями BIOS, следует воспользоваться соответствующей документацией или данными, относящимися к используемому адаптеру POST.

Коды ошибок POST AMI BIOS

В табл. 22.1 приведены возможные ошибки и способы их исправления.

Таблица 22.1. Звуковые коды POST AMI BIOS

Код	Ошибка	Способ исправления
1	Ошибка обновления памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули памяти. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
2	Ошибка четности памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
3	Ошибка базовой памяти в области 64 Кбайт	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
4	Ошибка таймера	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
5	Ошибка процессора	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Убедитесь в том, что процессор и радиатор установлены должным образом; извлеките их, после чего установите заново. Замените процессор. Замените системную плату
6	Ошибка 8042 – Gate A20	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените клавиатуру, системную плату или процессор
7	Ошибка прерывания исключения процессора	Убедитесь в том, что процессор и радиатор установлены должным образом; извлеките их, после чего установите заново. Замените процессор. Замените системную плату
8	Ошибка чтения/записи памяти видеоадаптера	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
9	Ошибка контрольной суммы ПЗУ	Попробуйте вынуть и повторно вставить микросхему ПЗУ в разъем на системной плате. Попробуйте обновить BIOS системной платы. Замените системную плату
10	Ошибка чтения/записи регистра отключения CMOS-памяти	Замените батарею. Замените системную плату
11	Повреждена кэш-память	Убедитесь, что в программе BIOS Setup правильно заданы параметры кэш-памяти. Замените процессор. Замените системную плату
1 длинный, 3 коротких	Ошибка обычной/расширенной памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
1 длинный, 8 коротких	Ошибка отображения или повторной трассировки	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату

Коды AMI BIOS любезно предоставлены компанией American Megatrends, Inc.

Коды ошибок POST Award BIOS, Phoenix Award BIOS и Phoenix FirstBIOS

Компания Phoenix Technologies приобрела компанию Award Software, но продолжает поддерживать ее торговую марку как Phoenix Award BIOS (иногда называемую Phoenix FirstBIOS). Звуковые коды этих BIOS приведены в табл. 22.2, а в табл. 22.3 представлены сообщения об ошибках теста POST, характерные для этих версий BIOS.

Таблица 22.2. Звуковые коды POST Award BIOS/Phoenix FirstBIOS

Код	Ошибка	Способ исправления
1 длинный, 2 коротких	Ошибка видеоадаптера	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
1 длинный, 3 коротких	Ошибка видеоадаптера	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
Непрерывная последовательность сигналов	Ошибка работы памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
Высокочастотный сигнал во время работы системы	Перегрев процессора	Проверьте функционирование активного теплоотвода процессора и вентилятора корпуса. Замените вентиляторы, которые не вращаются или оборачиваются слишком медленно. Для проверки скорости вращения используйте программу PC Health или монитор оборудования в BIOS. Проверьте потоки воздуха в корпусе. Удалите пыль, блокирующую прохождение воздуха
Переменяющиеся высокий и низкий звуки	Ошибка процессора	Неправильная установка процессора, его повреждение или перегрев. Проверьте скорость вращения вентилятора с помощью программы PC Health или монитора оборудования в BIOS

Таблица 22.3. Экранные сообщения POST Award BIOS

Сообщение	Описание
BIOS ROM checksum error - System halted (Ошибка контрольной суммы ПЗУ BIOS — система установлена)	Контрольная сумма кода BIOS, которая хранится в микросхеме BIOS, неверная, а значит, программный код BIOS поврежден. Свяжитесь с поставщиком системы, чтобы заменить BIOS
CMOS battery failed (Ошибка батареи CMOS)	Батарея CMOS неработоспособна. Ее следует заменить
CMOS checksum error - Defaults loaded (Ошибка контрольной суммы CMOS — загружены стандартные параметры)	Контрольная сумма CMOS неверна, поэтому система загрузила стандартную конфигурацию. Ошибка контрольной суммы может говорить о том, что содержимое микросхемы повреждено. Кроме того, подобные проблемы могут быть связаны с тем, что батарея разряжена. Проверьте батарею и замените ее при необходимости
CPU at <i>nnnn</i> (ЦПУ на <i>nnnn</i>)	Отображает рабочую частоту центрального процессора
Display switch is set incorrectly (Параметры дисплея заданы неверно)	На системной плате может присутствовать переключатель, с помощью которого задается режим работы видеоадаптера: монохромный или цветной. Данное сообщение указывает, что переключатель установлен не в то положение, которому соответствуют установки BIOS Setup. Выключите компьютер, проверьте, какие установки должны быть заданы, после чего измените положение переключки или же загрузите программу BIOS Setup и задайте необходимый параметр в разделе VIDEO
Press ESC to skip memory test (Нажмите ESC, чтобы пропустить тест памяти)	Пользователю предоставляется возможность нажать клавишу <Esc>, чтобы пропустить тест памяти
Floppy disk(s) fail (Ошибка дисководов)	Невозможно обнаружить или инициализировать накопитель на гибких дисках или его контроллер. Проверьте, правильно ли заданы параметры контроллера. Если в системе отсутствует накопитель на гибких дисках, убедитесь, что в программе BIOS Setup в разделе Diskette Drive задано значение NONE или AUTO
HARD DISK initializing. Please wait a moment (Инициализация жесткого диска. Пожалуйста, подождите немного)	Для инициализации некоторых жестких дисков требуется немного больше времени
HARD DISK INSTALL FAILURE (Ошибка установки жесткого диска)	Невозможно обнаружить или инициализировать жесткий диск или его контроллер. Проверьте, правильно ли заданы параметры контроллера. Если жесткий диск не подключен, убедитесь в том, что в программе BIOS Setup в разделе Hard Drive задано значение NONE
Hard disk(s) diagnosis fail (Ошибка диагностики жестких дисков)	Система может выполнять определенные операции по диагностике жестких дисков. Данное сообщение отображается в том случае, если одна или несколько процедур проверки не могут быть выполнены

Сообщение	Описание
Keyboard error or no keyboard present (Ошибка клавиатуры или клавиатура отсутствует)	Инициализация клавиатуры невозможна. Убедитесь, что клавиатура подключена должным образом и что при выполнении процедуры POST не нажаты никакие клавиши. Чтобы отключить проверку клавиатуры, в программе BIOS Setup следует активизировать параметр HALT ON ALL, BUT KEYBOARD. После этого BIOS будет игнорировать ошибки или отсутствие клавиатуры при прохождении процедуры POST
Keyboard is locked out - Unlock the key (Клавиатура заблокирована — отпустите клавишу)	Как правило, данное сообщение указывает на то, что при проверке клавиатуры нажата одна из клавиш. Убедитесь в том, что на клавиатуре ничего не лежит
Memory Test: (Проверка памяти:)	Данное сообщение выводится при выполнении полной проверки памяти; при этом постоянно отображается объем проверенной памяти
Memory test fail (Ошибка проверки памяти)	Если при прохождении процедуры POST обнаруживаются ошибки памяти, на экране отображаются сведения об источнике ошибки
Override enabled - Defaults loaded (Замещение разрешено — загружены стандартные параметры)	Если система не может загрузиться при использовании текущих установок CMOS, BIOS может заменить текущую конфигурацию набором стандартных параметров, обеспечивающих наиболее стабильную работу системы
Press TAB to show POST screen (Нажмите TAB для отображения экрана процедуры POST)	Производитель системной платы может заменить стандартный экран POST Award BIOS графическим изображением. С помощью клавиши <Tab> оператор может переключаться между разными режимами отображения
Primary master hard disk fail (Ошибка основного ведущего жесткого диска)	Процедура POST обнаружила ошибки при инициализации основного ведущего жесткого диска
Primary slave hard disk fail (Ошибка основного ведомого жесткого диска)	Процедура POST обнаружила ошибки при инициализации основного ведомого жесткого диска
Resuming from disk, Press TAB to show POST screen (Восстановление с диска, нажмите TAB для отображения экрана процедуры POST)	Phoenix Technologies предлагает функцию сохранения на диске образа памяти для портативных компьютеров. Данное сообщение может отображаться в том случае, если компьютер перезагружается после "спящего" режима
Secondary master hard disk fail (Ошибка дополнительного ведущего жесткого диска)	Процедура POST обнаружила ошибки при инициализации дополнительного ведущего жесткого диска
Secondary slave hard disk fail (Ошибка дополнительного ведомого жесткого диска)	Процедура POST обнаружила ошибки при инициализации дополнительного ведомого жесткого диска

Ошибки POST PhoenixBIOS

Существует несколько версий PhoenixBIOS; версии, выпускавшиеся до 1994 года для процессоров 286–486, используют сигнализацию об ошибках, приведенную в табл. 22.4.

Таблица 22.4. Коды ошибок POST PhoenixBIOS для процессоров до 486-го

Звуковой сигнал	Ошибка	Способ исправления
1-2	Ошибка видеоадаптера	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
1-3	Ошибка чтения/записи ПЗУ CMOS	Замените батарею. Замените системную плату
1-1-4	Ошибка контрольной суммы ПЗУ	Попробуйте вынуть и повторно вставить микросхему ПЗУ в разъем на системной плате. Обновите BIOS системной платы. Замените системную плату
1-2-1	Ошибка таймера	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
1-2-2	Ошибка инициализации DMA	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
1-2-3	Ошибка чтения/записи регистра страницы DMA	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
1-3-1	Ошибка верификации обновления ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули памяти. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
1-3-3	Ошибка строки многозарядных данных в первых 64 Кбайт ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату

Звуковой сигнал	Ошибка	Способ исправления
1-3-4	Ошибка логики проверки четности в первых 64 Кбайт ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
1-4-1	Ошибка адресной строки в первых 64 Кбайт ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
1-4-2	Ошибка проверки четности в первых 64 Кбайт ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
2-x-x ¹	Ошибка в первых 64 Кбайт ОЗУ	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
3-1-1	Ошибка ведомого регистра DMA	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
3-1-2	Ошибка основного регистра DMA	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
3-1-3	Ошибка основной маски прерываний	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
3-1-4	Ошибка дополнительной маски прерываний	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
3-2-4	Ошибка контроллера клавиатуры	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените клавиатуру. Замените системную плату. Замените процессор
3-3-4	Ошибка инициализации экрана	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
3-4-1	Ошибка повторной трассировки экрана	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
3-4-2	Ошибка видео-ПЗУ	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату
4-2-1	Ошибка прерывания таймера	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
4-2-2	Ошибка завершения работы	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените клавиатуру. Замените системную плату. Замените процессор
4-2-3	Ошибка Gate A20	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените клавиатуру. Замените системную плату. Замените процессор
4-2-4	Неожиданное прерывание в защищенном режиме	Проверьте наличие поврежденной платы расширения. Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
4-3-1	Ошибка адреса ОЗУ >FFFh	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти, блок питания и системную плату
4-3-3	Ошибка канала 2 таймера интервалов	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените системную плату
4-3-4	Ошибка часов реального времени	Замените батарею CMOS. Замените системную плату
4-4-1	Ошибка последовательного порта	Восстановите исходные параметры порта в BIOS Setup. Отключите порт
4-4-2	Ошибка параллельного порта	Восстановите исходные параметры порта в BIOS Setup. Отключите порт
4-4-3	Ошибка математического сопроцессора	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Убедитесь в том, что процессор и радиатор установлены должным образом; извлеките их, после чего установите заново. Замените процессор. Замените системную плату

Звуковой сигнал	Ошибка	Способ исправления
1-1-2 (тихо)	Ошибка выбора системной платы	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Убедитесь в том, что процессор и радиатор установлены должным образом; извлеките их, после чего установите заново. Замените процессор. Замените системную плату
1-1-3 (тихо)	Ошибка ОЗУ расширенной CMOS	Замените батарею CMOS. Замените системную плату

1. Кодам 2 и 3 может соответствовать от одного до четырех звуковых сигналов, что указывает на разные поврежденные ряды в первых 64 Кбайт ОЗУ.

PhoenixBIOS версии 4 поддерживает процессоры Pentium и более новые. Сигналы об ошибках для этой версии приведены в табл. 22.5.

Таблица 22.5. Коды ошибок POST PhoenixBIOS версии 6.x и более поздних

Звуковой сигнал	Ошибка	Способ исправления
1-2-2-3	Ошибка контрольной суммы ПЗУ BIOS	Попробуйте вынуть и повторно вставить микросхему ПЗУ в разъем на системной плате. Обновите BIOS системной платы. Замените системную плату
1-3-1-1	Ошибка обновления DRAM	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
1-3-1-3	Ошибка контроллера клавиатуры 8742	Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените клавиатуру. Замените системную плату. Замените процессор
1-3-4-1	Ошибка адресной строки памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
1-3-4-3	Ошибка данных нижнего байта памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
1-4-1-1	Ошибка данных верхнего байта памяти	Почистите контакты модулей памяти, после чего повторно установите модули. Извлеките все модули, за исключением первого банка. Замените модули памяти. Замените блок питания. Замените системную плату
2-1-2-3	Ошибка авторских прав ПЗУ	Попробуйте вынуть и повторно вставить микросхему ПЗУ в разъем на системной плате. Попробуйте обновить BIOS системной платы. Замените системную плату
2-2-3-1	Неожиданные прерывания	Проверьте наличие поврежденной платы расширения. Проверьте правильность установки системной платы, ослабьте винты, проверьте наличие объектов, которые могут приводить к замыканиям, а также туго затянутых винтов. Замените системную плату
1-2	Проблема видеоадаптера	Проверьте, правильно ли установлен видеоадаптер. Попробуйте заменить память на видеоадаптере. Замените видеоадаптер. Замените системную плату

Коды ошибок POST для IBM BIOS

В первых системах IBM PC и AT использовались микросхемы BIOS, разработанные IBM; позднее эти продукты были лицензированы для выпуска другими производителями. В табл. 22.6 описаны сигналы об ошибках, характерные для IBM BIOS.

Таблица 22.6. Коды ошибок POST для IBM BIOS

Звуковой код	Описание
1 короткий сигнал	Нормальное прохождение POST — система в полном порядке
2 коротких сигнала	Ошибка POST — описание отображается на экране
Сигнал отсутствует	Проблема связана с блоком питания или системной платой
Непрерывный сигнал	Проблема связана с блоком питания или системной платой
Повторяющиеся короткие сигналы	Проблема связана с блоком питания или системной платой
1 длинный и 1 короткий сигнал	Проблема связана с системной платой
1 длинный и 2 коротких сигнала	Проблема связана с видеоадаптером (MDA/CGA)
1 длинный и 3 коротких сигнала	Проблема связана с видеоадаптером (EGA/VGA)
3 длинных сигнала	Проблема связана с платой клавиатуры 3270

Список звуковых и буквенно-цифровых кодов IBM BIOS приведен с разрешения компании IBM.

В табл. 22.7 описаны числовые коды ошибок, отображаемые IBM BIOS.

Таблица 22.7. Диагностические коды ошибок POST IBM BIOS

Код	Описание
1xx	Ошибки системной платы
2xx	Ошибки памяти (ОЗУ)
3xx	Ошибки клавиатуры
4xx	Ошибки видеоадаптера MDA
4xx	Ошибки параллельного порта системной платы PS/2
5xx	Ошибки видеоадаптера CGA
6xx	Ошибки контроллера/накопителя на гибких дисках
7xx	Ошибки математического сопроцессора
9xx	Ошибки адаптера принтера с параллельным интерфейсом
10xx	Ошибки адаптера альтернативного принтера с параллельным интерфейсом
11xx	Ошибки последовательного порта COM1
12xx	Ошибки последовательных портов COM2, COM3 и COM4
13xx	Ошибки адаптера игровых контроллеров
14xx	Ошибки матричного принтера
15xx	Ошибки адаптера SDLC (Synchronous Data Link Control — протокол управления синхронным каналом передачи данных)
16xx	Ошибка адаптера DSEA (5520, 525x)
17xx	Ошибки контроллера/диска ST-506/412
18xx	Ошибки модулей расширения ввода-вывода
19xx	Ошибки плат дополнений 3270
20xx	Ошибки адаптера BSC (Binary Synchronous Communications — двоичная синхронная передача данных)
21xx	Ошибки альтернативного адаптера BSC
22xx	Ошибки адаптера кластера
23xx	Ошибки адаптера плазменного монитора
24xx	Ошибки видеоадаптера EGA или VGA
25xx	Ошибки альтернативного видеоадаптера EGA
26xx	Ошибки адаптера 370-M (память) или 370-P (процессор) систем XT или AT/370
27xx	Ошибки адаптера 3277-EM (эмуляция) систем XT или AT/370
28xx	Ошибки адаптера эмуляции 3278/79 или адаптера подключений 3270
29xx	Ошибки цветного или графического принтера
30xx	Ошибки основного сетевого адаптера
31xx	Ошибки дополнительного сетевого адаптера
32xx	Ошибки адаптера экрана и программируемых символов систем 3270 PC или AT
33xx	Ошибки компактного принтера
35xx	Ошибки адаптера EDSEA
36xx	Ошибки адаптера шины GPIB (General-Purpose Interface Bus — универсальная интерфейсная шина)
37xx	Ошибки адаптера SCSI системной платы
38xx	Ошибки адаптера приема данных
39xx	Ошибки профессионального графического адаптера PGA
44xx	Ошибки экрана 5278 и 5279
45xx	Ошибки адаптера интерфейса IEEE (IEEE 488)
46xx	Ошибки адаптера мультипорта ARTIC
48xx	Ошибки внутреннего модема
49xx	Ошибки альтернативного внутреннего модема
50xx	Ошибки PC-совместимого жидкокристаллического монитора
51xx	Ошибки PC-совместимого портативного принтера
56xx	Ошибки системы финансового взаимодействия
70xx	Уникальные коды ошибок набора микросхем Phoenix BIOS
71xx	Ошибки адаптера VCA
73xx	Ошибки внешнего накопителя формфактора 3,5 дюйма
74xx	Ошибки видеоадаптера IBM PS/2 (VGA Card)
74xx	Ошибки видеоадаптера 8514/A
76xx	Ошибки адаптера 4216 PagePrinter
84xx	Ошибки речевого адаптера PS/2

Код	Описание
85xx	Ошибки адаптера памяти XMA
86xx	Ошибки координатно-указательного устройства PS/2 (мыши)
89xx	Ошибки адаптера MIDI (цифровой интерфейс музыкальных инструментов)
91xx	Ошибки адаптера/оптического накопителя WORM IBM 3363
96xx	Ошибки 32-разрядного адаптера SCSI с кэш-памятью
100xx	Ошибки мультипротокольного адаптера
101xx	Ошибки внутреннего модема со скоростью передачи данных 300/1200 бит/с
104xx	Ошибки жесткого диска или адаптера ESDI или MCA IDE
107xx	Ошибки внешнего накопителя формфактора 5,25 дюйма
112xx	Ошибки 16-разрядного адаптера SCSI без кэш-памяти
113xx	Ошибки 16-разрядного адаптера SCSI системной платы
129xx	Ошибки процессорной платы
149xx	Ошибки плазменного дисплея и адаптера P70/P75
152xx	Ошибки адаптера XGA
164xx	Ошибки внутреннего накопителя на магнитной ленте емкостью 120 Мбайт
165xx	Ошибки адаптера или накопителя на магнитной ленте 6157
166xx	Ошибки основного сетевого адаптера Token-Ring
167xx	Ошибки альтернативного сетевого адаптера Token-Ring
180xx	Ошибки адаптера PS/2
185xx	Ошибки адаптера DBCS
194xx	Ошибки модуля расширения памяти 80286
200xx	Ошибки адаптера изображений
208xx	Ошибки неизвестного устройства SCSI
209xx	Ошибки съемного диска SCSI
210xx	Ошибки несъемного диска SCSI
211xx	Ошибки накопителя на магнитной ленте с интерфейсом SCSI
212xx	Ошибки принтера с интерфейсом SCSI
213xx	Ошибки процессора SCSI
214xx	Ошибки накопителя WORM с интерфейсом SCSI
215xx	Ошибки накопителя CD-ROM с интерфейсом SCSI
216xx	Ошибки сканера с интерфейсом SCSI
217xx	Ошибки магнитооптического накопителя с интерфейсом SCSI
218xx	Ошибки адаптера музыкальных устройств с интерфейсом SCSI
219xx	Ошибки взаимодействия SCSI
243xxxx	Ошибки адаптера XGA-2
I998xxxx	Информационные коды DCS (Dynamic Configuration Select — динамический выбор конфигурации)
I99900xx	Ошибка загрузки исходного микрокода (Initial Microcode Load — IML)
I99903xx	Отсутствие загрузочного устройства, загрузка исходной программы (Initial Program Load — IPL)
I99904xx	Несоответствие IML и системы
I99906xx	Ошибки загрузки IML

Список звуковых и буквенно-цифровых кодов IBM BIOS представлен с разрешения компании IBM.

Сигналы об ошибках POST IBM/Lenovo BIOS

В мае 2005 года компания IBM продала свое подразделение, занимающееся персональными компьютерами, фирме Lenovo. В современных системах IBM и Lenovo используются отличные коды ошибок POST, которые представлены в табл. 22.8.

Таблица 22.8. Сигналы об ошибках POST BIOS IBM/Lenovo

Сигнал	Описание	Действия и проверки
1-1-3	Ошибка чтения/записи CMOS	1. Запустить Setup 2. Системная плата
1-1-4	Ошибка проверки ROM BIOS	1. Системная плата
1-2-x	Ошибка DMA	1. Системная плата
1-3-x	Ошибка модуля памяти	1. Модуль памяти 2. Системная плата

Сигнал	Описание	Действия и проверки
1-4-4	Ошибка клавиатуры	1. Клавиатура 2. Системная плата
1-4-x	Ошибка в первых 64 Кбайт ОЗУ	1. Модуль памяти 2. Системная плата
2-1-1, 2-1-2	Ошибка в информации Setup	1. Запустить Setup 2. Системная плата
2-1-x	Ошибка в первых 64 Кбайт ОЗУ	1. Модуль памяти 2. Системная плата
2-2-2		1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата
2-2-x	Ошибка в первых 64 Кбайт ОЗУ	1. Модуль памяти 2. Системная плата
2-3-x	Ошибка памяти	1. Модуль памяти 2. Системная плата
2-4-x	Ошибка памяти или настроек BIOS	1. Запустить Setup 2. Модуль памяти 3. Системная плата
3-1-x	Ошибка регистра DMA	1. Системная плата
3-2-4	Ошибка контроллера клавиатуры	1. Системная плата 2. Клавиатура
3-3-4	Ошибка инициализации экрана	1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата 3. Монитор
3-4-1	Ошибка ретрассировки экрана	1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата 3. Монитор
3-4-2	POST ищет видеопамять	1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата
4	Ошибка видеоадаптера	1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата
Все остальные последовательности	Проблемы в системной плате	1. Системная плата
Один короткий и один длинный во время POST	Ошибка в первых 640 Кбайт памяти или в теневой памяти	1. Модуль памяти 2. Системная плата
Один длинный и два-три коротких во время POST	Ошибка видеосистемы	1. Видеоадаптер (если установлен) 2. Системная плата
Три коротких во время POST	Проблема в системной плате или памяти	1. Память 2. Системная плата
Непрерывный сигнал	Проблема в системной плате	1. Системная плата
Повторяющиеся короткие сигналы	“Залипание” клавиши клавиатуры или проблемы с ее кабелем	1. Клавиша “залипла”? 2. Кабель клавиатуры 3. Системная плата

Публикуется с разрешения компании IBM.

Сообщения POST об ошибках оперативной памяти

В большинстве PC-совместимых моделей процедура POST отображает на экране ход тестирования оперативной памяти компьютера. Последнее выведенное на экран число соответствует количеству памяти, успешно прошедшей проверку. Например, может появиться следующее сообщение:

32768 KB OK

В общем случае последнее выведенное во время тестирования число должно совпадать с объемом всей установленной в компьютере памяти. Однако в некоторых компьютерах может отображаться несколько меньшее значение, например если не тестируется вся верхняя память UMA (Upper Memory Area) объемом 384 Кбайт или ее часть. Этот тест памяти выполняется до загрузки какого-либо программного обеспечения, так что установленные в системе диспетчеры памяти и драйверы устройств не влияют на результаты тестирования. Если по оконча-

нии тестирования число на экране не соответствует общему объему памяти, значит, в системной памяти обнаружена ошибка. Отображенное число может помочь выявить конкретный модуль памяти, в котором произошел сбой.

Примечание

Многие современные системы настроены так, чтобы не отображать ход теста памяти на дисплее; такой режим называется “тихой загрузкой”. Кроме того, некоторые системы сконфигурированы так, чтобы не генерировать сигналы даже при выявлении ошибок. Все эти режимы можно переконфигурировать в программе настройки BIOS (см. главу 5).

Диагностика аппаратного обеспечения

Многие типы диагностических программ предназначены для определенных типов аппаратного обеспечения. Эти программы могут быть интегрированы в устройства, поставляться в комплекте с оборудованием или продаваться отдельно. В следующих разделах рассмотрены вопросы диагностики некоторых типов устройств.

Диагностика сетевых адаптеров

Многие сетевые интерфейсные платы оснащены диагностической системой, предназначенной для тестирования специализированных функций устройств. В зависимости от используемого сетевого адаптера для выполнения проверок иногда приходится загружать компьютер в режиме DOS; в других случаях используется Windows.

Например, программа DIAG, которая поставляется со всеми сетевыми интерфейсными платами Linksys, позволяет проводить следующие тесты адаптера Linksys EtherFast 10/100 Ethernet:

- тест конфигурации;
- тест интерфейса ввода-вывода;
- тест идентификации;
- тест внутренней обратной связи (loopback);
- тест состояния канала;
- тест прерываний;
- тест сетевой функции.

Для проверки сетевой функции необходимо установить в той же сети дополнительную систему, также оснащенную адаптером Linksys. При запуске диагностической программы на обоих компьютерах один адаптер конфигурируется как приемник, а второй — как передатчик. Передатчик передает тестовые сообщения приемнику, который отправляет их обратно. Если сеть и адаптер функционируют нормально, отправленные сообщения должны быть возвращены без изменений.

Другие сетевые адаптеры имеют схожие тестовые функции, хотя названия диагностических методов могут отличаться.

Драйверы или диагностические файлы, необходимые для тестирования сетевого адаптера, можно бесплатно загрузить с сайта изготовителя.

Примечание

Для создания загрузочного диска MS-DOS в Windows XP или Vista с целью запуска специфичных для обслуживания тестов вставьте чистую дискету в дисковод, откройте окно Компьютер (Мой компьютер), щелкните правой кнопкой мыши на устройстве A: и выберите в контекстном меню пункт Форматировать. В открывшемся диалоговом окне установите флажок Создать загрузочный диск MS-DOS и щелкните на ОК.

Диагностические программы общего назначения

Существует множество разнообразных диагностических утилит для PC-совместимых компьютеров. Это специальные программы для тестирования памяти, жестких дисков, диско-

водов гибких дисков, видеоадаптеров и других компонентов системы. Одни из них занимают достойное место среди такого рода программ, другие явно не дотягивают до профессионального уровня. К рекомендуемым программам относятся следующие.

- **AMIDiag Suite** (www.ami.com)
- **MicroScope** (www.micro2000.com)

Совет

Перед покупкой диагностической программы удостоверьтесь, что вы использовали все доступные бесплатные средства, в частности предлагаемые операционной системой. Большинство неисправностей можно выявить с помощью этих программ, и вам не понадобится тратить деньги на покупку специальных утилит диагностики.

К сожалению, в области программ диагностики сложно назвать бесспорного лидера. Каждая из этих программ предлагает свой набор средств, и ни одна из них не является универсальной. Так что, принимая решение относительно установки определенной программы диагностики, посмотрите, какие из ее средств вам будут полезны.

Одной из наиболее популярных программ является AMIDiag Suite компании AMI. Программа позволяет проверить аппаратное обеспечение практически любого компьютера. Она поставляется в Windows-версии, поддерживающей также диагностические утилиты сторонних разработчиков, и DOS-версии. Последняя применяется для тестирования аппаратных устройств независимо от установленной операционной системы с помощью загрузочного диска DOS.

Диагностические программы операционной системы

В большинстве случаев приобретать диагностическую программу нецелесообразно, поскольку систему можно протестировать с помощью существующих средств операционной системы. В частности, Windows предлагает несколько программ диагностики.

Операционные системы Windows XP и Vista содержат немало инструментов, утилит и средств создания отчета об ошибках, которые могут стать просто незаменимыми при выявлении источника проблем. Более серьезные проблемы могут быть связаны с поврежденными файлами или содержащим ошибки программным обеспечением, а также некорректно настроенным оборудованием. При возникновении подобных проблем Windows XP обычно сохраняет сведения об ошибке в файле дампа памяти, который в дальнейшем можно включить в отчет, отправляемый в компанию Microsoft. В любом случае сведения об ошибке лучше сохранять.

В систему Windows Vista включены следующие новые средства диагностики:

- интегрированные средства диагностики памяти, выполняемой перед запуском рабочего стола Windows;
- информационный справочник “Отчеты о проблемах и их решениях” компании Microsoft;
- отчет диагностики системы, включенный в новый “Монитор производительности и стабильности”.

Загрузка

Под термином *загрузка* (*boot*) подразумевается начало работы персонального компьютера. В него загружается большая операционная система, но все начинается с маленькой программы, которая затем “вытягивает” все остальное. Вся цепочка событий начинается с подачи напряжения и завершается полностью функционирующей операционной системой с загруженным и работающим программным обеспечением. Каждое событие в цепочке вызывается предыдущим и инициирует следующее.

Трассировка процесса загрузки может помочь выявить источник проблемы, так как соответствующие сообщения отображаются при возникновении ошибок. Если при загрузке системы появляется сообщение какой-либо программы об ошибке, значит, она загружена и частично ра-

ботает. Изучив последовательность загрузки, можно определить службу или программу, препятствующую выполнению загрузочной процедуры. Обращайте внимание на файлы или области диска, задействованные при загрузке. В сообщениях об ошибках, отображаемых при загрузке и нормальной работе системы, зачастую довольно сложно разобраться. Ниже перечислены программы, которые могут выдавать на экран сообщение в процессе загрузки.

Не зависящие от операционной системы:

- ROM BIOS на системной плате;
- дополнительные ROM BIOS адаптеров;
- главная загрузочная запись (MBR);
- загрузочный сектор активного раздела.

Зависящие от операционной системы:

- системные файлы;
- драйверы устройств (загружаемые в `Config.sys` или системным реестром `Windows System.dat`);
- программы, запускаемые из файла `Autoexec.bat`, группы программ автозагрузки или соответствующие ключи системного реестра.

Начальный этап загрузки выполняется на всех компьютерах одинаково и не зависит от установленной операционной системы. На дальнейшие действия влияет тип установленной операционной системы, а следовательно, и сообщения об ошибках могут быть различны. В следующих разделах будут представлены некоторые сообщения об ошибках, возникающих в процессе загрузки.

Загрузка: начальный этап, не зависящий от типа установленной операционной системы

Если у вас возникли проблемы при загрузке компьютера, постарайтесь определить, на каком этапе это случилось. Процесс стандартной загрузки компьютера можно разделить на ряд этапов.

1. Включение питания компьютера.
2. Источник питания выполняет самотестирование. Если все нормально и все выходные напряжения соответствуют требуемым, источник питания выдает на системную плату сигнал `Power_Good`. Между включением компьютера и подачей сигнала проходит 0,1–0,5 с.
3. Микросхема таймера получает сигнал `Power_Good` и прекращает генерировать подаваемый на процессор сигнал `Reset`.
4. Процессор начинает выполнять код, записанный в ROM BIOS по адресу `FFFF:0000`. Размер ROM BIOS от этого адреса до конца составляет 16 байт; по данному адресу записана команда перехода на реально выполняемый код ROM BIOS.
5. ROM BIOS выполняет тестирование системы, чтобы проверить ее работоспособность. Обнаружив ошибку, система подаст звуковой сигнал, так как видеоадаптер все еще не инициализирован. Если BIOS соответствует стандарту `Plug and Play`, выполняются все последующие действия; в противном случае осуществляется переход к п. 10.
6. `Plug and Play BIOS` проверяет постоянные адреса ввода-вывода, линии прерываний, каналы прямого доступа к памяти и другие параметры, необходимые для конфигурации устройств, соответствующих стандарту `Plug and Play`.
7. Все устройства `Plug and Play`, перечисленные в `Plug and Play BIOS`, деактивируются во избежание потенциальных конфликтов.
8. Создается карта используемых и свободных ресурсов.

9. Устройства Plug and Play конфигурируются и активизируются. Если в компьютере установлена BIOS, не удовлетворяющая стандарту Plug and Play, устройства Plug and Play инициализируются на основе параметров по умолчанию. Эти устройства могут быть динамически переконфигурированы при загрузке Windows (диспетчер конфигурации Windows запрашивает у Plug and Play BIOS информацию об устройстве, а затем выясняет, какова конфигурация каждого устройства Plug and Play).
10. В поисках программы работы с видеоадаптером BIOS сканирует адреса памяти видеоадаптера, начиная с C000:0000 и заканчивая C780:0000. Если BIOS видеоадаптера найдена, проверяется контрольная сумма ее кода. При совпадении контрольной суммы с заданной управление передается BIOS видеоадаптера, которая инициализирует видеоадаптер и выводит на экран курсор; в противном случае появляется сообщение C000 ROM Error.
11. Если BIOS видеоадаптера не найдена, используется видеодрайвер, записанный в микросхеме ROM системной платы, который инициализирует видеоадаптер и выводит на экран курсор.
12. BIOS системной платы сканирует оставшуюся память с C800:0000 по DF80:0000 с шагом 2 Кбайт в поисках BIOS любых других подключенных к системной плате адаптеров (таких, как SCSI). Обнаруженные BIOS выполняются так же, как и BIOS видеоадаптера.
13. При несоответствии контрольной суммы любых BIOS выводится сообщение XXXX ROM Error, где XXXX — сегментный адрес некорректного модуля ROM.
14. BIOS проверяет значение слова по адресу 0000:0472, чтобы определить, какая загрузка выполняется (*холодная* или *горячая*). В случае *горячей* загрузки по этому адресу записано слово 1234h, что приводит к пропуску процедуры POST. Если по этому адресу записано другое слово, выполняется тест POST. Некоторые BIOS позволяют управлять различными аспектами процедуры POST, например выключать тестирование памяти.
15. В случае холодной загрузки выполняется POST. При тестировании на экран компьютера выводится сообщение обо всех возникающих ошибках и подается сигнал со встроенного динамика. При успешном завершении POST выдается одиночный звуковой сигнал (в компьютерах Compaq — два сигнала).
16. BIOS читает сектор 1, находящийся на цилиндре 0, стороне 0 (самый первый сектор) устройства, назначенного для загрузки по умолчанию. Когда-то таким устройством всегда был дисковод; современные версии BIOS позволяют загружаться не только с дискеты, но и с других устройств, например жесткого диска и накопителя CD-ROM. Порядок поиска загрузочных устройств определяется с помощью программы установки параметров BIOS. Этот сектор загружается по адресу 0000:7C00 и проверяет, является ли диск загрузочным.

Если диск находится в устройстве, но сектор не может быть прочитан, или если диск отсутствует, BIOS переходит к п. 19.

Загрузка с дискет и оптических дисков

Для загрузки с оптического диска CD или DVD эти приводы должны быть перечислены в списке устройств загрузки перед жестким диском. Чтобы обеспечить себе возможность аварийной загрузки, рекомендуется назначать привод CD/DVD первым устройством загрузки, а дисковод — вторым. Если в эти устройства не вставлены загрузочные носители, система благополучно выполнит загрузку с жесткого диска.

Следует отметить, что не все компакт-диски с операционными системами являются загрузочными. К примеру, диски Windows 95 не загрузочные, а диски Windows 98/Me являются загрузочными только в OEM-версиях продукта (диски этих ОС, продаваемые в розницу, не являются загрузочными). Системы Windows NT 4.0, Windows 2000 и Windows XP всегда являются загрузочными. Система Windows Vista поставляется на загрузочном DVD и только по специальному заказу — на загрузочных компакт-дисках.

О создании загрузочных компакт-дисков можно прочитать в главе 11.

17. Если загрузка выполняется с дискеты и первый байт загрузочной записи тома меньше 06h или если первый байт больше или равен этому числу, но первые пять слов содержат одинаковые шаблоны данных, отображается сообщение об ошибке загрузочной записи дискеты 602-Diskette Boot Record Error и система останавливается.
18. Если загрузочная запись тома не может найти или загрузить системные файлы или проблема возникла при загрузке последних, выдается сообщение о том, что диск не системный (в одном из следующих вариантов).

```
Non-System disk or disk error
Replace and strike any key when ready
```

```
Non-System disk or disk error
Replace and press any key when ready
```

```
Invalid system disk_
Replace the disk, and then press any key
```

```
Disk Boot failure
```

```
Disk I/O Error
```

Все эти сообщения заложены в загрузочной записи тома (VBR) и связаны с проблемами VBR или системных файлов.

19. Если в дисковом A: нет системной дискеты, BIOS читает сектор MBR (Master Boot Record — главная загрузочная запись); это первый сектор на жестком диске, который находится по тому же физическому адресу, что и загрузочный сектор на дискете (цилиндр 0, сторона 0, сектор 1). Обнаружив такой сектор, BIOS загружает его в память по адресу 0000:7C00 и затем проверяет его.
20. Если последние два байта этого сектора (его сигнатура) не равны 55AAh, вызывается прерывание 18h. При этом на экране появляется предупреждающее сообщение (оно зависит от производителя BIOS вашего компьютера).

Например, в IBM BIOS оно следующее:

```
The IBM Personal Computer Basic_
Version C1.1 Copyright IBM Corp 1981
62940 Bytes free_
Ok_
```

Большинство компьютеров IBM, выпущенных с 1987 года, отображают странное символично-графическое изображение в виде передней панели дискового, 3,5-дюймовой дискеты и стрелки, предлагающей вставить дискету в привод и нажать <F1>.

В AMI BIOS сообщение следующее:

```
NO ROM BASIC - SYSTEM HALTED
```

В Compaq BIOS:

```
Non-System Disk or disk error
replace adn strike any key when ready
```

В Award BIOS:

```
DISK BOOT FAILURE, INSERT SYSTEM DISK AND PRESS ENTER
```

В Phoenix BIOS:

```
No boot device available -
strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
```

или:

```
No boot sector on fixed disk -
strike F1 to retry boot, F2 for setup utility
```

Эти сообщения варьируются в зависимости от BIOS, однако причины их возникновения связаны с конкретными байтами в MBR (первый сектор жесткого диска с адресом: “цилиндр 0, головка 0, сектор 1”).

Такой диск может не содержать разделов, или в нем просто повреждена запись MBR. В процессе загрузки BIOS проверяет два последних байта в MBR на наличие значения 55AAh; если таких значений нет, инициируется прерывание 18h, вызывающее программу, отображающую одно из сообщений об ошибке (которые только что были продемонстрированы).

Сектор главной загрузочной записи (MBR) записывается на жесткий диск программой FDISK, утилитой Disk Management или программой DISKPART. После форматирования жесткого диска на низком уровне во всех его секторах находятся одни нули и, естественно, первый сектор не содержит необходимой сигнатуры в последних двух байтах. Из этого следует, что описанные сообщения об ошибках будут выдаваться, если вы отформатировали диск на низком уровне, но забыли разбить его на разделы (логические диски).

21. Начальный загрузчик ищет в таблице разделов активный раздел.
22. Если в таблице нет активного раздела, отображается сообщение об ошибке посредством вызова BIOS программного прерывания 18h (см. п. 20).
23. Если хотя бы один раздел содержит неправильную метку либо несколько разделов помечены как активные, выдается сообщение об ошибке `Invalid partition table`, и система останавливается.
24. Если найден только один активный раздел, его загрузочный сектор считывается в память и выполняется проверка, действительно ли он загрузочный.
25. Если загрузочный сектор активного раздела не читается за пять попыток, выдается сообщение об ошибке `Error loading operating system`, и система останавливается.
26. Проверяется сигнатура считанного загрузочного сектора активного раздела. Если последние два байта не соответствуют сигнатуре 55AAh, выдается сообщение об ошибке `Missing operating system`, и система останавливается.
27. Загрузочный сектор активного раздела содержит программу загрузки операционной системы. Если загрузочный сектор испорчен, системные файлы не являются первыми в корневом каталоге или при попытке их чтения возникают сбои, выдается сообщение, что диск не системный или содержит ошибку (см. п. 18):

```
Non-System disk or disk error  
Replace and strike any key when ready
```

```
Non-System disk or disk error  
Replace and press any key when ready
```

```
Invalid system disk_  
Replace the disk, and then press any key
```

```
Disk Boot failure
```

```
Disk I/O Error
```

Все эти сообщения заложены в загрузочной записи тома (VBR) и связаны с проблемами VBR или системных файлов.

Дальнейшие действия зависят от установленной операционной системы, о чем пойдет речь в следующих разделах.

Загрузка DOS

Загрузка MS-DOS и подобных ей операционных систем (PC DOS, DR DOS и Freedos) выполняется в такой последовательности.

1. Если прежде при загрузке не возникло никаких проблем, управление передается загруженному в память файлу `Io.sys` (`Ibmbio.com`).
2. Код инициализации файла `Io.sys` (`Ibmbio.com`) копируется в верхние адреса памяти, а затем перемещает файл `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`) поверх части `Io.sys` в нижних адресах памяти, содержащей код инициализации, поскольку потребности в ней более нет.
3. Код инициализации передает управление файлу `Msdos.sys` (`Ibmdos.com`), который инициализирует драйверы базовых устройств, определяет состояние оборудования, инициализирует дисковые и дополнительно подключенные к компьютеру устройства, устанавливает параметры системы.
4. Теперь DOS загружена и активизирована, и “бразды правления” снова получает `Io.sys`.
5. Файлом `Io.sys` читается файл `Config.sys`.
6. Загруженный файл `Config.sys` просматривается, и выражения из него выполняются в заданной последовательности. Сначала выполняются строки, начинающиеся словом `DEVICE`, в порядке их расположения в файле. При этом загружаются драйверы различных устройств, после чего выполняются выражения, содержащие слово `INSTALL`, в порядке их расположения в файле. Следующим шагом является обработка выражения `SHELL`, которое определяет путь к командному процессору `Command.com` и параметры его загрузки, а затем запускает его. Если такого выражения в файле `Config.sys` нет либо если отсутствует сам файл `Config.sys`, то по умолчанию устанавливается имя командного процессора `\Command.com` и он запускается с параметрами, установленными по умолчанию. Командный процессор перекрывает в памяти код инициализации, в котором больше нет необходимости.

При последнем проходе `Config.sys` выполняются все выражения, которые не были обработаны ранее. Таким образом, порядок выражений (за исключением `DEVICE`, `INSTALL` и `SHELL`) в `Config.sys` не имеет никакого значения.

7. Если существует файл `Autoexec.bat`, командный процессор загружает и выполняет его. После этого на экране появляется командная строка DOS, в которой можно работать с операционной системой (если в файле `Autoexec.bat` не была определена другая интерфейсная оболочка).
8. Если файл `Autoexec.bat` отсутствует, `Command.com` выполняет внутренние команды `DATE` и `TIME`, отображает сообщение об авторских правах, и на экране появляется командная строка DOS.

Разумеется, сценарий загрузки каждого конкретного компьютера может несколько отличаться от описанного. К тому же, в зависимости от задействованных программ ROM BIOS, могут варьироваться сообщения об ошибках.

Вы можете изменить некоторые действия операционной системы при загрузке, откорректировав файлы `Config.sys` и `Autoexec.bat`. Эти файлы управляют конфигурацией DOS и позволяют запускать дополнительные резидентные программы в процессе загрузки.

Загрузка Windows 9x/Me

Понимая процесс загрузки Windows 9x/Me, можно достаточно быстро решить возникающие проблемы. Загрузку Windows 9x можно разделить на три этапа:

- загрузка и запуск файла `Io.sys` (в нем комбинируются функции файлов `Io.sys` и `Msdos.sys` операционной системы DOS);

- настройка реального режима;
- загрузка и запуск файла `Win.com`.

Этап 1: загрузка и запуск файла `Io.sys`

1. Код инициализации активизирует драйверы базовых устройств, определяет состояние оборудования, сбрасывает и инициализирует подключенные устройства и устанавливает параметры системы по умолчанию.
2. Активируется файловая система, управление передается файлу `Io.sys`.
3. Отображается сообщение `Starting Windows` в течение $\langle n \rangle$ секунд. Время отображения этого сообщения определяется строкой `BootDelay=<n>` в файле `Msdos.sys` (по умолчанию — 2 с).
4. Код инициализации файла `Io.sys` читает файл конфигурации `Msdos.sys`. При использовании нескольких аппаратных конфигураций появляется сообщение `Windows cannot determine what configuration your computer is in`. Из приведенного списка следует выбрать необходимую аппаратную конфигурацию.
5. Загружается и отображается файл `Logo.sys` (стартовая заставка).
6. Если существуют файлы `Drvspace.ini` или `Dblspace.ini`, то они загружаются в память. Также загружаются драйверы `Himem.sys`, `Ifshlp.sys` и `Setver.exe`.
7. Файл `Io.sys` проверяет файлы системного реестра `System.dat` и `User.dat`.
8. Файл `Io.sys` открывает файл `System.dat`. Если такого файла не существует, то используется файл `System.da0`. При успешном запуске `Windows 9x` файл `System.da0` копируется в `System.dat`.
9. Если в файле `Msdos.sys` присутствует строка `DoubleBuffer=1` или двойная буферизация активизируется с помощью параметров в ветви реестра `HKLM\System\CurrentControlSet\Control\WinBoot\DoubleBuffer`, то загружается файл `Dblbuff.sys`.

Примечание

Программа установки `Windows 9x` автоматически активизирует двойную буферизацию, если определит, что это необходимо.

10. Если существует несколько аппаратных конфигураций, то выбранная конфигурация загружается из системного реестра.
11. В `Windows 9x/Me` просматривается ветвь реестра `HKLM\System\CurrentControlSet`, загружаются найденные драйверы устройств, а затем выполняется файл `Config.sys`.

Этап 2: настройка реального режима

Для правильной работы некоторых старых устройств и программ необходимо загружать драйверы и файлы в реальном режиме. Чтобы обеспечить обратную совместимость, `Windows 9x` обрабатывает файлы `Config.sys` и `Autoexec.bat` (если они существуют).

1. Если файл `Config.sys` существует, то обрабатываются содержащиеся в нем операторы и команды загрузки драйверов. Если же этого файла на жестком диске нет, то загружаются следующие необходимые для работы драйверы.
 - `Ifshlp.sys`
 - `Himem.sys`
 - `Setver.sys`

Информацию о расположении этих файлов на жестком диске файл `Io.sys` получает из строки `WinBootDir=` файла `Msdos.sys`.

2. Windows резервирует все глобальные блоки верхней памяти для использования операционной системой или для поддержки расширенной памяти.
3. Обработывается содержимое файла Autoexec.bat, и все перечисленные в нем резидентные программы загружаются в память.

Этап 3: загрузка и запуск файла Win.com

1. Загружается и запускается файл Win.com.
2. Файл Win.com обращается к файлу Vmm32.vxd. Если в компьютере достаточно оперативной памяти, этот файл загружается в память. В противном случае организуется доступ к этому файлу на жестком диске, что увеличивает время загрузки.
3. Загрузчик драйверов виртуальных устройств реального режима сравнивает копии виртуальных драйверов устройств (VxD) в папке Windows\System\Vmm32 и в файле Vmm32.vxd. Если виртуальный драйвер устройства существует и в папке, и в файле, то копия виртуального драйвера “помечается” в файле Vmm32.vxd как незагружаемая.
4. Виртуальные драйверы устройств, не загруженные с помощью файла Vmm32.vxd, загружаются из раздела [386 Enh] файла System.ini папки Windows.

Необходимые виртуальные драйверы устройств

Для нормальной работы операционной системы Windows необходимы некоторые виртуальные драйверы устройств. Эти драйверы загружаются автоматически, и им не нужны соответствующие записи в системном реестре. Для Windows 9x необходимы перечисленные ниже виртуальные драйверы устройств.

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| • BIOSXLAT | • CONFIGMG | • DYNAPAGE | • DOSMGR |
| • EBIOS | • IFSMGR | • INT13 | • IOS |
| • PAGESWAP | • SHELL | • V86MMGR | • VCD |
| • VCACHE | • VCOMM | • VCOND | • VDD |
| • VDMAD | • VFAT*VKD | • VMCPD | • VPICD |
| • VTD | • VTDAPI | • WWIN32 | • VXDLDLDR |

5. Загрузчик драйверов виртуальных устройств реального режима проверяет правильность загрузки всех необходимых виртуальных драйверов устройств. Если при загрузке необходимого драйвера появляется ошибка, загрузчик пытается выполнить эту операцию еще раз.
6. После загрузки виртуальные драйверы устройств реального режима инициализируются. Если некоторый виртуальный драйвер требует инициализации в реальном режиме, он начинает свою работу в нем.
7. Файл Vmm32 переключает процессор в защищенный режим.
8. Начинается процесс инициализации виртуальных драйверов устройств согласно их параметру InitDevice, а не порядку загрузки в память.
9. После загрузки всех виртуальных драйверов устройств начинается загрузка файлов Kernal32.dll, Gdi.exe, User.exe и Explorer.exe (по умолчанию — оболочка Windows 9x).
10. Если компьютер подключен к сети, то загружаются сетевое окружение и многопользовательский профиль. Пользователю предлагается ввести имя и пароль для входа в сеть. Система Windows 9x позволяет нескольким пользователям сохранять параметры рабочего стола. При входе в Windows эти параметры загружаются из системного реестра. Если пользователь не вводит имени, то загружается конфигурация с установленными по умолчанию параметрами рабочего стола.

11. На последнем этапе загрузки операционной системы запускаются программы из папки автозагрузки и ветви системного реестра RunOnce. После загрузки программы ее параметр из ветви системного реестра RunOnce удаляется.

Загрузка Windows NT/2000/XP

При запуске систем Windows NT/2000/XP используется иная, чем в Windows 9x/Me, последовательность загрузки. Вместо файлов `Io.sys` и `Msdos.sys` в Windows NT/2000/XP запускается загрузчик системы NTLDR, который начинает определять оборудование и позволяет выбрать систему для загрузки.

Далее описан базовый процесс загрузки операционных систем Windows NT/2000/XP.

1. **Загрузочный сектор загружает службу Ntldr (NT Loader).** Процессор переходит в защищенный режим, активизирует файловую систему и считывает содержимое файла `Boot.ini`, где определяются параметры и начальное меню загрузки (этот файл необходим при установке на один компьютер двух или более операционных систем). При двойной загрузке и выборе операционной системы, отличной от NT/2000/XP, загружается файл `Bootsect.dos`. Если в системе установлены жесткие диски SCSI, загружается файл `Ntbootdd.sys`, содержащий загрузочные драйверы SCSI.
2. **Служба Ntdetect.com собирает данные аппаратной конфигурации и передает их программе Ntldr.** Если существует несколько аппаратных записей, Windows выбирает нужную для текущей конфигурации. Когда ПЗУ BIOS совместимо с ACPI, Windows использует технологию ACPI для обнаружения и инициализации устройств.
3. **Загрузка ядра операционной системы.** Загрузчик Windows передает данные, собранные `Ntdetect.com`, модулю `Ntoskrnl.exe`, загружающему непосредственно ядро системы, уровень абстрагирования от аппаратных компонентов (`Hal.dll`) и информацию системного реестра. При этом внизу экрана указываются детали процесса загрузки.
4. **Загрузка драйверов и регистрация пользователя.** Сетевые компоненты (например, протокол TCP/IP) загружаются одновременно с другими службами, после чего на экран выводится строка `Begin Logon` (начало загрузки). После успешной регистрации пользователя Windows обновляет информацию последней удачной конфигурации.
5. **Обнаружение и настройка новых устройств Plug and Play.** Новым обнаруженным устройствам назначаются соответствующие программные ресурсы, после чего Windows извлекает нужный драйвер из архива `Driver.cab`. В противном случае пользователь сам указывает расположение драйвера. Поиск новых устройств осуществляется одновременно с процессом регистрации пользователя в системе.

При загрузке Windows NT/2000/XP используются следующие файлы:

- `ntldr`;
- `boot.ini`;
- `bootsect.dos` (только в компьютерах с несколькими операционными системами);
- `ntbootdd.sys` (загружается только для жестких дисков SCSI);
- `ntdetect.com`;
- `ntoskrnl.exe`;
- `hal.dll`;
- файлы в каталоге *системная папка*\System32\Config (реестр);
- файлы в каталоге *системная папка*\System32\Drivers (драйверы).

Примечание

Если во время загрузки появилось сообщение об ошибке или же система не загрузилась должным образом, перезагрузите компьютер, после чего нажмите клавишу <F8> (только при работе с Windows 2000/XP) для отображения дополнительных вариантов загрузки и выберите вариант Enable Boot Logging (Разрешить протоколирование загрузки), чтобы создать файл `Ntbtlog.txt`. В результате будет сохранен файл, который окажется очень кстати при выявлении файлов и процессов, препятствующих корректной загрузке.

Особенности процесса загрузки Windows Vista

Система Windows Vista, равно как и Windows 2000/XP, уходит своими корнями в Windows NT 4.0, однако процесс ее загрузки существенно отличается. Вместо загрузчика `Ntldr` в ней используются три компонента:

- диспетчер загрузки `bootmgr.exe`;
- загрузчик операционной системы `winload.exe`;
- загрузчик системы при выходе из “спящего” режима `winresume.exe`.

Текстовый файл `boot.ini`, использовавшийся в предыдущих версиях технологии NT, теперь заменен хранилищем данных конфигурации загрузки (BCD). Это позволило обеспечить единый интерфейс для систем, использующих методы конфигурирования, основанные как на традиционной BIOS, так и на новой унифицированной структуре интерфейса EFI. Параметры конфигурации в хранилище BCD изменяются с помощью утилиты `BCDedit` – защищенной службой учетных записей программы.

Диспетчер `bootmgr.exe` запускает программу `winload.exe`, которая загружает Windows Vista, если нет какой-либо другой операционной системы. Все настройки она берет из хранилища BCD. Однако в конфигурации двойной загрузки, в которой наряду с Windows Vista обеспечивается возможность запуска других операционных систем, диспетчер загрузки отображает меню, предлагающее выбрать конкретную ОС. К примеру, если в среде двойной загрузки была выбрана система Windows XP, загружается файл `ntldr` и выполняется процесс, описанный в предыдущем разделе. Если же выбирается Windows Vista, файл `winload.exe` выполняет загрузку системы на основе настроек в хранилище BCD.

Когда система Windows Vista находится в режиме гибернации, в BCD хранится информация о состоянии компьютера на момент переключения в этот режим. При выходе системы из режима гибернации для запуска Windows используется программа `winresume.exe`, которая использует информацию BCD и содержимое файла `hiberfil.sys`.

Инструменты и приборы

Для устранения небольших неисправностей и ремонта ПК достаточно иметь лишь несколько основных инструментов. Однако если вы хотите подойти к этому профессионально, следует учесть, что существуют специальные инструментальные средства, которые позволяют выявить проблемы и устранить их просто и быстро:

- простой набор инструментов для разборки и сборки (две крестообразные отвертки разного калибра, пинцет, захват для микросхем, а также зажимы);
- диагностические устройства и программы для тестирования компонентов компьютера;
- цифровой мультиметр для измерения напряжения и сопротивления, а также пробники для проверки разрывов в кабелях;
- химические препараты (раствор для протирания контактов), пульверизатор с охлаждающей жидкостью и баллончик со сжатым газом (воздухом) для чистки деталей компьютера;
- набор тампонов для протирания контактов;

- небольшие нейлоновые стяжки для упорядочения кабелей.

Рекомендуется также приобрести следующие инструменты, хотя они пригодятся не для всех видов работ:

- тестовые разъемы для проверки последовательных и параллельных портов;
- приборы тестирования памяти, позволяющие оценить функционирование модулей SIMM/DIMM/RIMM;
- сканер для сетевых кабелей (при работе с ПК, подключенными к сети);
- врезка последовательного порта (если система работает через последовательный кабель, как терминалы UNIX);
- плата POST (если вы работаете с компьютером, на котором установлена DOS или какая-нибудь другая операционная система (не Windows), приобретите плату POST, которая может также предоставить данные об используемых прерываниях (IRQ) и адресах прямого доступа к памяти (DMA)).

В некоторых случаях может потребоваться комплект инструментов для пайки. Перечисленные инструменты и дополнительные приспособления рассматриваются в данном разделе.

Подручные инструменты

Как ни странно, инструменты, необходимые для сервисного обслуживания почти всех компьютеров, относительно просты и недороги. Большинство из них вполне можно разместить в небольшой сумке или коробке. Даже профессионалы высокого класса носят свои инструменты в небольших чемоданчиках. Стоимость принадлежностей для обслуживания компьютера колеблется от 20 (для маленького сервисного комплекта) до 500 долларов (для роскошного профессионального комплекта). Сравните это с ценой набора инструментов для автомеханика (5–10 тыс. долларов) и учтите, что работа, которую вы будете выполнять, гораздо чище, чем возня с автомобилями.

В этом разделе речь идет о принадлежностях, которые нужны для элементарного обслуживания компьютера на уровне плат и узлов. Начнем с небольшого комплекта инструментов, предназначенного специально для таких работ.

На рис. 22.2 показаны инструменты, входящие в состав одного из малых инструментальных наборов ПК стоимостью около 20 долларов.



Рис. 22.2. Набор инструментов, которые желательно иметь под рукой при работе с компьютером

Примечание

Некоторые инструменты из приведенного выше списка редко используются. Однако это не означает, что они должны отсутствовать в наборе.

Торцевые ключи применяются для винтов с шестигранными головками, которыми в большинстве компьютеров крепятся крышка системного блока, платы адаптеров, дисководы, блоки питания и громкоговорители. Таким ключом в данном случае пользоваться удобнее, чем обычной отверткой.

Поскольку некоторые изготовители вместо винтов с шестигранными головками используют обычные или крестообразные винты, можно обойтись отвертками. Следует отметить, что лучше использовать отвертки со съемными наконечниками, которые фиксируются на рукоятке. Ни в коем случае не пользуйтесь отвертками с нефиксируемыми наконечниками, поскольку при выполнении работ он может отскочить и повредить материнскую плату.

Внимание

При работе внутри корпуса компьютера очень удобно использовать инструменты с намагниченными концами. С помощью таких инструментов довольно просто установить и закрутить винт в труднодоступном месте или же извлечь крепежный элемент, упавший в “недра” компьютера. Однако, работая с такими инструментами, следует проявлять особую осторожность, поскольку некоторые элементы компьютера (например, гибкие диски) чувствительны даже к очень слабым магнитным полям. К счастью, гибкие диски сегодня практически не используются, а жесткие диски защищены металлическим корпусом. Диски CD/DVD вообще не чувствительны к магнитным полям. Модели памяти не чувствительны к слабым полям, таким как на намагниченной отвертке, однако более сильные поля могут нанести им ущерб.

Приспособления для извлечения микросхем из гнезд и для их установки (рис. 22.3) сегодня используются редко, поскольку микросхемы памяти монтируются в модули, вставляемые в разъемы, а процессоры вставляются в гнезда с фиксаторами. Однако в некоторых случаях им все еще можно найти применение.

В то же время при работе со старыми системами эти приспособления нужны для того, чтобы вынимать и устанавливать микросхемы памяти (и другие интегральные схемы меньшего размера), не рискуя согнуть их выводы. Для удаления небольших интегральных схем, например микропроцессоров или ROM, используется небольшая отвертка. Если нужно извлечь из гнезда большой процессор, например 486, Pentium или Pentium Pro, понадобится специальное приспособление для извлечения микросхем (если они установлены в стандартном гнезде). У этих микросхем много выводов, и для их извлечения требуется значительное усилие. Указанное приспособление равномерно распределяет усилие по периметру корпуса микросхемы, не позволяя ей переломиться. Большинство из этих инструментов выпускаются специально для микросхем, с которыми нужно работать.

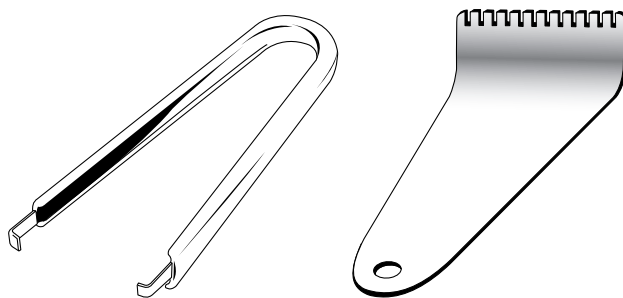


Рис. 22.3. Приспособления для извлечения из гнезд микросхем (слева) и процессоров, кроме ZIF (справа)

Совет

Приспособление, показанное на рис. 22.3 слева, удобно использовать и для извлечения колпачков клавиатуры. Это гораздо безопаснее и эффективнее, чем использовать для этого отвертку, после чего клавиши в лучшем случае разлетаются по всей комнате, а в худшем — ломаются.

Пинцетом и зажимом удерживают небольшие винты или перемычки, которые неудобно брать рукой (рис. 22.4). Зажим особенно пригодится, если вы уроните внутрь небольшую деталь; ее можно вынуть, не разбирая компьютера.

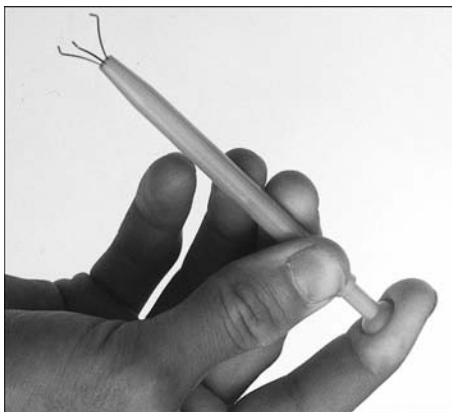


Рис. 22.4. Зажим, с помощью которого удерживают и извлекают небольшие детали

Звездообразная отвертка типа Torx (рис. 22.5) необходима для винтов со специальными головками, которые применяются в большинстве компьютеров компании Compaq и некоторых других производителей. Равномерное распределение нагрузки по шести граням позволяет без труда и резких движений их завинтить. Как уже отмечалось, использование отверток со съемными нефиксируемыми наконечниками является самой распространенной причиной повреждения материнских плат, так что избегайте их. Отвертки типа Torx выпускаются различных калибров: самыми распространенными являются T-10 и T-15.

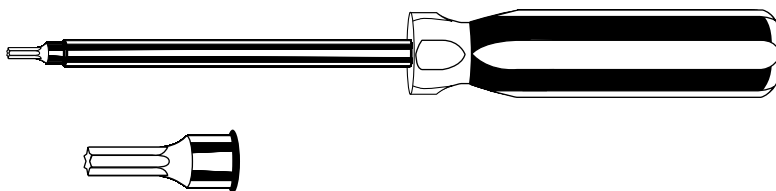


Рис. 22.5. Звездообразная отвертка типа Torx

Кроме того, я бы порекомендовал к уже описанным инструментам добавить перечисленные ниже.

- **Защитный комплект для снятия электростатического заряда (ESD).** Включает в себя браслет, который одевается на запястье, и коврик (примерно такие, как в комплектах Radio Shack и Stanley Supply & Services); позволяет избежать случайного повреждения компонентов, причиной которого может стать накопленный электростатический заряд. Защитный комплект состоит из браслета с заземляющим проводом и специального токопроводящего коврика, имеющего собственный провод заземления. Браслет и антистатический коврик могут использоваться как отдельно, так и в комплекте. В местах с

пониженной влажностью статические заряды накапливаются гораздо быстрее, что повышает необходимость использования защитных средств ESD. Защитный браслет, который одевается на запястье, показан на рис. 22.6.

- **Пассатижи с игольчатыми губками и зажимы (изогнутый и прямой).** Этими инструментами удобно брать небольшие детали и перемычки, вставлять штифты и выполнять другие аналогичные операции.
- **Электрическая отвертка.** Укомплектована стандартными (плоской и крестообразной) и шестигранной головками, а также насадками Philips и Torx, значительно ускоряет процесс сборки и разборки компьютера. Компания Black and Decker предлагает модель VersaPak VP730 (www.blackanddecker.com).
- **Карманный фонарик.** Лучше использовать высокотехнологичные светодиодные фонарики, в частности от компании Lightwave (www.longlight.com), которые позволяют заглянуть в “недра” плохо освещенного компьютера и не требуют частой замены батареек.
- **Кусачки или машинка для зачистки проводов.** Очень удобны для подготовки и замены кабелей или проводов. Например, они потребуются (вместе с обжимными щипцами) при создании сетевого кабеля 10BASE-T Ethernet с помощью кабеля UTP и разъемов RJ45 (см. главу 20).
- **Тиски или фиксаторы.** Используются для насадки кабельных разъемов, придания кабелям определенной формы и фиксации деталей при выполнении тонких операций. В качестве приложения к тискам компания Radio Shack предлагает “пару лишних рук”, представляющих собой устройство, снабженное подвижными манипуляторами с зажимами типа “крокодил” на концах. Устройства подобного типа очень удобны при монтаже кабелей или выполнении точных операций, во время которых лишняя пара рук, держащих тот или иной предмет, не мешает.
- **Надфиль или напильник.** Пригодятся для удаления заусениц на корпусе и раме, а также для подгонки лицевых панелей дисковых накопителей.
- **Маркеры, ручки и блокноты.** Потребуются для записи необходимой информации, маркирования кабелей и т.д.
- **Загрузочная дискета Windows 98.** Содержит файлы DOS 7.0 и драйверы реального режима для устройств CD-ROM/DVD, которые используются при тестировании системы и обеспечивают возможность загрузки другого программного обеспечения.
- **Загрузочный компакт-диск Windows 2000/XP.** Может использоваться для тестирования системы с помощью накопителей CD-ROM/DVD, восстановления системы, инсталляции операционной системы или запуска других программ.
- **Загрузочный DVD для Windows Vista.** Может пригодиться для тестирования системы, установки операционной системы и запуска других программ. В случае сбоя системы можно загрузить новую среду восстановления, обеспечивающую доступ к утилите восстановления системы, полнофункциональной командной строке, средствам диагностики памяти и прочим функциям.
- **Диагностическое программное обеспечение.** Существуют коммерческие, бесплатные и демоверсии программ, которые могут использоваться для проверки и тестирования аппаратных средств ПК.
- **Плата самотестирования POST, например Post Probe (www.micro2000.com).** Используется для вывода на экран диагностических кодов POST при выявлении тех или иных ошибок.
- **Нейлоновые кабельные стяжки.** Используются для закрепления и разводки кабелей; аккуратно выполненные кабельные соединения улучшают циркуляцию воздуха в корпусе.

- **Цифровой карманный мультиметр (например, компании Radio Shack).** Используется для проверки напряжения на выводах блока питания, разъемах и кабелях.
- **Щеточки, кисточки, сжатый воздух (для удаления пыли) и химические средства для чистки контактов.** Используются для чистки и смазки контактов монтажных плат и кабельных разъемов. В комплект входят также химические чистящие средства от www.chemtronics.com и средства для чистки контактов, одним из которых является Stabilant 22a (www.stabilant.com).
- **Кабели и адаптеры для передачи данных.** Используются для быстрого соединения двух компьютеров и передачи данных из одной системы в другую. В том числе последовательный и параллельный кабели (часто называемые Laplink, Interlink или Direct Cable Connect), кросс-кабель Ethernet, а также адаптеры USB-Ethernet, USB-USB и USB-параллельный порт. В данном случае более скоростное соединение обеспечивают подключения через порты USB и Ethernet; последовательное и параллельное соединения обычно используются при отсутствии в компьютерах интерфейсов другого типа.
- **Адаптеры и кабели 2,5-дюймовых устройств ATA.** Используются для подключения 2,5-дюймовых устройств ATA к настольным системам и ноутбукам для передачи или восстановления данных: среди прочего — адаптер 44-контактного разъема 2,5-дюймового устройства ATA в 40-контактный разъем 3,5-дюймового устройства; адаптер 44-контактного разъема ATA в разъем USB/FireWire; а также блок для 2,5-дюймового внешнего устройства USB/FireWire.
- **Блок для 3,5-дюймового устройства.** Этот блок, оснащенный разъемом USB, позволит восстановить данные с жесткого диска, если исходная система более не функционирует. Некоторые блоки поддерживают только устройства ATA; более современные предназначены для жестких дисков SATA.
- **Y-разветвитель PS/2 для подключения внешней мыши и клавиатуры.** Пригодится в операционных системах, в которых оригинальными мышью и клавиатурой пользоваться трудно или невозможно. Y-разветвитель используется в большинстве ноутбуков для подключения только клавиатуры PS/2 или клавиатуры совместно с мышью.
- **Питаемый концентратор USB, адаптер USB/FireWire.** Пригодится для подключения внешних устройств USB, особенно клавиатуры, мыши и дисковых устройств. Адаптеры позволяют подключить к компьютеру самые разнообразные устройства USB и FireWire.
- **Разнообразные винты, крепежи, перемычки и т.п.** Они пригодятся в случае, если в ремонтируемой системе их недостает.
- **Запасные литиевые батареи элементов CR-2032.** Во многих системах они используются в качестве батарей CMOS RAM, поэтому хорошо бы иметь под рукой пару запасных батарей.

Вопросы безопасности

Прежде чем приступать к работе внутри компьютера, следует выполнить некоторые подготовительные действия. Это позволит не только защититься вам самим, но и защитить систему, с которой вы работаете.

Следует отметить, что работать внутри системного блока не так уж опасно. Даже если блок питания не выключен, то внутри системного блока можно найти только напряжения 3,3, 5 и 12 В, которые не опасны для жизни. Однако высокое напряжение присутствует внутри самого блока питания, а также внутри монитора. Так, внутри блока питания может быть напряжение до 400 В, а внутри ЭЛТ-монитора — 50000–100000 В! Как правило, блоки питания и мониторы следует заменять, а не ремонтировать. Заниматься ремонтом подобных устройств, особенно не имея навыков работы с высоким напряжением, не рекомендуется.

Прежде чем начинать работу внутри системного блока ПК, обязательно отключите его от розетки. Это позволит защитить не только вас, но и саму компьютерную систему. Современные системы АТХ находятся в рабочем состоянии до тех пор, пока не будут отключены от электророзетки. Если этого не сделать, то даже в выключенной системе будут присутствовать небольшие напряжения. Чтобы предотвратить повреждение системной платы, видеоадаптера или других плат расширения, систему следует полностью обесточить. В противном случае при вставке или извлечении платы расширения можно повредить или этот адаптер, или системную плату.

Обязательно обзаведитесь комплектом электростатической разгрузки для защиты от статических разрядов (рис. 22.6). Он состоит из браслета с заземляющим проводом и проводящего коврика с заземлением. Такой комплект предохранит микросхемы от повреждения случайным статическим электричеством. Некоторые пользователи наивно считают, что для обеспечения заземления система должна быть включена в розетку. Помните, что никакой “земли” в данном случае не требуется — нужно только равенство статических потенциалов человека и системного блока. Коммерческие электростатические браслеты также отличает то, что они содержат внутреннее сопротивление величиной 1 МОм, которое гарантирует, что при случайном прикосновении к высоковольтному проводу вы не окажетесь самым слабым звеном электрической цепи.

Извлеченные из системы компоненты следует класть на специальный антистатический коврик, который также входит в комплект защиты ESD (этот коврик соединен проводом с корпусом компьютера). Особенно это относится к таким хрупким компонентам, как процессоры, карты адаптеров, материнские платы и дисковые устройства. Прямое соединение между вами, корпусом и ковриком позволит предотвратить любые электростатические разряды в процессе работы и сэкономит компоненты компьютера.

Примечание

При осторожном обращении с компонентами компьютера можно обходиться и без комплекта электростатической защиты (однако это не рекомендуется, так как прикосновение к металлическим деталям часто приводит к удару током). В этом случае для снятия с себя электростатического потенциала прикоснитесь к любому металлическому (не защищенному краской) фрагменту корпуса.

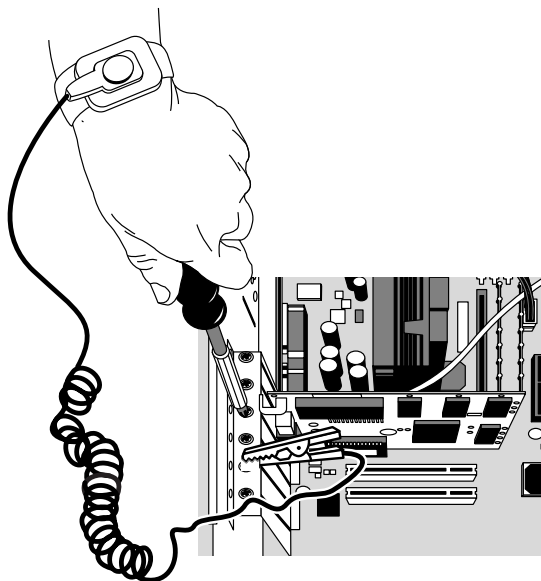


Рис. 22.6. Комплект электростатической разгрузки

Комплект ESD, как и другие инструментальные средства, можно приобрести в розничной торговле. Особенно рекомендуются товары от Specialized Products Company и Stanley Supply & Services, в каталогах которых можно найти широкий выбор инструментов и средств технического обслуживания электронной техники. Имея все перечисленные инструменты и принадлежности, можно приступить к ремонту или сборке компьютера. Их общая стоимость не превысит 150 долларов, что не так много по сравнению с возможностями, которые они открывают.

Несколько слов о крепежных деталях

Теперь поговорим о крепежных деталях (винтах, гайках, болтах и т.п.), которые используются для соединения элементов и узлов компьютеров.

Типы крепежных деталей

Работая с компьютером, приходится сталкиваться с множеством разнообразных крепежных деталей.

В большинстве компьютеров применяются *винты с шестигранной головкой*, для которых подходят гаечные ключи на 1/4 и 3/16 дюйма. IBM применяет такие винты в своих компьютерах PC, XT и AT; они же используются в большинстве совместимых компьютеров. Однако возможно применение и других крепежных деталей. Например, Compaq в большинстве своих компьютеров использует винты типа Torx (они имеют звездообразную прорезь в головке). Отвертки различных размеров для этих винтов обозначаются так: T-8, T-9, T-10, T-15, T-20, T-25, T-30, T-40 и т.д.

Разновидностью винтов Torx являются так называемые *защищенные* винты, которые применяются в блоках питания и в некоторых узлах: они похожи на обычные винты этого типа, но в центре прорези у них есть штырь. Для них требуется специальная отвертка с углублением под этот штырь (обычными инструментами вывернуть такой винт невозможно). Единственный способ сделать это без соответствующей отвертки — осторожно срезать штырек небольшим зубилом. Как правило, с помощью таких винтов собираются узлы, которые не рассчитаны на вскрытие и заменяются целиком.

Внимание

Следует заметить, что устройства, собранные с помощью винтов подобного типа, зачастую содержат блоки высокого напряжения и прочие опасные элементы. Поэтому, перед тем как “взломать” монитор или блок питания, подумайте о том, стоит ли это делать.

Многие изготовители применяют более распространенные стандартные винты, предназначенные для крестообразных и плоских отверток. Конечно, работать с такими винтами проще, но они менее надежны, чем шестигранные винты и винты Torx, поскольку их прорези под шлиц довольно легко сорвать. Очень дешевые винты крошатся под отверткой, и крупинки металла могут попасть на системную плату. Не создавайте себе новых проблем и старайтесь не пользоваться такими винтами.

В некоторых корпусах применяются специальные крепления или винты, позволяющие снять крышку без дополнительных инструментов.

При желании вы и сами можете заменить обычные винты в корпусе откручиваемыми руками пластиковыми винтами. В то же время внутренние компоненты всегда должны прикручиваться металлическими винтами. Это относится к картам расширения, дисковым устройствам, блокам питания и материнским платам. Металлические винты уравнивают “общий” потенциал между разными устройствами.

Дюймовая и метрическая резьба

Крепежные детали компьютеров могут быть двух типов — *дюймовые* и *метрические*. Это относится к стандартному шагу резьбы, используемому в крепежных элементах. Компания IBM в большинстве своих компьютеров применяет дюймовый крепеж, но многие изготовители пользуются метрическими винтами и гайками.

Чаще всего с этим приходится сталкиваться при замене дисководов. Американские модели сделаны в дюймовом стандарте, а японские и тайваньские — в метрическом. Если вы заменяете накопитель на гибких дисках в старой модели РС, то можете столкнуться с этой проблемой. Постарайтесь вместе с выбранным компьютером сразу приобрести необходимые винты и кронштейны, поскольку найти их отдельно в магазинах очень нелегко. В инструкции по эксплуатации всегда приводятся чертежи расположения отверстий для крепления и типы используемых винтов.

Совет

Прежде чем выбросить устаревший компьютер, снимите с него все крепежные и другие элементы, годные для повторного использования, например крышки, переключки и т.п. Сложите их в коробку, на крышке которой напишите название и модель компьютера. В дальнейшем это позволит легко определить, в какой модели их можно будет использовать.

Накопители на жестких дисках могут быть сделаны и в том, и в другом стандартах в зависимости от изготовителя. Сегодня производители большинства типов накопителей в основном используют метрический стандарт.

Внимание

Некоторые винты (особенно используемые для крепления накопителей на жестких дисках) должны иметь строго установленную длину. Слишком длинный монтажный винт, будучи затянутым до конца, может повредить корпус накопителя. Прежде чем окончательно установить новый диск, осторожно поэкспериментируйте с закручиванием винтов и определите, на какую глубину их можно ввернуть без риска задеть корпус или другие части устройства. Если у вас возникают сомнения, постарайтесь найти документацию — в ней точно сказано, какие винты нужны для крепления и какой должна быть их длина.

Измерительные приборы

Иногда при проверке плат или компонентов приходится пользоваться измерительными приборами и специальными устройствами. Они сравнительно недороги и просты в применении.

Электрическое оборудование

Для проверки компьютера необходимы *мультиметр* и *тест-разъемы*. Мультиметром можно измерять различные параметры, например напряжение в разных точках схемы или на выходе блока питания, и проверять на обрыв проводник на плате или кабель. Тест-разъемы позволяют проверять последовательные и параллельные порты и присоединяемые к ним кабели. Неплохим дополнением может служить *тестер сетевой розетки*; его можно использовать для проверки, не является ли источником проблемы внешнее электропитание.

Тест-разъемы

Для проверки последовательных и параллельных портов применяются *тест-разъемы* (рис. 22.7). Если установить их вместо соединительных кабелей, то при проверке будут подаваться сигналы с выходных контактов последовательных или параллельных портов на входные контакты, т.е. порт будет замкнут на самого себя.

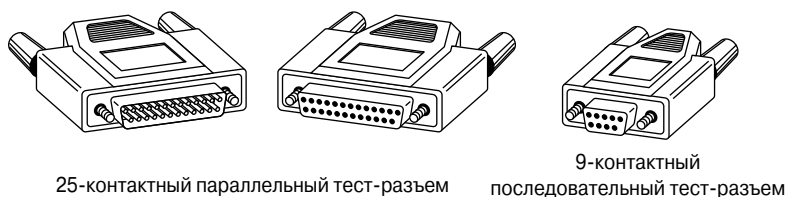


Рис. 22.7. Типичные 9- и 25-контактные тест-разъемы

Существует несколько типов тест-разъемов: для 9- и 25-контактных последовательных портов, для 25-контактного параллельного порта, а также для портов USB 1.1 и 2.0. Такие

тест-разъемы выпускаются многими производителями, в том числе и IBM. Некоторые программы диагностики, такие как Micro-Scope от Micro 2000, предлагают тест-разъемы в комплекте своей поставки, в противном случае их придется приобретать отдельно. Следует заметить, что существует несколько конструкций тест-разъемов, но, к сожалению, далеко не все версии корректно работают с различным диагностическим программным обеспечением. Поэтому следует применять только тест-разъемы, которые рекомендуются используемой диагностической программой.

Универсальный разъем сразу для трех портов особенно удобен, при этом его стоимость не превышает суммарной стоимости отдельных устройств. При желании вы можете и сами изготовить тест-разъем; схему разводки, а также принципы функционирования последовательно- и параллельного портов можно найти в главе 15.

Кроме тест-разъемов, в наборе средств могут пригодиться и открытые разъемы, позволяющие использовать временные кабели, а также выполнять мониторинг сигналов, подаваемых на отдельные контакты.

Примечание

Программы тестирования портов USB и соответствующие тест-разъемы предлагает компания PassMark Software (www.passmark.com).

Мультиметры

Зачастую в процессе работы приходится измерять напряжение и сопротивление. Для этого применяются цифровые или аналоговые *мультиметры*. У любого из них есть минимум два измерительных вывода (щупа), которые подключаются к проверяемой цепи. При соединении мультиметр отображает показания. В зависимости от выбранного режима работы прибор измеряет либо сопротивление, либо постоянное или переменное напряжение (более высококлассные модели могут измерять ток, емкость, частоту, параметры транзисторов и т.п.). На рис. 22.8 показан типичный цифровой универсальный измерительный прибор, используемый для тестирования цепи системной платы АТХ, на которую подается напряжение +12 В.



Рис. 22.8. Типичный цифровой мультиметр, используемый для тестирования 12-вольтовой цепи системной платы

Для каждой величины существует несколько диапазонов измерения. Например, верхние пределы шкалы при измерении постоянного напряжения могут быть равны 200 мВ, 2, 20, 200 и 1000 В. Поскольку в компьютерах используются напряжения питания +5 и +12 В, лучше выполнять измерения на пределе 20 В. На меньших пределах прибор будет зашкаливать или вообще может выйти из строя, а на больших точность показаний окажется недостаточной.

Если приблизительная величина измеряемого напряжения неизвестна, установите мультиметр на самый “грубый” предел, а затем постепенно увеличивайте чувствительность. В лучших из этих приборов выбор предела измерения осуществляется автоматически. Такие мультиметры довольно просты в использовании. Переключите мультиметр в режим измерения той величины, которая вас интересует, например в режим постоянного напряжения, и присоедините щупы к проверяемой цепи. Мультиметр сам выберет оптимальный предел измерения, и вам останется лишь считать показания. Подобные приборы чаще всего являются цифровыми.

Внимание

При использовании мультиметра для проверки любого напряжения от 50 В и выше, всегда держите его только в одной руке. Если в каждой руке держать по проводному зажиму, то тело, по сути, потенциально может стать электрическим контуром, по которому пройдет ток. При переходе электроэнергии из одной руки в другую будет затронуто сердце, которое — что поделаешь — крайне негативно относится к высокому напряжению.

Я предпочитаю пользоваться малогабаритными цифровыми мультиметрами. Они ненамного дороже стрелочных, но точность измерения у них значительно выше. Некоторые модели по размерам меньше магнитофонной кассеты и умещаются в нагрудном кармане. Один из таких мультиметров компании Radio Shack имеет толщину меньше 1 см и весит около 100 г. Прибором такого класса можно измерить все необходимые величины в любом компьютере.

Внимание

Имейте в виду, что многие стрелочные приборы могут представлять опасность для цифровых схем, так как при измерении сопротивления на щупы подается испытательное напряжение от 9-вольтовой батареи. Если попытаться измерить таким прибором сопротивление в цифровой схеме, она может выйти из строя, поскольку испытательное напряжение существенно выше максимально допустимого. В цифровых приборах это напряжение обычно не превышает 3–5 В.

Логические пробники и генераторы одиночных импульсов

При поиске неисправностей в цифровых схемах удобно использовать *логический пробник* (рис. 22.9). Цифровой сигнал может быть либо высокого (+5 В), либо низкого (0 В) уровня. Импульсы бывают очень короткими (доли микросекунды), а частота их следования может достигать десятков мегагерц, поэтому обычный мультиметр в такой ситуации бесполезен. Логический пробник предназначен для контроля и индикации именно таких цифровых сигналов.

Особенно он может пригодиться при поиске неисправности в “мертвом” компьютере. С помощью пробника можно проверить работу тактового генератора и наличие других синхронизирующих сигналов, а также сравнить сигналы на каждом выводе какой-либо интегральной схемы с сигналами на исправной микросхеме и найти вышедший из строя компонент. Логический пробник может оказаться полезным и при проверке дисководов — он позволяет проверить сигналы на интерфейсном кабеле или в самой схеме накопителя.

Вместе с логическим пробником обычно используется *генератор одиночных импульсов*. Он предназначен для принудительной подачи в схему импульса высокого уровня (+5 В) длительностью 1,5–10 мкс. Реакция схемы сравнивается с ее штатным поведением. Генератор одиночных импульсов используется реже, чем логический пробник, но в некоторых случаях он бывает весьма полезен. Будьте аккуратны с применением генератора, поскольку подача напряжения 5 В в цепь, рассчитанную на 3,3 В, может повредить последнюю.

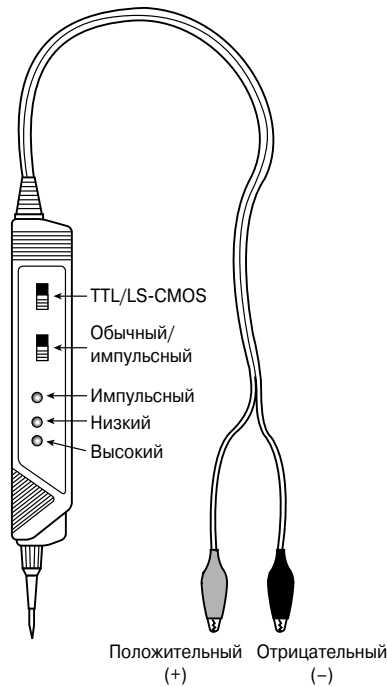


Рис. 22.9. Типичный логический пробник

Тестер сетевой розетки

Это простое и дешевое устройство, также называемое *пробником*, применяется для проверки электрических розеток. Его вставляют в розетку и по свечению трех светодиодов определяют правильность подключения проводов (рис. 22.10).

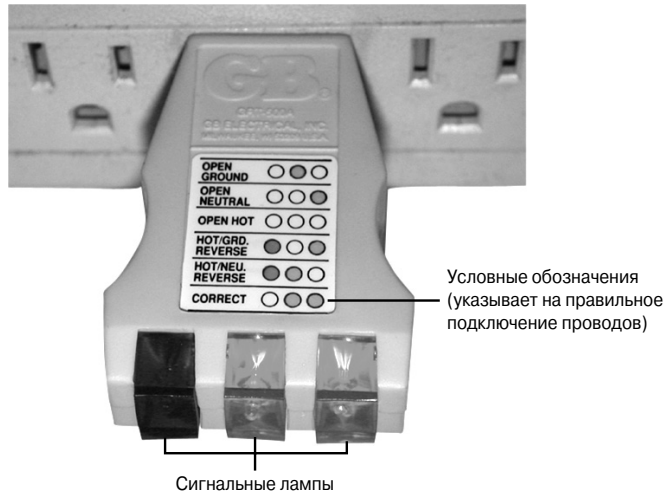


Рис. 22.10. Типичный тестер, используемый для проверки сетевых розеток

Хотя плохо смонтированная розетка — большая редкость, мне несколько раз приходилось сталкиваться с этой проблемой. В большинстве случаев был неправильно подведен заземляющий проводник. Неправильно смонтированная розетка приводит к неустойчивой работе компьютера и его “зависанию”. Это вызвано тем, что сетевые помехи в незаземленной системе попадают на общий провод компьютера, относительно которого “отсчитываются” уровни логических сигналов. В результате возникают ошибки при передаче данных и периодические сбои.

Внимание

Даже если в цепи питания компьютера используется ограничитель выбросов, он не спасет его от неправильно подключенной розетки. Поэтому в любом случае рекомендуется предварительно проверять розетку с помощью тестера.

Однажды во время семинара по поиску неисправностей ПК мне пришлось использовать компьютер, одно лишь приближение к которому блокировало его работу. Всякий раз, когда я подходил к нему, электростатическое поле, сгенерированное моим телом, влияло на компьютер, и на экране появлялось сообщение об ошибке проверки контроля четности. Проблема состояла в том, что отель, в котором проводился этот семинар, был очень стар, и в комнате не было заземленных розеток. Чтобы предохранить компьютер от блокировки, я должен был выходить из класса, потому что мои ботинки с кожаными подошвами генерировали статическую нагрузку.

Другой признак плохого заземления электрических розеток — электрические разряды, возникающие в момент прикосновения к корпусу компьютера. В этом случае ток протекает не там, где нужно. Эта проблема также может быть вызвана плохим заземлением самого компьютера. Используя простой тестер электрических розеток, можно быстро определить, исправна ли конкретная розетка.

Хотя я рекомендую использовать специальный тестер сетевых розеток, если у вас его нет, можете проверять розетки с помощью обычного мультиметра. При этом держите оба щупа в одной руке. Измеренные значения должны находиться в диапазоне 210–230 В. Затем измерьте разницу между каждым отверстием и землей. Значения должны отличаться примерно на 0,5 В.

Поскольку выводы “земли” и “общего” провода должны быть связаны между собой электрической схемой, большое различие в показаниях чаще свидетельствует об отсутствии такой связи. В то же время слишком маленькое различие свидетельствует о том, что на контакт “земли” подается сигнал “общего” провода, т.е. заземление как таковое отсутствует.

При обнаружении недопустимых отличий в показаниях следует немедленно вызвать электрика для проверки сетевой розетки. Вы даже не представляете, сколько проблем в работе компьютеров связано с неправильным заземлением и другими неисправностями электропитания.

Тестеры памяти

В настоящее время устройство для тестирования памяти обязательно должно быть у каждого, кто профессионально занимается устранением неполадок и ремонтом ПК. Тестер — это небольшое устройство, предназначенное для проверки всех типов модулей памяти и их отдельных микросхем. Стоимость тестеров памяти очень высока (2500 долларов и больше), однако эти устройства незаменимы для тех, кому необходимо быстро и точно проверять большое количество модулей памяти.

Не имея в распоряжении тестера памяти, приходится полагаться на специализированные программы, возможности которых весьма ограничены. Подобные программы могут проверять только характеристики чтения и записи. В то же время тестеры модулей SIMM/DIMM/RIMM способны выполнять намного больше операций, в том числе следующие:

- определение типа памяти;
- определение быстродействия памяти;
- определение того, действительно ли модуль памяти поддерживает проверку четности или только эмулирует этот режим;

- изменение времени обновления и времени доступа;
- выявление отдельных сбойных битов;
- выявление сбоев, связанных с электропитанием и шумом;
- выявление разрывов цепи и короткого замыкания;
- выявление проблем, связанных с временными задержками;
- выявление ошибок сохранения данных.

Диагностические программы не способны выполнять подобные операции, поскольку они ограничены только теми параметрами, которые заданы контроллером памяти набора микросхем системной логики. Это предотвращает изменение параметров работы памяти программами. Вполне возможно наличие модулей памяти, которые в одной системе работают со сбоями, а в другой — совершенно корректно, хотя какие-то микросхемы и повреждены. Выявить подобные проблемы с помощью диагностического программного обеспечения невозможно.

Основная идея в данном случае заключается в том, что не удастся всесторонне проверить модули памяти, пока они установлены в ПК, а значит, без тестера памяти не обойтись. И чем больше возрастает быстродействие памяти, чем выше становятся требования к ней, тем важнее становится роль тестеров памяти. Тестеры памяти выпускают такие крупные компании, как CST (www.simmtester.com) и Tanisys (www.tanisys.com).

Для небольших компаний тестер памяти может оказаться роскошью, поэтому для тестирования они могут прибегать к программным решениям. В данном вопросе я бы порекомендовал две программы.

- **Microsoft Windows Memory Diagnostic.** Включена в инструментарий Windows Vista; также ее можно найти по адресу:
<http://oca.microsoft.com/en/windiag.asp>
- **Memtest86.** Доступна по адресу:
<http://www.memtest86.com>

Обе эти программы можно загрузить бесплатно; они содержат исчерпывающий набор тестов и предназначены для работы в системе, загруженной с компакт-диска. (Следует отметить, что версия программы Microsoft Windows Memory Diagnostic для Windows Vista может быть запущена с загрузочного DVD системы или сконфигурирована для запуска при следующей загрузке операционной системы.) Это значит, что для тестирования на компьютере не обязательна установка какого-либо программного обеспечения. Компьютер просто загружается с компакт-диска, после чего запускается программа диагностики. Такая среда запуска также гарантирует невмешательство защищенного режима работы Windows или других операционных систем, что повышает точность тестирования. Вопросам памяти в целом посвящена глава 6.

Специальные инструменты для энтузиастов

Описанные выше инструменты используются практически всеми техническими специалистами. Однако в арсенале настоящего энтузиаста ПК должно быть еще кое-что.

Электрическая отвертка

Пожалуй, наиболее полезным из всех используемых мною инструментов является электрическая отвертка. С ее помощью можно разбирать и собирать ПК в рекордно короткие сроки, однако основное преимущество электрической отвертки — это все-таки облегчение работы. Мне очень нравятся модели отверток, позволяющие прилагать максимальное усилие при закручивании винтов. Если вы часто используете отвертку, имеет смысл приобрести модель, работающую как от аккумуляторов, так и от обычных батареек. Это позволит быстро заменить элементы питания новыми.

Внимание

Использование электрической отвертки при установке системной платы может оказаться опасным, так как головка отвертки может соскочить с винта и повредить системную плату. В лучшем случае на системной плате останутся круговые царапины, что, разумеется, приведет к потере гарантии. Особенно осторожным следует быть в том случае, если для крепления системной платы используются винты с крестообразным шлицем. Поэтому я рекомендую для крепления системной платы использовать винты с шестигранным шлицем или головкой типа Torx (внутренняя шестиконечная звезда).

Вместе с электрической отверткой рекомендуется приобрести целый ряд головок, в том числе шестигранных, плоских и крестообразных, причем различных размеров, соответствующих как метрической, так и британской системам измерения.

Винты с профилем “торкс”

Очень часто корпуса таких устройств, как блоки питания и мониторы, скручены с помощью винтов со специальным профилем “торкс”. Наборы головок с соответствующим профилем продаются в любом хорошем магазине инструментов.

Датчик температуры

Проводя диагностику, часто приходится измерять температуру внутри системного блока ПК, особенно в том случае, когда есть подозрение, что проблемы связаны с обычным перегревом. При этом температуру необходимо измерять не только внутри системного блока, но и снаружи. Простейший инструмент, который можно использовать в данном случае, — это цифровой термометр (его можно приобрести в любом автомагазине). Подобные устройства предназначены для измерения температуры внутри салона и за его пределами, для чего используется датчик, закрепленный на достаточно длинном проводе.

Приобретя подобный термометр, датчик на проводе можно закрепить внутри корпуса (если он металлический, убедитесь в том, что датчик не касается системной платы или любых открытых электрических цепей, поскольку это приводит к замыканию), например внутри одного из отсеков для накопителей. После этого можно включить компьютер и измерять температуру как внутри корпуса, так и снаружи. Как правило, максимально допустимый порог для температуры внутри корпуса — 43°C (110°F). Если внутри системного блока ПК температура оказалась подобной или выше, могут возникнуть проблемы. Кроме того, датчик можно разместить рядом с устройством, рассеивающим много тепла, например процессором, видеоадаптером и т.д.; это позволит оценить вклад того или иного устройства в общую температуру внутри корпуса. Таким образом можно определить потребность в дополнительном охлаждении того или иного компонента.

Инфракрасный термометр

Еще одним полезным устройством для измерения температуры является бесконтактный инфракрасный термометр, который оснащен датчиком, способным определить температуру объекта без физического контакта с ним (рис. 22.11). Поднеся термометр на достаточно малое расстояние к объекту, уже через пару секунд вы будете знать температуру последнего.

Основной принцип работы инфракрасного термометра заключается в измерении тепловой энергии, излучаемой всеми объектами, температура которых превышает абсолютный нуль (0° по Кельвину). Инфракрасная энергия — это часть электромагнитного спектра, которой соответствуют частоты, меньшие, чем у видимого света, т.е. данная часть спектра невидима для человеческого глаза. В частности, инфракрасному диапазону соответствуют длины волн от 0,7 до 1 кмк, хотя инфракрасные термометры измеряют излучение в диапазоне длин волн 0,7–14 кмк.

Поскольку инфракрасные термометры могут измерять температуру объектов без физического контакта с ними, они оказываются просто идеальными инструментами для измерения температуры компонентов внутри работающей системы, например температуры радиатора, установленного на процессоре. Поднося термометр достаточно близко к радиатору, можно узнать температуру последнего буквально через секунду. В дорогих моделях термометров для обеспечения точного наведения используются лазерные указатели.

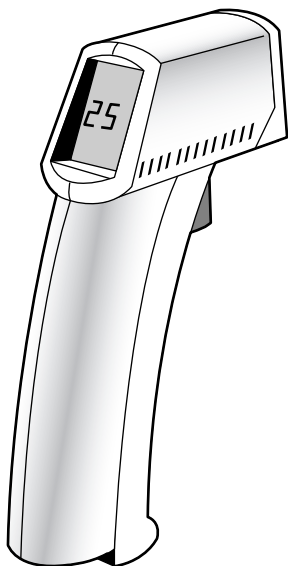


Рис. 22.11. Бесконтактный инфракрасный термометр

Инфракрасные термометры предназначены для измерения инфракрасного излучения от устройств; их нельзя использовать для измерения температуры воздуха. Данные устройства спроектированы таким образом, чтобы воздух между объектом и термометром никак не влиял на результаты измерения температуры.

Хотя на рынке присутствует немало моделей инфракрасных термометров, я использую и рекомендую продукцию компании Raytek (www.raytek.com), в частности термометры серии MiniTemp, к которой относятся модели MT2, MT4 и MT6. Эти устройства практически идентичны, за исключением того, что в модели MT4 используется лазерный указатель, а в модели MT6 — дополнительная защита и повышенная дистанция измерения (шесть футов вместо четырех). Модель MT2 способна за полсекунды измерить температуру в диапазоне от -18 до 270°C (0 – 525°F) с точностью 2°C (3°F). В модели MT4 верхний предел увеличен до 400°C (750°F); в модели MT6 диапазон измерения составляет от -30 до 500°C (-20 – 932°F). Стоимость подобных устройств составляет 80–130 долларов, и приобрести их можно, как правило, в автомагазинах.

Большой пинцет для захвата деталей

Один из наиболее полезных инструментов в моем арсенале — это большой клещеобразный пинцет для захвата деталей, который обычно продается в автомагазинах. Имея под рукой подобный инструмент, можно избежать утомительных попыток извлечения винта, упавшего внутрь системного блока.

Подобные пинцеты очень похожи на аналогичные инструменты из наборов для обслуживания ПК, но они намного длиннее — около 60 см и даже более. Они могут пригодиться в том случае, если вы уронили винт внутрь корпуса-“башни” или если винт просто закатился под стол. Я рекомендую именно клещеобразный, а не магнитный “пинцет”, поскольку использовать магнитные инструменты внутри системного блока нежелательно, особенно вблизи жестких дисков и ЭЛТ-монитора.

Программа профилактических мероприятий

Существует два типа профилактических мероприятий: активные и пассивные.

Под *пассивной* профилактикой обычно подразумевают меры, направленные на защиту компьютера от внешних неблагоприятных воздействий. Речь идет об установке защитных

устройств в сети электропитания, поддержании чистоты и приемлемой температуры в помещении, где установлен компьютер, уменьшении уровня вибрации и т.п. Таким образом, пассивные профилактические меры (их подробное описание вы найдете несколько ниже) позволяют обеспечить безопасность компьютера.

При *активном* профилактическом обслуживании выполняются операции, основное назначение которых — продлить срок безотказной службы компьютера. Они сводятся главным образом к периодической чистке как всей системы, так и отдельных ее компонентов. Ниже описаны операции по чистке и смазке всех основных элементов, переустановке микросхем, перестыковке разъемов и реформатированию жестких дисков.

Методы активного профилактического обслуживания

Частота проведения профилактических мероприятий зависит от места расположения и качества компьютерных компонентов. Если компьютер находится в машинном зале или сервисном центре бензоколонки, то профилактику необходимо проводить не реже чем каждые три месяца, а если в офисе или дома — от нескольких месяцев до года. Если после открытия корпуса по истечении года эксплуатации системы из него вывалится клуб пыли, значит, интервал между чистками необходимо сократить.

Профилактические процедуры для жесткого диска заключаются в периодическом сохранении важных данных и областей диска, т.е. загрузочного сектора, таблицы размещения файлов (FAT) и структуры каталогов. Кроме того, для сохранения скорости и надежности жесткого диска необходимо не реже раза в месяц проводить дефрагментацию.

Ниже представлен приблизительный план недельной “уборки” жесткого диска.

- Выполните резервирование данных или важных файлов. Автоматизировать данную операцию вам помогут программы File and Folder Backup (Windows Vista), NTBackup (Windows XP), а также другие утилиты сторонних производителей.
- Выполните полную проверку системы на наличие вирусов и шпионских программ. Прежде чем начинать тестирование, обязательно загрузите и установите обновления соответствующих антивирусов. Большинство антивирусных программ поддерживают функцию автоматического обновления с периодичностью в одну неделю или месяц, а также допускают указание интервала обновления пользователем.
- Запустите программу **Очистка диска** из состава инструментальных средств Windows, которая позволяет провести поиск файлов следующих типов и удалить их:
 - файлы из Корзины;
 - временные файлы Internet Explorer;
 - временные файлы Windows;
 - программы установки для ранее загруженного и установленного программного обеспечения;
 - точки восстановления системы, за исключением самой последней;
 - дополнительные компоненты Windows, которые вами не используются;
 - установленные программы, в которых у вас больше нет необходимости.
- Запустите программу для дефрагментации диска. Программа дефрагментации Windows Vista запускается автоматически, однако более тщательно эту операцию выполняют сторонние специализированные программы, такие как VOPT.

О программе Восстановление системы

Восстановление системы — это автоматическая служба Windows Me, Windows XP и всех последующих версий этой операционной системы, которая с определенной периодичностью создает *точки восстановления* — “снимки” реестра и определенных системных файлов. Точки восстановления не предполагают сохранения каких-либо пользовательских данных или данных приложений, а значит, ни в коем случае нельзя

относить точки восстановления к средствам резервного копирования. Программу восстановления системы можно применять для возвращения системы к предварительно созданной точке восстановления, а также для создания вручную дополнительных точек восстановления. Обычно точки восстановления автоматически создаются в следующих случаях:

- при установке новых приложений;
- при установке обновления средством Автоматические обновления;
- при установке обновления средством Windows Update;
- при установке драйвера без цифровой подписи;
- каждые 24 часа, если компьютер постоянно включен, или по прошествии 24 часов с момента создания последней точки восстановления.

Хотя точки восстановления необязательно создавать вручную, я рекомендую создавать их перед редактированием реестра, поскольку станет возможным откат системы к исходному состоянию, если что-то пойдет не так.

В отличие от своих предшественников, в системе Windows Vista программа Восстановление системы может быть запущена и без загрузки рабочего стола. Для этого следует загрузить компьютер с системного DVD и перейти в среду восстановления.

Теперь обратите внимание на следующие ежемесячные профилактические меры.

- Создание загрузочного диска операционной системы. Функция полного резервного копирования ПК в редакциях Ultimate и Business системы Windows Vista позволяет создать полный образ операционной системы, который можно восстановить на любой чистый жесткий диск. Аналогичные утилиты предлагают и сторонние производители.
- Установка новых драйверов для видеоадаптеров, звуковых плат, модемов и других устройств.
- Установка обновлений операционной системы; рекомендуется перевести систему Automatic Updates в автоматический режим.
- Чистка экрана монитора, клавиатуры, дисководов CD/DVD, дисковода для гибких дисков, мыши и пр.
- Проверка вентиляторов охлаждения процессора, блока питания и системного блока. Если BIOS позволяет выполнять мониторинг скорости вращения вентиляторов, можно воспользоваться программой Монитор производительности и стабильности. В комплекте с некоторыми материнскими платами и системами поставляются специализированные утилиты, отображающие эту информацию в среде Windows. Если какой-либо из вентиляторов работает медленнее обычного или вообще отключен, вскройте системный блок и замените его.

Резервное копирование данных

Один из основных этапов профилактического обслуживания — регулярное резервное копирование системы. Печально, но факт: вышедшее из строя аппаратное обеспечение можно отремонтировать или заменить, а утерянные данные — нет. В частности, единственным средством решения многих проблем является воссоздание разделов жесткого диска или их реформатирование, что связано с потерей всех существующих данных.

Емкость накопителя на жестких дисках в типичном ПК увеличилась настолько, что использовать дискеты для создания резервных копий стало нерационально. Методы резервного копирования с накопителем на гибких дисках, которые применяются, например, в DOS, совершенно не подходят для резервирования данных с жестких дисков современных ПК. В табл. 22.9 указано количество носителей разных типов, необходимых для создания резервной копии 80-гигабайтового жесткого диска, используемого в серийных современных компьютерах.

Таким образом, для создания резервной копии полностью заполненного 80-гигабайтового жесткого диска, который установлен в моем ноутбуке, требуется 54883 дискеты емкостью по 1,44 Мбайт. Общая стоимость этих дискет составляет 8232 доллара, не говоря уже о времени,

затраченном на копирование данных. Как видите, использование дисков CD-R, которых для копирования целого диска требуется 109 штук, также выглядят довольно жалко. В то же время для создания резервной копии требуется всего 18 дисков DVD+/-R (тоже многовато, но в случае необходимости это все же неплохой вариант). Лучше всего подходит магнитная лента: так как для резервного копирования целого диска потребуются всего две кассеты, DDS-4 или DAT72, менять кассету в накопителе придется только один раз.

Таблица 22.9. Количество и стоимость носителей разных типов, требующихся для резервного копирования жесткого диска емкостью 80 Гбайт

Тип носителя	Количество носителей	Цена одного носителя, долларов	Общая стоимость, долларов
Гибкие диски емкостью 1,44 Мбайт	54883	0,15	8232
Диски CD-R 48x емкостью 80 мин/700 Мбайт	109	0,25	27
Диски DVD+/-R	18	0,50	9
Диски DVD+/-R DL	11	2	22
Магнитная лента DDS-4 (без сжатия)	4	9	36
Магнитная лента DDS-4 (со сжатием)	2	9	18
Магнитная лента DAT72 (без сжатия)	3	15	45
Магнитная лента DAT72 (со сжатием)	2	15	30

Магнитная лента традиционно считается наилучшим средством резервного копирования. В настоящее время существует два основных стандарта: Travan и цифровая аудиокассета DAT (Digital Audio Tape). В целом быстродействие и объем накопителей Travan меньше, чем у аналогичных накопителей DAT, однако имеются и вполне конкурентоспособные версии. Современные ленточные накопители Travan позволяют сохранять на каждой кассете до 20/40 Гбайт данных, тогда как накопители DAT72 — 36/72 Гбайт. Магнитные ленты подобных типов обычно стоят менее 15 долларов. Если в работе используются высокочастотные жесткие диски, для резервного копирования лучше остальных подойдут новые версии DAT и прочих ленточных технологий.

Стоимость накопителей CD-RW сравнительно невысока, но для создания резервной копии высокочастотного жесткого диска требуется множество таких перезаписываемых дисков. Это значительно увеличивает затраты времени и не позволяет систематически резервировать данные. Каждый перезаписываемый DVD, на который можно записать до 4,7 Гбайт разархивированных данных, стоит примерно 1 доллар. Общая стоимость носителей DVD и CD-R, необходимых для резервного копирования жесткого диска, одинакова, но перезаписывающих накопителей DVD требуется на порядок меньше, чем дисков CD-R. Тем не менее, когда объем данных, скопированных на диск, достигает 4,7 Гбайт, понадобится новый, незаполненный диск.

Установка второго жесткого диска, имеющего такую же (или большую) емкость, является альтернативным вариантом резервного копирования данных. Сегодня диски объемом 80 Гбайт уже рассматриваются как маленькие, а на сцену выходят диски емкостью 1 Тбайт и более. Трудно найти сравнение удобству резервного копирования одного жесткого диска на другой; тем не менее, если вдруг случится пожар или в дом проникнет грабитель, можно потерять сразу все. Кроме того, повреждение единственной резервной копии может стать необратимым. Так что резервных копий особо важных данных следует создавать несколько и хранить их в разных местах.

При использовании массива ATA RAID 1 содержимое одного диска “зеркально” переносится на другой (более подробная информация представлена в главе 7); в настоящее время во многие системные платы встраиваются адаптеры ATA или SATA RAID. Однако поддержка дискового массива не умаляет важности резервного копирования и не способна его заменить. RAID-массив всего лишь обеспечивает избыточность данных. Мне пришлось еще раз убедиться в этом после создания мощного промышленного сервера, RAID-массив которого насчитывал шесть устройств по 320 Гбайт, организованных в массив RAID-5. В таком массиве одно устройство используется для хранения четности, поэтому результирующая эффектив-

ная емкость массива составляла 1,6 Тбайт. Все было прекрасно, пока один из жестких дисков не вышел из строя. Ввиду поддержки избыточности все данные остались доступными, однако сам массив перешел в критическое состояние, поскольку выход из строя еще одного диска привел бы к полной потере *всех* данных. Резервирование данных раньше не проводилось, поэтому пришлось в максимально сжатые сроки приобрести несколько внешних приводов с интерфейсом USB. Загаив дыхание, руководство следило за длительным процессом резервного копирования, так как любая случайная поломка рабочего диска в массиве могла привести к полной потере данных, т.е. фактически к краху компании. После этого компания закупила аналогичный резервный сервер, который стал работать в паре с основным, а также дополнительный массив внешних дисков для создания резервных копий.

Поскольку за последние несколько лет емкость жестких дисков значительно возросла, одно из лучших решений для резервного копирования — использование внешних жестких дисков. Имея в своем распоряжении внешний жесткий диск, его можно использовать для резервного копирования данных нескольких компьютеров. Внешние жесткие диски выпускаются с емкостью до 1 Тбайт и не требуют смены носителей. Некоторые модели внешних жестких дисков позволяют начать резервное копирование, нажав всего одну кнопку. Однако ничто не мешает сделать дополнительные резервные копии на компакт-дисках, DVD или накопителях на магнитной ленте, если в этом есть необходимость. В подавляющем большинстве случаев оказывается достаточно одного-двух внешних жестких дисков, емкость которых равна или превышает емкость основного жесткого диска. Это обеспечивает дополнительный уровень надежности на случай непредвиденных обстоятельств.

Совет

Любой метод резервного копирования данных будет абсолютно бесполезен, если жесткий диск или другой носитель информации окажется неисправным. Чтобы предотвратить потерю важных данных, копируйте информацию регулярно.

В том случае, если средства резервирования поддерживают аварийное восстановление данных, обязательно протестируйте эту возможность. Установите незаполненный жесткий диск, после чего попробуйте восстановить операционную систему и сохраненные данные.

Чистка системы

Один из наиболее важных этапов профилактического обслуживания — регулярные и тщательные чистки. Пыль, оседающая внутри компьютера, может стать причиной многих неприятностей. Во-первых, она является теплоизолятором, который ухудшает охлаждение системы. В результате сокращается срок службы компонентов и увеличивается перепад температур при прогреве компьютера. Во-вторых, в пыли обязательно содержатся проводящие частицы, что может привести к возникновению утечек и даже коротких замыканий между электрическими цепями. И наконец, в-третьих, некоторые вещества, содержащиеся в пыли, могут ускорить процесс окисления контактов, что в конечном счете приведет к нарушениям электрических соединений. В любом случае чистка компьютера пойдет ему только на пользу.

Совет

В табачном дыму содержатся вещества, проводящие электрический ток и вступающие в химические реакции с металлами. Налет от дыма образуется практически всюду в компьютере, приводя к окислению и загрязнению электрических контактов, головок чтения/записи и линз оптических датчиков. *Не курите рядом с компьютерной техникой* и попытайтесь убедить свое руководство ввести это правило в служебную инструкцию.

Наиболее подвержены загрязнению дисководы. Каждый из них оказывается, попросту говоря, большой “трубой”, через которую постоянно протекает воздух. Поэтому в них быстро скапливается огромное количество пыли и нежелательных химических соединений. С жесткими дисками проблем меньше. Они имеют герметичную конструкцию с одним клапаном, в котором установлен воздушный фильтр. Чистка жесткого диска сводится к простому сдуванию пыли с внешней поверхности корпуса (внутри ничего протирать не нужно).

Инструменты для разборки и чистки компьютера

Для того чтобы как следует почистить компьютер и все установленные в нем платы, необходимы специальные инструменты и материалы:

- раствор для чистки контактов;
- баллончик со сжатым воздухом;
- маленькая щетка;
- поролоновые чистящие тампоны;
- заземленный наручный браслет.

Также может пригодиться следующее:

- клейкая лента
- химически инертный герметик
- силиконовая смазка
- малогабаритный пылесос

Этих инструментов и химикатов обычно достаточно для выполнения большинства профилактических операций.

Химикаты

Для чистки компьютеров и других электронных устройств используются химические вещества. Их можно разделить на следующие основные группы:

- универсальные очистители;
- средства для чистки и смазки контактов.

Совет

Химические составы многих чистящих растворов, используемых в электронике, за последнее время сильно изменились, поскольку большинство применявшихся ранее реактивов были признаны опасными для окружающей среды. Атомы хлора, входящие в состав молекул хлорсодержащих органических растворителей, вступают в реакцию с молекулами озона и разрушают их, поэтому использование таких веществ сейчас строго контролируется международными организациями. Большинству компаний, производящих химические реактивы для чистки и профилактического обслуживания компьютеров, приходится подыскивать заменители, безопасные для окружающей среды. Правда, существенным недостатком этих заменителей является дороговизна и пониженная эффективность.

Стандартные средства очистки

Для очистки компонентов, электрических разъемов и контактов чаще всего используется трихлорэтан 1,1,1. Он является весьма эффективным средством очистки, поскольку не наносит вреда пластиковым поверхностям и материалам, из которых изготовлены платы. С помощью трихлорэтана можно удалить пятна на системном блоке, клавиатуре и т.д. К сожалению, сейчас наравне с фреоном и другими подобными веществами трихлорэтан нежелателен для использования, поэтому химические компании предлагают несколько заменителей.

Кроме того, можно приобрести еще целый ряд средств очистки, например изопропиловый спирт, ацетон и т.д. Многие производители системных плат и сервис-центры все чаще отдают предпочтение спирту, ацетону и другим химикатам, которые не оказывают влияния на озоновый слой.

В последнее время все большую популярность приобретают очистители, которые относятся к группе цитрусовых терпенов и обладают ярко выраженным цитрусовым запахом, поскольку при их производстве используется кожура этих плодов. Кроме того, выпускаются очистители, при производстве которых используется кора сосны. Подобные очистители следует применять очень осторожно, так как они могут привести к деформации некоторых видов пластика, особенно хлорвинила.

Прежде чем выбрать то или иное средство очистки, необходимо убедиться, что оно предназначено именно для чистки компьютеров. Как правило, это означает, что вещество должно быть химически чистым и не содержать никаких примесей, например радионуклидных. В частности, нельзя использовать медицинский спирт, так как в нем могут присутствовать вода и другие вещества. Вещество не должно содержать никаких осадков. При этом оно должно находиться в жидкой форме, но не в виде аэрозоли, так как в последнем случае просто невозможно точно ограничить область применения вещества и оно может попасть на другие компоненты. Средства очистки продаются во многих магазинах компьютерной техники.

Средства для чистки контактов и смазки

Подобные химикаты очень похожи на стандартные очистители, однако в них содержится смазочный компонент. Он позволяет уменьшить усилия, которые необходимо прилагать при вставке и извлечении кабелей и разъемов, что снижает нагрузку на устройства. Кроме того, данный материал предотвращает коррозию поверхности контактов. Подобные средства позволяют значительно продлить срок эксплуатации системы, поскольку хорошо защищают контакты.

Просто уникальным очистителем данной категории является Stabilant 22. Данный химикат, предназначенный для обработки контактов, позволяет хорошо смазать области контакта. Он гораздо эффективнее обычных средств для чистки контактов и смазок.

Stabilant 22 — это полимерный полупроводник в жидкой форме; его свойства очень похожи на свойства жидкого металла, поэтому он проводит электрический ток. Данное вещество заполняет пространство между двумя соприкасающимися объектами, благодаря чему поверхность контакта значительно увеличивается. Кроме того, предотвращается проникновение кислорода, а значит, и окисление контактов.

Данный химикат выпускается в нескольких формах. Stabilant 22 — это концентрированная форма химиката, а Stabilant 22a — вариант, в котором он разбавлен изопропанолом в пропорции 1:4. Еще более разбавленный вариант (в отношении 1:8) продается в магазинах аудиоаппаратуры под названием Tweek. При этом стоимость 15 мл Stabilant 22a составляет около 40 долларов; стоимость литра концентрированного химиката — около 4000 долларов!

Как видите, Stabilant 22 — очень дорогой химикат, однако при работе требуется совсем небольшое количество вещества. (Оно используется даже NASA для чистки оборудования.) По данным компании-производителя D.W. Electrochemicals, одна обработка контактов веществом Stabilant может обеспечить их защиту на протяжении 16 лет.

Вещество Stabilant особенно эффективно при чистке контактов разъемов ввода-вывода, контактов разъемов жестких дисков и т.д. Благодаря обработке вставка различных компонентов в разъемы значительно упрощается.

Приспособления для удаления пыли

Существенным подспорьем при “наведении порядка” в системе может стать баллончик (или компрессор) со сжатым газом. С его помощью пыль и грязь можно просто сдуть с поверхности деталей. Раньше эти баллончики заполнялись фреоном, сейчас — фторсодержащими углеводородами или углекислым газом, которые не наносят вреда озоновому слою. Но будьте осторожны: в процессе расширения газов при их выходе из сопла баллона на последнем может накапливаться большой электростатический заряд. При работе с компьютерами всегда используйте только специально предназначенное для этого оборудование. Дело в том, что подобные приспособления используются для чистки кино- и фотоаппаратуры и не всегда соответствуют требованиям электростатической безопасности.

Использовать сжатый газ можно только для очистки обесточенного оборудования, так как при резком уменьшении давления при выходе газа из баллончика его температура резко понижается, что может создать на разогретой плате запотевание, способное привести к замыканию электроцепей и повреждению пластика платы.

К приспособлениям, в которых используется сжатый газ, относятся баллончики с охлаждающими жидкостями. Они предназначены скорее для ремонта, чем для профилактики. Дело

в том, что часто неисправность компонента проявляется лишь после его нагрева, а охлаждение на время восстанавливает его работоспособность. Охлаждающей жидкостью его можно быстро остудить. Если схема после этого начинает работать правильно, считайте, что неисправный элемент найден.

Пылесосы

Иногда при “очистных работах” предпочтение отдается пылесосам. Со сжатым газом проще работать на маленьких участках. Пылесосом можно “разгрести завалы” в компьютере, покрытом слоем пыли и грязи. Кроме того, при использовании баллончика пыль, которую вы сдуваете с одного компонента, тут же оседает на другом, чего не случается при использовании пылесоса. Однако при выездном обслуживании в чемодан с инструментами проще положить баллончик со сжатым газом, а не пылесос, пусть даже и маленький.

Существуют пылесосы, созданные специально для обслуживания электронных устройств. Они сконструированы так, чтобы минимизировать возникающий электростатический разряд. При использовании обычного пылесоса, в котором не предусмотрена защита от электростатического разряда, необходимо принять меры предосторожности, например надеть заземленный наручный браслет. Если шланг пылесоса имеет металлическую насадку, следует быть осторожным и не касаться ею монтажных плат и компонентов.

Щетки и тампоны

Прежде чем удалять пыль струей сжатого газа или пылесосом, можно снять ее небольшой щеточкой (вполне подойдут косметические, а также те, которые используются при ретушировании фотографий и рисовании). Примите меры предосторожности против статических зарядов, которые образуются при трении. Чистить щетками лучше всего корпуса блоков, лопасти вентиляторов, решетки воздухозаборных отверстий и клавиатуру. Если вы протираете щеткой что-либо на самой печатной плате или рядом с ней, обязательно наденьте антистатический браслет с заземлением. Движения должны быть медленными и без нажима — это предотвратит появление электростатических разрядов.

Контакты разъемов, головки дисководов и другие важные узлы обычно протирают тампонами из материалов наподобие поролона или искусственной замши, которые не оставляют после себя волосков и пыли. Такие тампоны намного дороже ватных. Но последними, при всей их дешевизне, все же лучше не пользоваться, поскольку буквально на всем, с чем они соприкасаются, остаются волокна хлопка, которые при определенных условиях могут стать проводящими или прилипнуть к головкам дисководов и поцарапать поверхность гибкого диска. Чистящие тампоны из поролона или замши можно приобрести в большинстве магазинов, торгующих аппаратурой и радиодеталями.

Внимание

Не следует тереть контакты ластиком. Многие рекомендуют счищать грязь и оксидные пленки с печатных контактов мягким карандашным ластиком (да и я сам до последнего времени был того же мнения). Как показали эксперименты, этот способ не подходит по нескольким причинам. Во-первых, при трении ластика о контакты образуются электростатические заряды. Они могут вывести из строя микросхемы, установленные на платах. Чистить контакты плат лучше “влажным” способом (используя соответствующие жидкости). Во-вторых, даже самый мягкий ластик частично стирает защитное золотое покрытие, открывая воздуху и влаге доступ к основному материалу контактов.

Некоторые изготовители выпускают специальные тампоны, заранее пропитанные чистящим составом со смазывающими добавками. Они вполне безопасны, так как не вызывают электростатических разрядов и сохраняют золотое покрытие контактов.

Силиконовые смазки

Эти смазки используются вместо машинных масел при чистке механизмов фиксации дисков в накопителях, направляющих, по которым перемещаются блоки головок дисководов, или направляющих печатающей головки принтера.

Преимущество силикона заключается в том, что он со временем не загустевает и к нему не прилипает пыль. Количество наносимой смазки должно быть минимальным, капли и потеки совершенно недопустимы. Появление смазки в непредусмотренных для этого местах (например, на головках накопителей) может привести к самым неприятным последствиям. Для точечного нанесения смазки лучше всего пользоваться пластмассовой зубочисткой, а если требуется смазать поверхность, например направляющие головки принтера, — губчатым тампоном.

Где купить необходимые материалы

Большую часть химикатов и приспособлений, необходимых для чистки компьютера можно приобрести в любом магазине радиоэлектроники. На химикатах, предназначенных для компьютерной индустрии, в частности, специализируется компания Chemtronics. Имея под рукой описанные выше инструменты и материалы, вы будете полностью готовы к активной профилактике.

Разборка и чистка

Для того чтобы как следует почистить компьютер, его необходимо хотя бы частично разобрать. Некоторые особо усердные поклонники чистоты доходят до того, что снимают системную плату. Конечно, при этом вы получите прекрасный доступ к остальным узлам, но, на мой взгляд, достаточно довести разборку до той стадии, когда системная плата окажется полностью открытой.

Вам придется вынуть все съемные платы адаптеров и дисководы. Хотя головки дисководов можно протереть с помощью чистящей дискеты, не снимая крышку компьютера, возможно, вам захочется сделать более основательную “уборку”. Помимо головок, можно протереть и смазать механизм фиксации дискеты, а также почистить платы управления и разъемы. Для этого дисковод обычно приходится вытаскивать из компьютера. При использовании ленточных накопителей применяйте чистящую кассету, рекомендованную производителем устройства. Эту операцию следует выполнять перед каждым резервированием системы.

Те же операции выполняют и с жестким диском: чистят платы и разъемы, а также смазывают заземляющую пластинку. Для этого накопитель на жестком диске придется вынуть. На всякий случай, прежде чем делать это, создайте резервную копию хранящихся на диске данных.

Чистка плат

Для чистки плат и разъемов понадобятся описанные выше тампоны и чистящие растворы.

Сначала очистите платы от пыли и грязи, а затем займитесь установленными на них разъемами. Платы, как правило, лучше всего чистить с помощью специального пылесоса или баллончика со сжатым газом. Последний особенно эффективен при сдувании пыли с плат, на которых установлено большое количество компонентов.

Не забудьте выдуть пыль из блока питания, при этом обращайте особое внимание на отверстия, через которые вентилятор прогоняет воздух. Для этого разобрать блок питания не нужно, достаточно лишь продуть его, направив струю сжатого газа в выходное отверстие вентилятора. Тем самым вы сдуете пыль с внутренних компонентов блока питания, вычистите лопасти вентилятора и закрывающую их решетку.

Внимание

Во время чистки электронных устройств принимайте меры предосторожности против электростатических разрядов, которые особенно часто образуются в сухой атмосфере зимой.

Самый надежный способ избежать подобных неприятностей — воспользоваться антистатическим браслетом с заземлением (см. рис. 22.6). Его нужно подключить к общему проводнику той печатной платы, которую вы собираетесь протирать. Это послужит гарантией того, что не возникнет разряда между вашим телом и платой.

Чистка контактов разъемов

Протирать контакты разъемов нужно для того, чтобы соединения между узлами и компонентами системы были надежными. Следует обратить внимание на разъемы расширения, электропитания, подключения клавиатуры и динамика, расположенные на системной плате.

Что касается плат адаптеров, то на них необходимо протереть печатные разъемы, вставляемые в слоты на системной плате, и все остальные разъемы (например, установленный на внешней панели адаптера).

Смочите тампон чистящим раствором. Если вы пользуетесь аэрозолем, то нанесите на тампон такое количество жидкости, чтобы она начала с него капать. Распыляйте аэрозоль подальше от компьютера. Проще всего использовать пропитанные тампоны или салфетки; достаточно протереть ими контакты, и на чистой поверхности будет оставлена защитная смазка.

На материнской плате особое внимание уделяйте разъемам плат расширения. Не экономьте чистящий раствор, почаще смачивайте тампон и протирайте разъемы как следует. Пусть вас не беспокоит то, что капли жидкости остаются на поверхности системной платы. Эти разъемы безопасны как для самой платы, так и для установленных на ней компонентов.

На платах адаптеров особенно тщательно следует протереть контакты печатных разъемов, которые вставляются в разъемы на системной плате. К их позолоченным контактам обычно прикасаются, когда берут в руки плату адаптера. При этом они покрываются жирными пятнами, что при установке адаптера ухудшает контакт с системной платой. Для протирания именно таких разъемов неплохо было бы использовать чистящее средство с добавлением токопроводящей смазки, что, во-первых, привело бы к снижению необходимого усилия при установке платы адаптера в слот, а во-вторых, защитило бы контакты от окисления.

Тем же чистящим раствором можно протереть разъемы плоских кабелей и все прочие соединители в компьютере. Это относится, в первую очередь, к разъемам интерфейсных кабелей накопителей на гибких и жестких дисках, печатных платах управления дисководов, а также к разъемам питания.

Чистка клавиатуры и мыши

Клавиатура и мышь будто созданы для того, чтобы втягивать в себя пыль и грязь. Если вы когда-нибудь откроете старую клавиатуру, то будете несказанно поражены ее сходством с мусорным ведром.

Поэтому советуем периодически чистить клавиатуру пылесосом. Можно также перевернуть клавиатуру клавишами вниз и продуть ее струей сжатого воздуха. Это поможет избавиться от большей части накопившейся грязи, а вместе с тем и от неприятностей, связанных с “залипанием” и плохими контактами в клавишных переключателях.

Если какая-нибудь клавиша все же “залипнет” или контакт с ней станет ненадежным, капните в ее контактный узел немного очистителя. Лучше всего, предварительно сняв колпачок клавиши, брызнуть из баллончика непосредственно на переключатель. Обычно для этого не приходится полностью разбирать клавиатуру. Проблем с плохими контактами и “залипанием” клавиш не возникнет, если периодически чистить клавиатуру с помощью пылесоса или баллончика со сжатым воздухом.

В большинстве случаев для того, чтобы почистить мышь, достаточно отвернуть фигурную шайбу (крышку), закрывающую отсек с шариком, и вытряхнуть его из гнезда. Протрите его каким-нибудь чистящим составом. Я не советовал бы использовать для этого очиститель со смазкой, потому что вряд ли кому нужен шарик, который скользит, а не катится по столу. После этого прочистите щеточкой или тампоном, смоченным в очистителе, ролики, с которыми соприкасается шарик внутри корпуса мыши.

Если чистить мышь описанным способом, то вас не будут раздражать периодические задержки и резкие скачки указателя на экране. Я бы посоветовал работать с мышью на специальном коврик: при этом она не будет собирать всю пыль с вашего стола. Мышь лучше всего чистить, не дожидаясь, пока она начнет плохо работать.

Существует устройство позиционирования, которое требует минимального ухода, — Trackpoint, созданный IBM, и подобные ему устройства, представленные другими производителями, например Glidepoint компании Alps. Эти устройства полностью герметичны и управляют указателем с помощью специальных датчиков. Очистка сводится к простому протиранию поверхности устройства слабым очистительным раствором.

Профилактическое обслуживание жестких дисков

Чтобы гарантировать сохранность данных и повысить эффективность работы жесткого диска, необходимо время от времени выполнять некоторые процедуры по его обслуживанию. Существует также несколько простых программ, с помощью которых можно в какой-то степени застраховать себя от потери данных. Эти программы создают резервные копии (и при необходимости восстанавливают их) тех критических зон жесткого диска, при повреждении которых доступ к файлам становится невозможным.

Дефрагментация файлов

По мере того как вы записываете файлы на жесткий диск и удаляете их, многие из них *фрагментируются*, т.е. разбиваются на множество разбросанных по всему диску частей. Периодически выполняя дефрагментацию файлов, вы решаете сразу две задачи. Во-первых, если файлы занимают непрерывные области на диске, перемещение головок при их считывании и записи становится минимальным, что уменьшает износ привода головок и самого диска. Кроме того, существенно увеличивается скорость считывания файлов с диска.

Во-вторых, при серьезных повреждениях таблиц размещения файлов и корневого каталога данные на диске легче восстановить, если файлы записаны как единое целое. Если же они разбиты на множество фрагментов, то, не обращаясь к FAT и структуре каталогов, практически невозможно определить, к какому файлу относится тот или иной фрагмент. В интересах сохранности информации я бы посоветовал выполнять дефрагментацию жесткого диска раз в неделю или после каждой операции резервного копирования.

В большинстве программ дефрагментации предусмотрены следующие функции:

- дефрагментация файлов;
- уплотнение файлов (упорядочение свободного пространства);
- сортировка файлов.

Основной операцией является дефрагментация, но в большинстве программ предусмотрено и уплотнение файлов. Дефрагментация не выполняется автоматически, а должна быть указана особо, поскольку на нее затрачивается дополнительное время. При ее проведении все файлы, записанные на диске, перемещаются к его началу, а свободное пространство располагается в конце. Это приводит к тому, что записываемые впоследствии файлы не фрагментируются и все свободное пространство представляет собой единую область, достаточную для записи любого файла без его разбиения на части.

Последняя операция — сортировка файлов, или *оптимизация* — не является жизненно необходимой, но предусмотрена во многих программах дефрагментации. Выполняется она очень долго, но на скорость доступа к данным практически не влияет. Безусловно, сортировка имеет некоторый смысл, поскольку, восстанавливая данные, вы будете знать, в каком порядке располагались файлы к моменту аварии. Хотя знать это и необязательно — вполне достаточно того, что все файлы дефрагментированы. Порядок их расположения в этом случае не имеет значения. Сортировка файлов предусмотрена не во всех программах дефрагментации, поскольку результат операции не оправдывает затраченного на нее времени.

В операционных системах Windows 9x/Me/2000/XP/Vista существует специальная программа дефрагментации, которая может выполняться в фоновом режиме. (В системе Vista операция дефрагментации запускается автоматически.) Для старых систем типа DOS, Windows 3.1 и некоторых версий Windows NT следует использовать программы дефрагментации сторонних производителей (в частности, входящую в состав пакета Norton Utilities).

При использовании сторонних программ в системах Windows 9x/Me/2000/XP/Vista проверьте, поддерживает ли она используемые в компьютере файловые системы. Помните, что программы дефрагментации для файловых систем FAT 16 и FAT 32 несовместимы. Отличным примером программы дефрагментации, поддерживающей все файловые системы и работающей во всех ОС, является VOPT от Golden Bow.

Перед дефрагментацией обязательно запустите программу проверки диска на наличие ошибок, такую как ScanDisk, даже если вы считаете, что проблем не должно существовать.

Мастер обслуживания Windows

В Windows 98 и более поздних версиях есть программа *Мастер обслуживания*. С ее помощью можно автоматизировать выполнение некоторых процессов при профилактическом обслуживании. Запустите эту программу и выберите необходимые программы, файлы и расписание обслуживания. Выбранные действия будут автоматически выполняться в указанное время, не отвлекая вас от основной работы.

Антивирусные программы

Вирусы и шпионские программы опасны для любой операционной системы. Поэтому не стоит пренебрегать антивирусными программами. Поскольку Windows таких программ не содержит, приобретите одну из антивирусных программ, поставляемых другими компаниями. Независимо от используемой программы выявление вирусов следует проводить систематически (в частности, перед каждой операцией резервного копирования жесткого диска). Не дожидайтесь, пока вирус начнет действовать и натворит бед. При этом обращайте внимание на частоту обновлений, обеспечиваемую производителем антивируса, так как именно они определяют способность программы выявлять и лечить новые вирусы, которые появляются ежедневно.

Совет

Количество вирусов постоянно увеличивается, поэтому для создания эффективной защиты следует воспользоваться функцией автоматического обновления, которая присутствует во многих современных антивирусных программах. На загрузку обновленной базы данных даже при использовании коммутируемых линий связи требуется всего несколько минут. В широкополосной сети время загрузки уменьшается до нескольких секунд.

Пассивные профилактические меры

Под *пассивной* профилактикой подразумевают создание приемлемых для работы компьютера общих внешних условий. Необходимо учитывать физические воздействия: температуру воздуха, тепловой удар при включении и выключении системы, пыль, дым, а также такие немаловажные факторы, как вибрация и удары. Кроме того, очень важны электрические воздействия: электростатические разряды, помехи в цепях питания и радиочастотные помехи.

Рабочее место

Конечная цель любой профилактики — сохранность оборудования (и вложенных в него средств). Компьютеры вполне надежно работают в благоприятных для человека условиях. Однако зачастую к ним относятся, как к настольным калькуляторам. При таком пренебрежительном отношении они, как правило, быстро выходят из строя.

Прежде чем обзавестись компьютером, подготовьте для него место. На нем *не должно* быть пыли, а в окружающем воздухе — табачного дыма. Не ставьте компьютер около окна: солнечный свет и перепады температуры влияют на него далеко не лучшим образом. Включать компьютер нужно в надежно заземленные розетки, напряжение в сети должно быть стабильным, без перепадов и помех. Не устанавливайте компьютер рядом с радиопередающими устройствами и другими источниками радиоизлучения.

Примечание

Также не рекомендуется ставить системный блок в специальный ящик, предусмотренный в некоторых офисных столах, поскольку компьютер может быстро перегреться.

Нагревание и охлаждение компьютера

Колебания температуры неблагоприятно сказываются на состоянии компьютера. Поэтому, чтобы компьютер работал надежно, температура в офисе или квартире должна быть постоянной.

При колебании температуры могут существенно ускориться “выползания” микросхем из гнезд, потрескаться или отслоиться токопроводящие площадки на печатных платах, разрушиться паянные соединения. При повышенной температуре ускоряется окисление контактов, могут выйти из строя микросхемы и другие электронные компоненты.

Колебания температуры могут сказаться и на работе жестких дисков. Как уже отмечалось, в некоторых накопителях при разных температурах информация записывается на диск с различными смещениями относительно среднего положения дорожек записи, в результате чего возникают проблемы с последующим считыванием.

Для любых электронных устройств, в том числе для компьютеров, указывается допустимый диапазон температур. Большинство изготовителей приводят эти данные в документации к изделию. В ней должны быть указаны два диапазона температур: при эксплуатации и при хранении. Например, для большинства компьютеров IBM (ныне выпускаемых компанией Lenovo) эти диапазоны таковы:

- при эксплуатации: от +15 до +32°C;
- при хранении: от +10 до +43°C.

В целях сохранности как самого диска, так и записанных на нем данных оберегайте его от резких перепадов температуры. Если же такой перепад неизбежен (например, вы заносите компьютер зимой с мороза в теплое помещение), то, прежде чем его включить, дайте ему прогреться до комнатной температуры. Дело в том, что на магнитных дисках накопителя может конденсироваться влага, и при попытке включения накопитель тут же выйдет из строя. Накопитель в такой ситуации должен прогреваться от нескольких часов до суток.

Циклы включения и выключения

Как отмечалось выше, колебания температуры неблагоприятно влияют на компоненты компьютера. Поэтому, если вы хотите, чтобы ваш компьютер работал *долго* и безотказно, старайтесь как можно *реже* его включать и выключать. Существует два очевидных способа свести к минимуму колебания температуры в системе: либо навсегда оставить компьютер включенным, либо никогда его не включать. Вряд ли вас устроит второй вариант. Поэтому, если главной и единственной вашей целью является продление срока службы системы, держите компьютер постоянно включенным. Конечно, в реальной жизни приходится учитывать и другие обстоятельства, например стоимость электроэнергии, пожарную безопасность и т.п.

Если вы вспомните, как перегорают лампочки накаливания, то поймете, почему повторяющиеся резкие изменения температуры очень опасны. Чаще всего лампочки перегорают в момент включения: когда в нити накаливания возникают большие тепловые перегрузки, ее температура менее чем за секунду изменяется от комнатной до нескольких тысяч градусов. Постоянно включенная лампа служит дольше, чем та, которую постоянно включают и выключают.

Чаще всего в момент включения выходят из строя блоки питания. Возникающие при включении токовые перегрузки, связанные, например, с разгоном двигателей, значительно превышают токи, которые потребляются от источников питания в стационарном режиме. В течение первых секунд работы блок питания отдает (и, следовательно, рассеивает) большую мощность, особенно если одновременно раскручиваются двигатели сразу нескольких накопителей, для которых характерны наиболее высокие значения пусковых токов. Это зачастую приводит к перегрузке как входных, так и выходных компонентов блока питания (транзисторов и микросхем). Мне не раз доводилось наблюдать подобные явления. Чтобы продлить срок службы компьютера, старайтесь поддерживать температуру его полупроводниковых компонентов относительно постоянной, а также максимально ограничьте количество включений и выключений питания.

Существует несколько причин, по которым нельзя воплотить в жизнь мою навязчивую идею оставлять все приборы навеки включенными. Оставленные без присмотра, они могут стать причиной пожара. Я видел мониторы, которые загорались из-за коротких замыканий в схеме, и компьютеры, которые перегревались и выходили из строя из-за остановок вентиля-

торов. После этого я не оставляю ни одно включенное устройство “беспризорным”. Другое обстоятельство — это расход электроэнергии. Во многих организациях проводятся даже кампании по ее экономии: выключается лишний свет и ненужные электрические устройства. А современные высокопроизводительные компьютерные системы потребляют весьма приличную мощность. К тому же сохранность и конфиденциальность информации в работающей без присмотра системе вызывает больше опасений, чем в выключенной и закрытой на ключ.

В связи с этим оставлять компьютеры включенными на ночь или на выходные не стоит. Лучше принять компромиссное решение: включать их один раз в день, но не чаще. Этот полезный совет часто игнорируется, особенно если на одном компьютере работает несколько человек. Каждый из них включает систему, делает свое дело и, уходя, выключает. Затем приходит новый сотрудник — и все повторяется сначала. В такой ситуации компьютеры выходят из строя гораздо чаще.

Примечание

Если для подключения к компьютеру используются программы удаленного управления, узел, к которому выполняются подключения, должен постоянно быть включенным. Для экономии электроэнергии в нем можно выключить монитор и сконфигурировать понижение питания процессора и других компонентов при его бездействии. Для этого используются настройки BIOS, а также апплет Электропитание панели управления Windows. Также в системе, выступающей в роли удаленного узла, рекомендуется отключить автоматические обновления Windows, так как некоторые из них приводят к автоматической перезагрузке компьютера, после которой никто не сможет получить доступ к системе, пока на узле кто-нибудь не зарегистрируется. В таких системах следует устанавливать соответствующее расписание установки обновлений, чтобы одновременно повысить доступность компьютера и поддерживать обновляемость его программного обеспечения.

Если помещение, в котором установлен компьютер, оборудовано программируемым кондиционером, стоит еще раз задуматься о режиме работы оборудования. В некоторых зданиях на ночь и выходные дни кондиционеры отключаются. При этом перед началом следующего рабочего дня в короткие сроки восстанавливается обычная комнатная температура. К примеру, в Чикаго ночная температура зимой достигает -28°C (без учета ветра), при этом в зданиях за выходные она понижается до $+10^{\circ}\text{C}$. Перед началом рабочего дня в понедельник на короткое время включается режим повышенного прогрева воздуха, в результате чего буквально за 20 минут работы платы компьютера прогреваются до $+45^{\circ}\text{C}$. Если во время такого прогрева на пластины жесткого диска (особенно это касается шагового привода головок) будет выполняться запись данных, это приведет к проблемам.

Совет

Если вы долго не включали компьютер, то, прежде чем записывать что-либо на жесткий диск, дайте ему *прогреться* хотя бы минут 15. Включите компьютер, выпейте чашечку кофе, почитайте газету или займитесь другими делами. Надежность хранения данных на диске возрастет многократно.

Если вы надолго оставляете компьютер включенным, но не работаете на нем, экран лучше отключить или вывести на него изображения, перемещающиеся случайным образом. Если на экране в течение длительного времени высвечивается статическое изображение, люминофор кинескопа *выгорает*. Экраны монохромных дисплеев более уязвимы в этом отношении, чем цветных. Если вы когда-нибудь видели монохромный дисплей, на котором отображаются (даже когда он выключен) меню или заставки постоянно используемых программ, вы поймете, о чем идет речь. Посмотрите на справочные мониторы в аэропортах или на вокзалах — на них особенно заметен этот эффект.

Примечание

Если компьютер подключен к плазменному телевизору, о выгорании экрана также не стоит забывать, поскольку плазменные телевизоры не менее подвержены выгоранию, чем ЭЛТ-мониторы. Во время бездействия выключайте плазменный экран или выводите на него динамическую заставку.

Большинство современных мониторов, поддерживающих функцию сохранения электроэнергии, по команде системы могут автоматически переходить в режим ожидания. Если в вашей системе предусмотрены возможности сохранения энергии, включите их для монитора, и они сэкономят электроэнергию и сэкономят дисплей.

Электростатические заряды

Серьезную угрозу для компонентов компьютера представляют электростатические заряды. Наиболее опасны они зимой, при низкой влажности воздуха, а также в районах с сухим климатом. В этих условиях при работе с компьютером необходимо принять специальные меры предосторожности.

Электростатические явления вне корпуса системного блока редко приводят к серьезным последствиям, но на шасси, клавиатуре или просто рядом с компьютером сильный разряд может привести к нарушениям при проверке четности (в памяти) или “зависанию” компьютера. Бывали случаи, когда компьютер “зависал”, и появлялись ошибки четности только из-за того, что я проходил слишком близко от него. Как правило, все эти проблемы возникают потому, что кабель питания компьютера плохо заземлен. Для подключения системы к сети нужно пользоваться трехштырьковой вилкой, а заземление должно быть надежным. Если вы не уверены в надежности заземления, проверьте его с помощью тестера и методов, описанных в одном из предыдущих разделов. Дело в том, что при строительстве многих зданий устанавливаются розетки с тремя гнездами, но заземление к ним не подводится ввиду отсутствия заземляющего контура как такового.

Особые меры предосторожности необходимо принимать, открывая системный блок или работая с отдельными узлами и платами, извлеченными из компьютера. Если вовремя не отвести накопившийся статический заряд, можно погубить многие компоненты компьютера. Всякий раз, вынимая из корпуса платы или адаптеры, для выравнивания электростатического потенциала беритесь за участки, соединенные с общим проводом, например за кронштейны.

Как уже отмечалось, наилучший способ избавиться от электростатических проблем — как следует заземлить шнур питания. Для того чтобы статические заряды не вывели из строя компоненты системы, не “пускайте” их внутрь. Барьером на их пути являются правильно сконструированные шасси и корпус компьютера, через которые заряды отводятся на общий провод. Чтобы окончательно заземлить систему, ее сетевой шнур следует подключить к розетке с тремя гнездами.

Помехи в сети питания

Для того чтобы компьютер работал нормально, напряжение питающей сети должно быть достаточно стабильным, а уровень помех в ней не должен превышать предельно допустимой величины. Иногда компьютер приходится подключать к той же сети переменного тока, от которой питаются устройства большой мощности. Перепады напряжения, возникающие при включении и выключении такого оборудования, немедленно сказываются на его работе. При работе некоторых агрегатов в сети возникают переходные процессы (всплески напряжения) амплитудой до 1000 В и даже выше, которые могут просто сжечь блок питания компьютера. Хотя появляются эти выбросы довольно редко, их последствия могут быть разрушительными. Даже если для питания компьютера используется отдельная линия, не исключено появление в ней выбросов напряжения, поскольку это зависит от качества всей сети энергоснабжения здания или даже района.

Выбирая место и способ подключения системы к сети, обязательно учитывайте перечисленные ниже требования.

- Старайтесь подключать компьютеры к отдельным цепям питания со своими предохранителями (желательно автоматическими). Это, конечно, не гарантирует полного отсутствия помех, но поможет от них застраховаться.

- Проверьте сопротивление шины заземления (оно должно быть низким) и выходное напряжение линии (оно должно находиться в допустимых пределах) и убедитесь в отсутствии помех и всплесков напряжения.
- Подключайте компьютер к сети с помощью трехштырьковых вилок. Не пользуйтесь переходниками для розеток с двумя гнездами, поскольку система при этом останется без заземления.
- Уровень помех в сети возрастает при увеличении внутреннего сопротивления линии, т.е. чем длиннее соединительные провода и чем меньше их сечение, тем он выше. Чтобы не увеличивать сопротивление линии, не пользуйтесь без крайней необходимости удлинителями (или хотя бы выбирайте те из них, которые рассчитаны на подключение мощных потребителей энергии).
- Со временем у вас обязательно возникнет желание подключить к розетке, в которую вставлен шнур от компьютера, что-нибудь еще. В принципе, это возможно, главное — чтобы этих дополнительных устройств было не слишком много. Для подключения устройств, не имеющих отношения к компьютерам, лучше использовать другую розетку.

На качество питающего компьютер напряжения наибольшее влияние оказывает “соседство” (подключение к одной линии) таких приборов, как холодильники, кондиционеры, кофеварки, копировальные аппараты, лазерные принтеры, обогреватели, пылесосы и мощные электроинструменты. Любое из этих устройств, включенное в одну розетку с компьютером, может стать причиной его сбоя. Я бывал в учреждениях, где все компьютеры “зависали” ежедневно ровно в 9.05 утра, когда все сотрудники включали свои кофеварки.

Что касается копировальных аппаратов и лазерных принтеров, то их тоже не стоит включать в одну розетку с компьютером — они потребляют слишком большую мощность.

Еще одна проблема возникает в модных нынче офисах, разделенных перегородками на отсеки. Обычно в этом случае никто не утруждает себя прокладкой отдельных силовых кабелей от общего распределительного щитка в каждый отсек, и вся электросеть представляет собой последовательную цепочку проводов и розеток, обходящую ячейки одну за другой. Мне жаль того человека, чей компьютер подключен к последней розетке в этой цепи, — качество напряжения в ней оставляет желать лучшего.

Приведу только один пример из собственной практики. Мне пришлось довольно долго возиться с компьютером, в котором периодически нарушался контроль четности. Адреса, по которым возникали ошибки, не повторялись, что обычно свидетельствует о неполадках в источниках питания. Все мои попытки отремонтировать компьютер оказывались безуспешными, поскольку не было ясно, что является причиной сбоев — блок питания или силовая электрическая сеть. Ответ был найден лишь после того, как я понаблюдал некоторое время за работой системы. Ошибка четности возникала каждый раз, когда в соседнем отсеке включали копировальный аппарат. “Неполадка” исчезла, как только компьютер подключили к отдельной линии.

Надеюсь, что советы, приведенные в этом разделе, помогут правильно выбрать место для компьютера и избавят вас от многих неприятностей.

Радиопомехи

Радиопомехи (или радиочастотная интерференция) зачастую остаются без должного внимания. Помехи генерируются любым источником радиоизлучения, расположенным около компьютера. Проживание рядом с коммерческим радиопередатчиком мощностью 50000 Вт, определенно, вызовет проблемы в работе компьютерных систем, однако не следует сбрасывать со счетов и менее мощные передатчики. Интерференция беспроводного телефона иногда приводит к спонтанному выводу символов на экран, словно кто-то невидимый уселся за клавиатуру. Кроме того, радиопомехи могут стать причиной “зависания” системы. В некоторых случаях для решения проблемы достаточно переместить компьютер в другое место, поскольку радиоволны имеют направленный характер воздействия; а иногда могут потребоваться специальные экранированные кабели для таких внешних устройств, как клавиатура и мышь. Если

ли радиопомехи усложняют работу с беспроводной клавиатурой и/или мышью, попробуйте приобрести аналогичное оборудование от другого производителя, использующее другой диапазон частот.

Для противодействия помехам используется экранирующая металлическая оплетка, через которую проходит кабель и которая подавляет электромагнитную интерференцию. Многие кабели мониторов также оснащены подобной оплеткой. Если источником проблемы оказалась интерференция в определенной кабеле, поместите его в металлическую оплетку.

В радиомагазинах продаются специальные оплетки, предназначенные для уже проложенных кабелей. Они представляют собой трубку, разрезанную вдоль пополам. Кабель достаточно уложить по центру одной из этих половинок и накрыть второй. Такая конструкция позволяет экранировать практически любую существующую кабельную систему.

Совет

Для выбора нужных электронных компонентов, инструментов и прочих принадлежностей я рекомендую следующих производителей.

- Allied Electronics (www.alliedelec.com)
- Digi-Key (www.digi-key.com)
- Mouser Electronics (www.mouser.com)
- Newark InOne (www.newarc.com)
- RadioShack (www.radioshack.com)

В части инструментов рекомендуется продукция компании Stanley Supply & Services (www.stanleysupplyservices.com) (ранее — Jensen Tools and Contact East).

Наилучший способ избежать проблем электромагнитной интерференции — устранить ее источник. Вам вряд ли удастся демонтировать антенну коммерческой радиостанции, расположенную рядом с офисом, однако, если источником является маломощный радиопередатчик, можно установить специальный фильтр. К сожалению, чаще всего проблему не удается устранить, пока передатчик не будет выключен или перемещен от компьютера на достаточное расстояние.

Примечание

Если в офисе развернута беспроводная сеть стандартов 802.11b/g/n, не забывайте, что она работает на той же частоте, что и устройства Bluetooth и мобильные телефоны, — 2,4 ГГц.

Чтобы избежать интерференции с другими устройствами, воспользуйтесь программой типа Network Stumbler (www.netstumbler.com) и просмотрите частоты, используемые другими 802.11-подобными сетями, чтобы выбрать наименее зашумленный канал (1, 6 или 11). (Все остальные каналы пересекаются друг с другом.) Во избежание конфликтов с мобильными телефонами используйте только работающие на частоте 5,8 или 6 ГГц. Вопросы устранения конфликтов с устройствами Bluetooth рассмотрены в главе 18.

Влияние окружающей среды на работу компьютера

Грязь, дым и пыль усложняют работу компьютера. Вентилятор блока питания втягивает имеющиеся в воздухе частицы внутрь компьютера, где они и скапливаются. Если компьютер предполагается эксплуатировать в неблагоприятных условиях, то, возможно, стоит подумать о покупке системы, разработанной специально для этого.

В компьютерах промышленного назначения мощный вентилятор используется для нагнетания воздуха внутри корпуса. Воздух, поступающий в компьютер, проходит через фильтр, который следует периодически очищать или заменять. Внутри корпуса системного блока образуется область повышенного давления, поэтому пыль и дым в него проникнуть не могут — через все отверстия, кроме одного, воздух выходит наружу, а единственное входное отверстие закрыто фильтром.

Для таких условий существуют и специальные клавиатуры, защищенные от проникновения в них влаги и грязи. Одни из них представляют собой плоские панели с клавишами мем-

бранного типа. Набирать на них довольно трудно, поскольку приходится сильно нажимать на клавиши. Другие похожи на обычные, но все клавиши на них закрыты тонким пластмассовым чехлом-крышкой. Таким чехлом можно закрыть и стандартную клавиатуру, чтобы защитить ее от пыли и грязи.

Проблемы в компьютерном оборудовании могут вызвать и увлажнители, которые используют ультразвук для распыления в воздухе крошечных частичек воды. Эти устройства предназначены для обеспечения здоровых условий работы людей в помещениях с пересушенным воздухом и решения проблем с электростатикой. При использовании подобных приборов вы заметите постоянно накапливающуюся белую, похожую на золу пыль, оседающую на разных предметах. Эта пыль является следствием использования в распыляемой воде абразивных минералов. Оседание такого налета на электронных компонентах может привести к любого рода проблемам. Единственный выход из этой ситуации — заправлять увлажнитель исключительно дистиллированной водой.

Итак, если соблюдать все правила и рекомендации, приведенные в этой главе, то ваш компьютер будет служить долго и надежно и снимать с него крышку вам придется только для планового профилактического обслуживания.

Основные направления поиска и устранения неисправностей

Проблемы, связанные с аппаратным обеспечением ПК, часто кажутся неразрешимыми для неопытного пользователя, но в действительности все гораздо проще, чем может показаться на первый взгляд. Существуют специальные инструментальные средства, которые позволяют определить причину той или иной проблемы и найти способы ее решения. Справиться с этим может любой человек, обладающий логическим мышлением и умеющий применять дедуктивные умозаключения. Персональные компьютеры становятся сложнее, но в то же время и проще. Большое количество сложных внутренних цепей приводит к увеличению числа потенциально опасных участков, которые могут стать причиной той или иной проблемы. С другой стороны, современные электрические цепи встроены в несколько плат, на каждой из которых расположено определенное количество микросхем. Внутреннее объединение аппаратных средств привело к тому, что выявление неисправных заменяемых компонентов значительно упростилось. Понимание принципов работы ПК в сочетании с довольно простыми инструментами, а также знание основных приемов, логическое мышление и здравый смысл помогут самостоятельно выявить неисправности и отремонтировать компьютер (и тем самым сэкономить немалые деньги, которые пришлось бы заплатить специалисту). В некоторых случаях экономленных денег хватает даже на покупку нового компьютера. Запомните главное: решить можно любую проблему при наличии практического опыта и некоторых логических способностей.

Современные ПК: сложность и надежность

Не забывайте, что современный компьютер представляет собой невероятное сочетание аппаратных средств и программного обеспечения. Говоря об аппаратных средствах, следует напомнить, что в современных процессорах содержится от 50 до более чем 400 млн. транзисторов. Кроме того, около 8,6 млрд. транзисторов находится в ОЗУ емкостью 1 Гбайт; еще несколько сот миллионов — в наборах микросхем системной логики, видеопроцессоре и видеопамяти; миллионы транзисторов находятся в адаптерных платах и платах с логическими схемами. Миллиарды этих взаимосвязанных транзисторов должны работать не только корректно, но и в заданном режиме, включаясь в строго определенные временные промежутки, длительность которых не превышает нескольких пикосекунд (одной триллионной доли секунды). Учитывая, что ПК может “зависнуть” или выйти из строя при повреждении одного из транзисторов или его несвоевременном включении, а также при неисправности одной из многочисленных токопроводящих дорожек/внутренних соединений, существующих между транзисторами или содержащими их устройствами, больше всего удивляет то, что компьютеры вообще работают.

Каждый раз, включая компьютер и наблюдая за процессом загрузки, я вспоминаю о миллиардах различных компонентов и триллионах машинных/программных шагов и последовательностей, которые должны быть выполнены для осуществления этой операции. Как видите, существует множество причин, которые могут привести к возникновению тех или иных проблем.

Хотя современные ПК значительно сложнее своих многочисленных предшественников, при этом они стали гораздо проще и надежнее. Учитывая сложность современных ПК, нет ничего удивительного в том, что иногда возникают различные проблемы. Парадокс заключается в том, что при всем при этом современные компьютеры содержат все меньше заменяемых компонентов, что упрощает процесс локализации и устранения неисправностей.

Стандартные заменяемые компоненты

Одной из главных особенностей ПК является возможность использования стандартных компонентов. Это означает, что практически все элементы, формирующие данную систему, в той или иной степени могут использоваться и в других компьютерах. Таким образом, системные компоненты являются широко распространенными и недорогими аппаратными средствами, устанавливать которые довольно легко. Типичный ПК содержит ряд следующих заменяемых компонентов, большая часть которых изготовлена по промышленным стандартам и соответствует определенному формфактору:

- системная плата;
- процессор;
- радиатор/вентилятор охлаждения центрального процессора;
- ОЗУ (RAM);
- батарея CMOS;
- корпус с дополнительным вентилятором;
- блок питания;
- видеоадаптер*;
- монитор;
- звуковая плата*;
- громкоговорители;
- сетевой адаптер*;
- жесткий диск;
- накопитель CD-ROM/RW;
- накопитель DVD-ROM/+RW;
- накопитель на гибких дисках;
- кабели накопителей;
- клавиатура;
- мышь.

Компоненты, отмеченные звездочкой, в некоторых системах могут быть интегрированы в системную плату.

Ряд специализированных многофункциональных систем может содержать больше компонентов, чем указано в приведенном списке. Тем не менее число заменяемых «частей» в большинстве ПК обычно не превышает 20. Некоторые компьютеры включают в себя 10–15 системных компонентов с высоким уровнем интеграции. Если говорить о ремонте компьютера или возможных проблемах, то одной из наиболее распространенных причин является неисправность или некорректная установка (настройка) одного из компонентов. Чтобы выйти из положения, можно переустановить компонент или сконфигурировать его должным образом.

Если же компонент неисправен, его необходимо заменить. Рассматривая ПК на уровне отдельных компонентов, можно увидеть, что в действительности он не так сложен, как может показаться на первый взгляд. Именно поэтому я поставил перед собой цель научить пользователей самостоятельно ремонтировать или модернизировать свои компьютеры и даже собирать их из отдельных компонентов.

Заменить или переустановить?

Пытаясь решить те или иные аппаратные проблемы, следует понять одну простую истину: вам никогда не придется *ремонтировать* компьютер, поскольку обычно достаточно *переустановить* или *заменить* неисправный компонент. Это вызвано тем, что большая часть аппаратных проблем связана с некорректной установкой или неправильно заданной конфигурацией того или иного компонента. Несколько лет назад IBM опубликовала документ, в котором отмечалось, что причиной более 60% проблем, выявленных ее техническими специалистами, была некорректная установка или неправильная конфигурация компонентов, т.е. аппаратные средства фактически были совершенно исправны. Это стало основной движущей силой революции под лозунгом “Включай и работай” (“Plug and Play”), избавившей пользователей от необходимости вручную конфигурировать переключатели и переключатели в большинстве аппаратных устройств. Технология Plug and Play позволила минимизировать уровень пользовательской подготовки, необходимый для правильной установки аппаратных средств, а также свести к минимуму количество проблем, связанных с установкой, конфигурацией и конфликтом на уровне ресурсов. Тем не менее принцип Plug and Play срабатывает далеко не всегда, поэтому ему придумали шуточную замену — Plug and Pray (*включай и молись*), так как для корректной работы установленного устройства иногда приходится заниматься ручной настройкой.

Замена неисправного компьютерного аппаратного обеспечения обусловлена, в первую очередь, экономическими соображениями. В финансовом отношении неисправную системную плату гораздо дешевле заменить, чем отремонтировать. Например, новую современную системную плату можно приобрести примерно за 100 долларов, а ее ремонт обойдется гораздо дороже. В современных платах используются микросхемы с поверхностным монтажом, контакты которых расположены друг от друга на расстоянии в несколько сотых дюйма. Таким образом, для установки и припаивания микросхем требуется сложное и дорогое специализированное оборудование. Но и это не поможет, даже если удастся определить, какая из микросхем является неисправной, и будет найдено оборудование, необходимое для ее замены. Это связано с тем, что микросхемы продаются партиями по несколько тысяч штук, поэтому найти устаревшую микросхему довольно сложно. Конечным результатом является широкое распространение и использование заменяемых компонентов. Даже такие большие и сложные компоненты, как системная плата, обычно не ремонтируются, а заменяются.

Решение проблем путем замены компонентов

Существует несколько подходов к решению проблем, связанных с аппаратным обеспечением ПК, но в конечном счете все они сводятся к замене или переустановке тех или иных компонентов. Именно поэтому я обычно применяю довольно простой метод, состоящий в использовании заведомо исправных запасных частей. Этот метод не требует специализированных инструментальных средств или сложных диагностических устройств. В простейшей форме все выглядит примерно так: предположим, есть два совершенно одинаковых ПК, которые расположены рядом друг с другом. В одном из них выявлена некоторая аппаратная проблема; в нашем случае это дефектный модуль памяти (DIMM). В зависимости от свойств дефекта неисправность может проявиться по-разному: от совершенно “мертвой” системы до компьютера, который загружается в стандартном режиме, но “зависает” при запуске Windows или выполнении программ. Итак, компьютер, стоящий слева, вышел из строя, а правый работает нормально; во всем остальном они совершенно идентичны. Самый простой метод выявления неисправностей состоит в замене аппаратных компонентов одной системы частями, взятыми из другой, и повторном тестировании компьютера после каждой такой перестанов-

ки. При перестановке модулей памяти DIMM после включения и тестирования системы (т.е. загрузки компьютера и выполнения одного из установленных приложений) оказалось, что проблема “переместилась” из одной системы в другую. Так как последним замененным компонентом был модуль памяти DIMM, источник проблемы выявлен! Этот метод не требует использования дорогостоящего (2000 долларов или более) оборудования для проверки модулей DIMM или специального диагностического программного обеспечения. Ремонтировать такие компоненты, как модули памяти, экономически нецелесообразно, поэтому оптимальным решением будет замена неисправного модуля DIMM.

Несмотря на несколько упрощенный подход, описанный метод зачастую является самым быстрым и простым способом выявления проблемных компонентов, чем и отличается от непосредственного тестирования каждого компонента с помощью соответствующего диагностического оборудования. Вместо совершенно идентичной системы, предназначенной для заимствования тех или иных аппаратных компонентов, большинство специалистов используют набор заведомо исправных запасных частей. В этот набор входят ранее применявшиеся работоспособные компоненты, которые могут быть использованы для замены “подозрительных” элементов проблемной системы. Однако этот метод отличается от использования совершенно новых “запасных частей”, поскольку при открытии коробки с новым, ранее не использовавшимся компонентом у вас нет полной уверенности в его работоспособности. Бывали ситуации, когда я заменял неисправный компонент другим, таким же дефектным, но совершенно *новым*, в результате чего проблема оставалась нерешенной. Не подозревая о неисправности нового, только что установленного компонента, я впустую тратил немало времени, проверяя другие части, не имевшие каких-либо дефектов. Тем не менее этот метод также довольно эффективен, потому что для формирования системы требуется ограниченное количество элементов, причем для замены могут быть использованы заведомо исправные запасные части других моделей (например, чтобы убедиться в неисправности видеоадаптера, его можно заменить графической платой младшей модели).

Выявление неисправностей при загрузке системы

Метод начальной загрузки применяется для выявления неисправностей и лучше всего подходит для тестирования совершенно “мертвых” систем. При использовании этого метода вы полностью разбираете систему, оставляя только самые необходимые компоненты, а затем проверяете, работает ли она. Например, оставляете в системе только корпус с блоком питания, системную плату, процессор с радиатором или вентилятором охлаждения, один банк оперативной памяти, видеоадаптер и монитор. Затем включаете систему и смотрите, работает ли она. При такой “упрощенной” конфигурации на экране должны появиться данные процедуры самотестирования POST или логотип компании-изготовителя, что подтверждает работоспособность системной платы, процессора, модулей памяти, видеоадаптера и монитора. Если к системе подключена клавиатура, то через несколько секунд после включения должны загореться три светодиода (<Caps Lock>, <Scroll Lock> и <Num Lock>). Это говорит о функционировании процессора и системной платы, так как подпрограммы POST проводят тестирование клавиатуры. Получив работоспособную систему, содержащую минимальное количество функциональных компонентов, начинайте последовательно устанавливать другие компоненты, проводя тестирование системы после каждой переустановки. Это позволит убедиться, что система все еще работает и добавленный или переустановленный компонент не является причиной возникшей проблемы. В сущности, вы заново формируете систему с самого начала, используя для этого уже существующие элементы, но на каждом этапе устанавливаете только один из них.

Многие проблемы вызваны окислением контактов и разъемов, поэтому для “волшебного” восстановления системы иногда достаточно ее разобрать, а потом снова собрать. За все эти годы я разобрал, проверил и заново собрал множество различных систем только для того, чтобы убедиться в отсутствии неисправностей, которые исчезали после сборки компьютера. Как же получается, что проблема исчезает в процессе сборки и разборки системы? На первый взгляд может показаться, что ничего не изменилось и все компоненты остались там же, где и

были. В действительности отключение и повторное подключение компонентов приводит к восстановлению рабочих характеристик контактных гнезд и кабельных разъемов, используемых в различных устройствах. Зачастую так решаются многие проблемы. Приведенные ниже полезные советы помогут справиться с возникшей проблемой.

- Изымите ненужные компоненты или устраните факторы, заведомо не имеющие отношения к возникшей проблеме.
- Переустановите, замените один из компонентов или измените его конфигурацию.
- Проверьте систему после каждого внесенного изменения.
- Подробно описывайте все производимые действия.
- Не сдавайтесь! Можно найти выход из любого положения.
- Если вы зашли в тупик, сделайте перерыв или займитесь чем-нибудь другим. Хорошо отдохнув, вы легко найдете решение или заметите то, что было пропущено.
- Не игнорируйте то, что кажется простым или очевидным. Старайтесь по два-три раза проверять установку и конфигурацию каждого компонента.
- Имейте в виду, что блок питания является одним из наиболее ненадежных компонентов ПК, на который мало кто обращает внимание. Для тестирования “подозрительной” системы рекомендуется использовать запасной заведомо исправный блок питания с большим запасом мощности.
- Кабели и разъемы также являются одной из основных причин возникновения проблем, поэтому всегда держите под рукой соединители различных типов.

Перед поиском и устранением неисправностей выполните ряд действий, которые позволят локализовать источник ошибки.

1. Выключите компьютер и все подключенные устройства. Отключите все внешние устройства, кроме клавиатуры и монитора.
2. Проверьте подключение компьютера к сети.
3. Проверьте подключение клавиатуры и монитора. Включите монитор и установите регуляторы яркости и контрастности в положение 2/3 от максимального. В некоторых мониторах эти параметры устанавливаются с помощью кнопок и экранного меню. Описание действий по настройке монитора можно найти в соответствующей документации. Если изображение на экране не появляется, а компьютер выглядит работающим, попробуйте вставить видеоадаптер в другой разъем (что невозможно для карт AGP) либо замените адаптер или монитор.
4. Если компьютер загружается с жесткого диска, убедитесь, что в дисковомодете нет дискеты. Можете поместить в дисковод заведомо работающую загрузочную дискету или дискету с диагностической программой.
5. Включите компьютер. Посмотрите на вентиляторы блока питания, процессора и других элементов (если они существуют); также обратите внимание на индикаторы передней панели. Если вентиляторы не вращаются, а индикатор питания не светится, то, скорее всего, проблема кроется в блоке питания или системной плате.
6. Понаблюдайте за процессом самотестирования при включении питания (POST). При отсутствии проблем система подаст один звуковой сигнал и начнет загрузку. Коды не критичных ошибок будут отображаться на экране монитора. При появлении фатальных ошибок система будет подавать звуковые сигналы. Коды и звуковые сигналы определяются используемой BIOS (некоторые из них описаны ранее).
7. Дождитесь успешного запуска операционной системы.

Проблемы при выполнении теста POST

В процессе самотестирования при включении питания чаще всего ошибки появляются из-за некорректного конфигурирования аппаратного обеспечения. Чтобы выяснить причину появления ошибки POST, ответьте на перечисленные ниже вопросы.

- Правильно ли подключены все кабели и плотно ли они закреплены?
- Правильно ли сконфигурированы параметры устройств в BIOS (в частности, процессора, жестких дисков и памяти)?
- Правильно ли установлены все устройства?
- Правильно ли установлены переключатели и перемычки?
- Не возникает ли конфликт устройств, т.е. не используют ли они одинаковые системные ресурсы?
- Правильно ли установлен переключатель напряжения 110/220 В на блоке питания?
- Правильно ли установлены все платы и диски?
- Подключена ли клавиатура?
- Установлен ли загрузочный жесткий диск?
- Поддерживает ли BIOS установленные устройства?
- Помещена ли в дисковод загрузочная дискета?
- Правильно ли установлены модули памяти SIMM или DIMM?
- Правильно ли установлена операционная система?

Проблемы аппаратного обеспечения после загрузки

Иногда проблемы возникают после загрузки системы, причем без изменения аппаратного и программного обеспечения. Для устранения подобных ошибок выполните ряд действий.

- Переустановите программное обеспечение, которое приводит к ошибкам.
- Переустановите параметры BIOS.
- Проверьте кабели, разъемы и другие элементы, которые случайно могут быть извлечены из разъемов.
- Проверьте с помощью измерительных инструментов питание компьютера. Нестабильное питание может служить причиной неожиданных перезагрузок, мерцания монитора или полного “зависания”.
- Проверьте качество установки модулей памяти.

Проблемы программного обеспечения

Программное обеспечение (особенно самое новое) может служить причиной ошибок. Чаще всего это происходит из-за несовместимости программного и аппаратного обеспечения. В данном случае проверьте следующее.

- Удовлетворяет ли система минимальным требованиям, предъявляемым со стороны программного обеспечения? Ответ на этот вопрос можно найти в прилагаемой к программе документации.
- Проверьте корректность установки программы. Переустановите ее в случае необходимости.
- Проверьте, установлены ли последние версии драйверов устройств.
- Проверьте систему на наличие вирусов, используя самую современную антивирусную программу.

Проблемы с адаптерами

Подобные проблемы чаще всего возникают из-за неправильной установки или выделения ресурсов (прерывания, канала прямого доступа к памяти и адресов ввода-вывода) (см. главу 4). Кроме того, не забудьте установить для этого адаптера самую последнюю версию драйвера, который известен операционной системе.

В ряде случаев проблема связана с разъемом системной платы, к которому подключается адаптер. Несмотря на то что все слоты PCI обладают абсолютно одинаковыми характеристиками, некоторые разъемы имеют нарушенную синхронизацию или передают немного различающиеся сигналы. В результате подключения адаптера к другому разъему иногда полностью реанимируется, казалось бы, неисправная система. Иногда достаточно вынуть адаптер, почистить контакты и снова вставить его в тот же разъем. Если ничто не помогает, попробуйте поменять адаптеры местами. Так как некоторые материнские платы совместно используют одно и то же прерывание для двух разъемов (PCI, PCI и AGP, PCI и PCI Express) или разъема PCI и интегрированного устройства, перестановка адаптера в другой слот часто позволяет устранить проблему.

Внимание

Адаптеры PCI после инсталляции драйвера “привязываются” к определенному разъему, т.е. подключение адаптера к другому разъему представляется менеджеру ресурсов PnP как установка совершенно нового адаптера, для которого снова придется устанавливать драйвер. Не подключайте адаптер к другому слоту без предварительной подготовки нужных драйверов.

Способы решения наиболее распространенных проблем

В этом разделе предлагаются ответы на некоторые наиболее часто задаваемые вопросы, связанные с решением тех или иных проблем.

После включения системы загорается индикатор источника питания, вентиляторы начинают работать, но больше ничего не происходит

Если индикаторы светятся, а вентиляторы вращаются, значит, блок питания частично работает, но это не гарантирует его полную исправность. Причиной неприятностей классической “неживой” системы может стать практически любой дефектный аппаратный компонент. На практике я чаще встречался с неисправностью блоков питания, чем других компонентов, поэтому рекомендую, прежде всего, взять мультиметр и измерить выходные напряжения на разъемах блока питания. Для нормальной работы полученные величины не должны отличаться от номинального напряжения более чем на 5%. Даже если выполненные замеры подтвердят исправность блока питания, можно подключить к системе мощный высококачественный и заведомо исправный блок питания, после чего провести повторное тестирование компьютера. Если проблема останется нерешенной, воспользуйтесь методом начальной загрузки, который описан выше. Для этого частично разберите систему, оставив только корпус с блоком питания, системную плату, процессор (с радиатором или вентилятором охлаждения), один банк оперативной памяти (один модуль памяти DIMM), видеоадаптер и монитор. Если системная плата возобновила работу, начинайте добавлять ранее изъятые компоненты, устанавливая их по одному и проверяя систему после каждого изменения. Если симптомы не изменились, установите плату POST и посмотрите, является ли системная плата частично работоспособной и на каком этапе тестирования POST она прекращает работу. Попробуйте также заменить видеоадаптер, модули памяти, процессор и системную плату, а также проверить правильность установки процессора и особенно радиатора или вентилятора охлаждения.

При включении система подает звуковой сигнал, но на экране нет изображения

Звуковой сигнал указывает на наличие неисправности, обнаруженной подпрограммами теста POST. Найдите код звукового сигнала в таблице, которая соответствует версии ПЗУ системной платы. Эти данные обычно приводятся в руководстве по использованию систем-

ной платы; кроме того, в начале этой главы приведены коды звуковых сигналов наиболее распространенных версий AMI, Award и Phoenix BIOS.

При загрузке Windows NT/2000/XP/Vista на экране появляется сообщение STOP или STOP ERROR

Сообщение об ошибке STOP может появиться по самым разным причинам, к которым относятся поврежденные файлы, вирусы, неправильная настройка устройств и неисправные аппаратные компоненты. Наиболее полезным источником информации, используемым для обработки сообщений об ошибках, которые отображаются операционной системой Windows, является База знаний Microsoft (MSKB) — интерактивный сборник, включающий более 250 тыс. статей, содержание которых охватывает все программные продукты Microsoft. Сайт MSKB, расположенный по адресу support.microsoft.com, снабжен поисковой системой, которая помогает найти информацию, относящуюся к конкретной проблеме. Предположим, что в Windows XP выводится сообщение об ошибке STOP 0x0000007B. В подобной ситуации следует обратиться на сайт MSKB и ввести сообщение об ошибке в окно поиска. В данном случае в поле запроса было введено выражение *stop 7B error Windows XP* и были получены две статьи, одна из которых — статья Microsoft Knowledgebase Article под номером 324103, озаглавленная “HOW TO: Troubleshoot “Stop 0x0000007B” Errors in Windows XP”. По этой ссылке я перешел к статье по адресу:

support.microsoft.com/default.aspx?scid=kb;en-us;324103

где нашел подробное описание данной проблемы и возможные способы ее решения. В статье утверждалось, что ошибка могла быть вызвана следующими причинами:

- загрузочные вирусы (вирусы, поражающие загрузочный сектор жесткого диска);
- проблемы с драйверами устройств;
- аппаратные проблемы;
- другие проблемы.

В статье 324103 подробно описываются каждая проблема и способы ее решения. С учетом всех факторов MSKB является наиболее ценным ресурсом, который предназначен для решения любых проблем, возникающих при работе с различными версиями Windows или другими программами Microsoft.

При работе с Windows 95/98/Me выводится сообщение об ошибке Fatal Exception

Эта ошибка эквивалентна ошибке STOP, возникающей в Windows NT/2000/XP/Vista. Как было сказано в предыдущем разделе, она может быть вызвана как аппаратными, так и программными проблемами. Для поиска оптимального решения следует обратиться на сайт Базы знаний Microsoft по адресу <http://support.microsoft.com>.

Невозможно выключить компьютер в Windows

Можно привести еще один пример использования Базы знаний при проведении “спасательных работ”. Например, введя в окне поиска выражение *shutdown problems Windows XP* (подставьте в эту фразу свою версию Windows), вы быстро найдете несколько статей, которые помогут решить подобную проблему. Она может быть вызвана ошибками ПЗУ системной платы (попробуйте обновить версию ПЗУ), ошибками различных версий Windows (посетите сайт www.windowsupdate.com и установите последние исправления, “программные заплатки” и служебные пакеты программ), а в некоторых случаях — неправильной конфигурацией или неисправностью аппаратных средств. Для получения более подробной информации по проблемам Windows обратитесь к статьям Базы знаний Microsoft.

Компьютер не выключается при нажатии кнопки питания

В настольных компьютерах, выпущенных после 1996 года, главным образом используются формфакторы ATX и ВТХ, которые отличаются особой конструкцией блока питания, в которой сетевой выключатель подключен не к блоку, а непосредственно к системной плате. Это дает возможность управлять энергопитанием компьютера с помощью системной платы и операционной системы, что позволяет предотвратить непредвиденные перепады напряжения, которые могут привести к потере данных или повреждению файловой системы. Тем не менее при возникновении каких-либо проблем, “зависании” или выходе системы из строя системная плата часто не реагирует на нажатие кнопки выключения, т.е. сигнал завершения работы не передается блоку питания. В подобных случаях для выключения системы обычно просто выдергивают штепсельный разъем из розетки, но, к счастью, предусмотрена возможность принудительной остановки работы системы. Для этого достаточно нажать кнопку питания (которая обычно находится на передней панели системного блока) и удерживать ее нажатой в течение как минимум четырех секунд, что должно привести к отключению питания. Единственный недостаток принудительного завершения работы компьютера состоит в том, что могут быть потеряны несохраненные данные и повреждена файловая система. В последнем случае в Windows 95/98/Me/NT/2000 необходимо запустить программу Scandisk, выбрав команду Пуск⇒Программы⇒Стандартные⇒Служебные⇒Проверка диска. (В системах Windows XP и Vista используется аналогичная программа Chkdsk.) Программы Scandisk и Chkdsk позволяют проверить и исправить ошибки файловой системы.

Не работает модем

В первую очередь, проверьте, исправна ли телефонная линия и слышен ли гудок. Затем при необходимости замените телефонный кабель, протянутый от модема до настенной розетки. Если модем интегрирован в системную плату, проверьте параметры BIOS и убедитесь, что модем подключен. Попробуйте также изменить параметры одного из разделов настроек BIOS, который называется Enhanced System Configuration Data. В результате подпрограммы Plug and Play изменяют конфигурацию системы, что может разрешить конфликты ресурсов. При наличии внутреннего модема и свободных последовательных портов COM1/COM2, встроенных в системную плату (которые используются с внешним модемом), попробуйте отключить последовательные порты, чтобы освободить дополнительные системные ресурсы. Также удалите и переустановите драйверы модема, используя наиболее современные версии драйверов, полученные от производителя модема. Если это не помогло, физически отключите и повторно установите модем. Установите внутренний модем в другой разъем. При наличии внешнего модема проверьте, подается ли напряжение и подключен ли должным образом модем к последовательному порту или порту USB. Попробуйте также заменить силовой разъем внешнего модема и последовательный кабель или кабель USB. Если все рекомендации выполнены, но модем все равно не работает, замените модем или даже системную плату.

Следует заметить, что модемы очень восприимчивы к электрическим разрядам, в частности к ударам молний, случившимся поблизости. Позаботьтесь о громоотводах или установите подаватели выбросов напряжения на телефонной линии, подключенной к модему, и не забывайте отключать модем во время грозы. Если модем перестал работать сразу после грозы, можно с уверенностью сказать, что он был поврежден при ударе молнии. Кроме того, сильный электрический разряд мог также привести к повреждению последовательного порта или системной платы. Компоненты, поврежденные при ударе молнии, скорее всего, придется заменить.

Не работает клавиатура

Существует два основных варианта подключения клавиатуры к компьютеру: через стандартный порт клавиатуры (который обычно называется PS/2) и через порт USB. Одна из проблем состоит в том, что более старые системы, имеющие порты USB, не подходят для использования клавиатуры USB, поскольку поддержка USB обеспечивается только операционной системой; например, иногда системная плата содержит порт USB, но BIOS не поддержи-

вает стандарт USB Legacy. Эта технология предназначена специально для клавиатуры USB (и мыши), поэтому получила широкое распространение только с 1998 года. Во многих системах, имевших необходимую поддержку в BIOS, возникали проблемы с аппаратной реализацией USB Legacy; другими словами, имелись ошибки в программном коде, которые препятствовали корректной работе клавиатуры USB. Если возникают проблемы с клавиатурой USB, проверьте, поддерживается ли в BIOS функция USB Legacy. Если наличие поддержки проблемы не решило, попробуйте установить последнюю версию BIOS для системной платы и новейшие пакеты обновлений Windows от Microsoft. Существуют компьютеры более ранних версий, которые не поддерживают порт USB. В этом случае клавиатуру USB придется заменить клавиатурой PS/2. Ряд клавиатур имеют интерфейсы обоих типов (USB и PS/2), что делает возможным их подключение практически к любому компьютеру.

Если проблемы связаны с клавиатурой PS/2, необходимо, в первую очередь, разобраться, что является их причиной — сама клавиатура или системная плата. Для этого попробуйте заменить клавиатуру заведомо исправным “запасным компонентом”. Другими словами, позаимствуйте рабочую клавиатуру от другой системы и подключите ее. Если эта клавиатура тоже не работает, то, вероятнее всего, неисправен контроллер клавиатуры, встроенный в системную плату. Это означает, что системную плату придется заменить. Обратите внимание на клавиатуры компании PC Keyboard Co. (www.pckeyboard.com), которая производит легендарные клавиатуры с механизмом деформированных пружин, когда-то выпускавшиеся компанией IBM. Кроме того, предлагаются клавиатуры со встроенным устройством позиционирования Trackpoint.

Не работают звуковые колонки

Часто это связано с тем, что колонки не подключены к компьютеру или просто выключены, а потому обязательно обращайтесь на это внимание. Кроме того, проверяйте регулятор уровня громкости в Windows или используемом приложении; с помощью регулятора можно повысить громкость звука или выключить его совсем. Если колонки подключены и уровень громкости достаточно высок, проверьте, не связано ли отсутствие звука с неисправностью колонок или звуковой платы. Чтобы выяснить это, достаточно подключить заведомо исправные колонки и посмотреть (вернее, послушать), работают ли они. Если колонки не работают, можно с уверенностью говорить о проблемах со звуковой платой: вероятно, неправильно определены параметры конфигурации или неисправна сама звуковая плата. Попробуйте также изменить параметры одного из разделов настроек BIOS, который называется **Enhanced System Configuration Data**. В результате подпрограммы Plug and Play изменят конфигурацию системы, что может разрешить конфликты ресурсов. Если это не поможет, физически отключите, а затем снова установите звуковую плату. Сначала установите ее в тот же разъем, а затем в какой-нибудь другой, так как проблемы синхронизации могут иногда появляться при использовании неисправных разъемов. Если это не помогло, замените плату. Если аудиосистема в действительности является микросхемой, встроенной в системную плату, попробуйте “обнулить” параметры ESCD, а затем переустановите драйвер. Если это не работает, придется интегрированную аудиосистему отключить, после чего установить “запасную” аудио- или системную плату.

Если проблема возникает только при воспроизведении музыкальных компакт-дисков, проверьте кабель, соединяющий звуковую плату с накопителем CD-ROM. При отсутствии кабеля откройте из панели управления Windows диалоговое окно **Свойства: Система**, перейдите во вкладку **Устройства** и посмотрите, установлен ли флажок **Цифровое аудио**. Если нет, то установите его. В том случае, если система не поддерживает упомянутый параметр, приобретите аналоговый кабель для соединения звуковой платы и накопителя.

Искаженное изображение на экране монитора

Искажение представленного на экране изображения чаще всего является результатом некорректных или неподдерживаемых настроек частоты обновления, разрешения или насы-

щенности цвета. К искажению также может привести использование неверных драйверов. Для того чтобы проверить конфигурацию видеоадаптера, включите систему и посмотрите, выполняется ли самотестирование при включении питания (POST) или же сразу запускается программа настроек BIOS. Если во время процедуры POST экран выглядит нормально, но при загрузке Windows изображение начинает искажаться, то проблема связана, скорее всего, с неправильной установкой или конфигурацией системной платы. Чтобы выйти из этого положения, запустите систему в режиме защиты от сбоев (Safe Mode), нажав при загрузке Windows клавишу <F8>.

При этом происходит блокировка текущих драйверов и настроек видеосистемы, а также переход системы в заданный по умолчанию режим VGA, который поддерживается базовой системой ввода-вывода, встроенной в видеоадаптер. Когда на экране появится рабочий стол Windows, щелкните на нем правой кнопкой мыши, выберите в контекстном меню параметр **Свойства**, после чего установите необходимые настройки или смените драйвер видеоадаптера.

Примечание

Некоторые материнские платы, в частности модели ASUS, с помощью клавиши <F8> позволяют отобразить собственное меню загрузки. В этом случае дождитесь, пока уведомление о такой возможности исчезнет с экрана, и только затем нажимайте <F8> для вызова меню вариантов загрузки Windows.

Если экранное изображение искажается сразу после включения системы (даже в том случае, когда, например, Windows 98 загружается с диска DOS), это говорит о неисправности видеоадаптера, интерфейсного кабеля или монитора. В первую очередь, замените монитор и кабель (если он съемный). Если замена монитора и кабеля не решила проблему, вероятнее всего, неисправна графическая плата. Замените плату или, если плата оснащена разъемом PCI, установите ее в другой разъем. Если видеоадаптер встроен в системную плату, придется установить внешний графический адаптер или заменить системную плату.

Изображение на мониторе перекошено или дрожит

Проблемы с изображением могут быть вызваны помехами на линии электропередачи, которые возникают при включении электродвигателей, кондиционеров, холодильников и другой бытовой техники. Замените шнур питания, используемый для подключения монитора и/или системы к сети, а также включите систему (или монитор) в другую розетку. Также бывали ситуации, когда подобные проблемы возникали во время работы расположенных поблизости локальных радиопередатчиков и телевизионных станций или же приемопередающих радиостановок. Намагниченность теневой маски может привести к искажению и изменению цвета изображения, воспроизводимого на экране. В этом случае необходимо несколько раз включить и выключить монитор. В результате будет активизирована встроенная размагничивающая катушка, расположенная по периметру электронно-лучевой трубки, что приведет к размагничиванию теневой маски. Если встроенная катушка не справляется с этой задачей, воспользуйтесь профессиональной обмоткой размагничивания, которую можно приобрести в мастерской по ремонту и обслуживанию телевизионной и электронной техники. Затем замените кабель монитора, подключите другой (заведомо исправный) монитор или замените видеоадаптер.

Новый видеоадаптер AGP не подходит ни к одному разъему

Большинство современных видеоадаптеров имеет интерфейс AGP 4x, AGP 8x или PCI Express x16. Карту PCI Express x16 невозможно вставить ни в один другой разъем, однако проблемы могут возникнуть при использовании карт AGP в старых системах.

На новейшие видеоадаптеры AGP, которые чаще всего создаются на основе интерфейсов AGP 4X или AGP 8X, подается только напряжение 1,5 В. Системные платы более ранних версий с разъемами AGP 2X предназначены для работы *только* с 3,3-вольтными платами. Установка 1,5-вольтной платы в разъем, на который подается напряжение 3,3 В, может привести к повреждению как видеоадаптера, так и системной платы. Для предотвращения подобных бедствий в спецификации AGP определены специальные ключи. Как правило, разъемы и платы

имеют соответствующие ключи, благодаря чему 1,5-вольтовые платы могут быть установлены только в разъемы, на которые подается напряжение 1,5 В, а платы, потребляющие 3,3 В, — только в 3,3-вольтовые разъемы. Существуют также универсальные разъемы, в которые могут быть установлены как 1,5-, так и 3,3-вольтовые платы. Расположение ключей на платах AGP и разъемах определяется стандартом AGP (рис. 22.12).

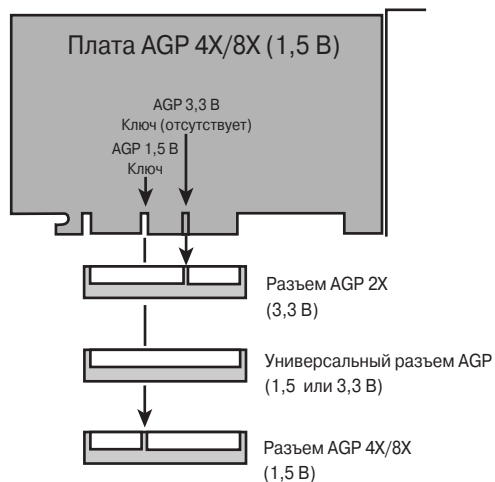


Рис. 22.12. Плата AGP 4X/8X (1,5 В) и ее сравнение с универсальным разъемом AGP или разъемами AGP, на которые подаются напряжения 3,3 и 1,5 В

Как видите, платы AGP 4X или 8X (1,5 В) подходят только для 1,5-вольтового и универсального (3,3 или 1,5 В) разъемов (см. рис. 22.12). Конструктивные особенности плат и разъемов не позволяют устанавливать 1,5-вольтовую плату в разъем, на который подается напряжение 3,3 В. Поэтому нет ничего плохого в том, что вам не удастся вставить новый видеоадаптер AGP в AGP-разъем, имеющийся на системной плате, так как в противном случае может прийти в негодность не только видеоадаптер, но и системная плата. В подобной ситуации придется вернуть видеоадаптер 4X/8X или приобрести новую системную плату, поддерживающую платы 4X/8X (1,5 В).

Не работает установленный процессор новой версии

В первую очередь, проверьте, поддерживает ли системная плата установленный процессор. Также убедитесь, что в системе используется последняя версия BIOS; посетите сайт производителя системной платы и посмотрите, можно ли загрузить какие-нибудь обновления. Если таковые имеются, установите их. Обратите внимание на положение переключек (на платах ранних версий) или на настройки BIOS и проверьте, правильно ли идентифицирован процессор и соответствуют ли его настройки частоты шины FSB (шины процессора) параметрам множителя синхронизации и величине подаваемого напряжения. В некоторых системах в программе настройки BIOS для перехода к параметрам процессора необходимо нажать комбинацию клавиш <Ctrl+F1>.

Убедитесь, что процессор не “разогнан” и настроен на номинальную рабочую частоту. Если для каких-либо параметров процессора, задаваемых в настройках BIOS, установлен ручной режим, замените его режимом автоматической настройки. После этого извлеките процессор из гнезда, а затем снова установите его на место. Проверьте правильность установки радиатора (или вентилятора охлаждения) и наличие термической прокладки (в этом качестве обычно используется теплопроводящая смазка), которая должна заполнять промежуток между процессором и теплоотводом.

То, что процессор подходит для гнезда (или разъема) на системной плате, вовсе не означает, что он будет работать. Для обеспечения работоспособности процессора должны выполняться определенные условия.

- **Процессор должен соответствовать разъему на системной плате.** Полный обзор существующих разъемов процессоров и вопросы совместимости с ними процессоров приведены в главе 3.
- **Системная плата должна поддерживать напряжение, необходимое для процессора.** В современных процессорах используются выводы идентификатора напряжения (VID), которые позволяют с помощью модуля стабилизатора (VRM), встроенного в системную плату, задать точное значение соответствующего напряжения. Следует заметить, что системные платы ранних версий далеко не всегда поддерживают низкое напряжение, которое требуется новейшим процессорам.
- **Поддержка процессора в ROM BIOS системной платы.** Современные платы считывают параметры процессора для определения рабочей частоты шины FSB (шины процессора), а также для настройки множителя тактовой частоты. Многие процессоры имеют различные требования относительно инициализации и настроек кэша, а также исправления ошибок.
- **Поддержка процессора набором микросхем системной логики.** В некоторых случаях для поддержки процессора может потребоваться набор микросхем определенной версии или модели.

Перед приобретением нового процессора необходимо, прежде всего, обратиться к изготовителю системной платы и узнать, поддерживается ли искомый процессор платой. Если поддерживается, то он отвечает всем перечисленным выше требованиям. Существуют обновления BIOS, которые позволяют реализовать поддержку более современных процессоров в некоторых системных платах ранних версий, причем независимо от того, указывались ли процессоры в документации к плате. Узнать это наверняка можно только одним способом — обратиться к производителю системной платы и получить всю необходимую информацию.

В частности, одни версии одноядерного процессора Pentium 4 поддерживают технологию многотоковости (HT), эмулирующую два ядра; другие его версии действительно имеют два физических ядра, и все они вставляются в один и тот же разъем. Если набор микросхем системной логики материнской платы поддерживает двухъядерность или многотоковость, с целью повышения производительности системы можно заменить обычный процессор Pentium 4 одной из версий, изготовленных по этим технологиям. К сожалению, многие системные платы не поддерживают эти версии процессоров, хотя и имеют совместимое с ними гнездо.

В другом случае материнская плата может содержать устаревшую систему BIOS, которая не поддерживает потенциально совместимый процессор. В такой ситуации после установки процессора в материнскую плату система вообще не запускается; для этого требуется обновить BIOS. Однако как заменить BIOS в системе, которая вообще не работает? Это пример классической дилеммы “Что раньше появилось: курица или яйцо?” В данном случае единственный вариант — найти старый процессор, поддерживаемый существующей системой BIOS, временно установить его, выполнить обновление BIOS, после чего заменить его купленным процессором.

Так что перед приобретением нового процессора следует убедиться в его совместимости как с набором микросхем системной логики, так и с системной BIOS. Если такой поддержки нет даже в случае обновления BIOS, придется наряду с процессором покупать и новую материнскую плату. В этом случае имеет смысл сравнить суммарную стоимость компонентов, подлежащих замене в случае модернизации системы, со стоимостью новой готовой системы аналогичного класса.

Система нормально работает в течение нескольких минут, затем “зависает” или начинает сбойть

Это классические признаки перегрева системы. Чаще всего перегревается центральный процессор, но это могут быть и другие системные компоненты, например видеоадаптер или набор микросхем системной платы. Если система новая или собрана по заказу, то перегрев компонентов связан, скорее всего, с непродуманной компоновкой, которая не обеспечивает соответствующее охлаждение. Для решения этой проблемы потребуются радиатор большего размера, более мощный вентилятор или рациональная компоновка элементов. Если система работала нормально, но с некоторых пор начала перегреваться, попробуйте выяснить, с чем это связано. Возможно, причина кроется в каких-либо изменениях, внесенных в данную систему. Если ничего не менялось, то проблема, скорее всего, в неисправности вентилятора охлаждения.

В современных системах должно быть несколько вентиляторов охлаждения, один из которых обычно находится в блоке питания, а второй — на процессоре (или устанавливается так, чтобы струя воздуха была направлена прямо на процессор). Могут использоваться также дополнительные вентиляторы, которые монтируются во внутренней части корпуса. Проверьте, правильно ли установлены вентиляторы и все ли они работают. Работающие вентиляторы не должны издавать скрежещущие или резкие звуки, которые указывают на поломку подшипников. Во многих современных системах используются вентиляторы охлаждения с термостатическим регулятором, т.е. скорость вращения вентилятора изменяется в зависимости от температуры. Убедитесь в том, что системный блок находится на достаточном расстоянии от стены, а порты вентилятора ничем не закрыты. Попробуйте снять процессор, а затем поставить его обратно; затем переустановите теплоотвод, нанеся на процессор новый слой теплопроводной смазки. Проверьте блок питания и убедитесь, что подаваемого напряжения достаточно для питания всей системы (мощность блока питания обычно равна 300 Вт или более). Для измерения напряжения, подаваемого на выходы блока питания, воспользуйтесь цифровым мультиметром. Разница полученных величин и номинального напряжения не должна превышать $\pm 5\%$. Попробуйте заменить блок питания заведомо исправным высококачественным запасным блоком.

Периодически возникают проблемы с накопителями на жестких дисках

В большинстве систем используются накопители с интерфейсом ATA (он же IDE), которые включают в себя дисковод со встроенным контроллером, плоский кабель и схему хост-адаптера на системной плате. Как правило, причиной периодически возникающих проблем является повреждение кабеля или неисправность накопителя, что бывает гораздо чаще, чем неисправность или выход из строя хост-адаптера. Большинство проблем связано с интерфейсным кабелем. Накопители ATA используют 40- или 80-жильный кабель, имеющий обычно два или три 40-контактных разъема (по одному разъему на каждом конце и один дополнительный 40-контактный разъем посередине). Накопители, которые поддерживают скорость передачи данных ATA-33 и выше (33 Мбайт/с, режим Ultra DMA Mode 2), должны использовать 80-жильные кабели. Проверьте исправность кабеля, после чего выньте разъемы кабеля из соответствующих гнезд на накопителе и системной плате, а затем вставьте их обратно. Не забывайте также о том, что в соответствии со спецификацией ATA максимальная длина кабеля не должна превышать 18 дюймов (46 см). Это особенно важно при использовании более высокоскоростных интерфейсов, таких как ATA-100 или ATA-133. Попробуйте заменить кабель интерфейса новой 80-жильной 18-дюймовой версией.

Если замена кабеля ничего не дала, замените накопитель другим заведомо исправным устройством, установите операционную систему и посмотрите, как будет работать накопитель. Если проблема осталась, значит, она связана с системной платой, которую, скорее всего, придется заменить. В качестве альтернативы можно установить плату расширения с контроллером ATA-133 и подсоединить жесткий диск к ней, однако в большинстве случаев замена старой материнской платы новой является более эффективным решением.

Если проблему удалось устранить, то, вероятнее всего, ее причиной была неисправность исходного накопителя. В этом случае следует заменить, протестировать или отформатировать накопитель, а также переустановить операционную систему. Необходимо выполнить форматирование низкого уровня жесткого диска, а затем проверить накопитель с помощью тестовых программ, предоставленных изготовителем. Более подробная информация представлена в главе 12.

В случае использования жестких дисков с интерфейсом SATA имейте в виду, что разъемы SATA некоторых материнских плат не имеют механизма фиксации. Кабель мог просто отсоединиться от жесткого диска или системной платы. Кабели SATA также часто выходят из строя при их скручивании. Замените поврежденный кабель новым, при этом плотно вставьте его в разъемы материнской платы и жесткого диска.

Во время загрузки операционной системы появляется сообщение *Missing operating system*

Во время загрузки система считывает данные первого сектора жесткого диска, т.е. главную загрузочную запись (MBR), и выполняет код, содержащийся в этом секторе. Код MBR, в свою очередь, считывает таблицу разделов, которая также находится в главной загрузочной записи, и определяет местонахождение системного раздела. После этого MBR загружает первый сектор загрузочного раздела, он же загрузочная запись раздела (VBR), который содержит код начальной загрузки определенной операционной системы. Но перед тем как выполнить код VBR, MBR проверяет, заканчивается ли загрузочная запись раздела байтами сигнатуры 55AAh. Если оказывается, что первый сектор загрузочного раздела (VBR) не заканчивается байтами 55AAh, MBR выводит сообщение *Missing operating system*.

Существует несколько причин возникновения подобной проблемы.

- **Неправильно заданы или испорчены параметры накопителя в настройках BIOS.** Параметры накопителя, введенные в BIOS Setup, хранятся в микросхеме CMOS RAM, электроэнергия к которой подается от батареи, находящейся на системной плате. Если параметры заданы неправильно, программа MBR по-разному выполняет трансляцию данных и считывает совершенно другой сектор VBR, после чего выводит на экран сообщение *Missing operating system*. Причиной может быть также полностью разряженная батарея CMOS, так как падение напряжения приводит к потере или повреждению параметров накопителя, которые хранятся в микросхеме. Исходя из своего опыта могу сказать, что разряженная батарея является одной из наиболее вероятных причин. Ремонтируя систему, проверьте и замените батарею CMOS, запустите программу настройки BIOS, перейдите к меню параметров жесткого диска и введите правильные параметры. Обратите внимание, что для большинства параметров накопителя лучше использовать вариант автоматического определения.
- **Используемый накопитель еще не отформатирован и не разбит на разделы.** Соответствующее сообщение может появиться на экране в том случае, когда загрузка операционной системы с жесткого диска проводится до ее окончательной установки. Загрузите компьютер с помощью загрузочного диска (дискеты или компакт-диска) и запустите программу SETUP, которая создаст разделы на жестком диске и отформатирует его во время инсталляции операционной системы.
- **Главная загрузочная запись (MBR) и/или таблицы разделов повреждены.** Одной из многих причин является вирусное заражение загрузочного сектора диска. Чтобы решить эту проблему, перезагрузите компьютер и начните загрузку с помощью неинфицированной и защищенной от записи дискеты или загрузочного компакт-диска, содержащего программу FDISK. Введите в командной строке **FDISK /MBR**, что приведет к повторной записи кода MBR без изменения таблицы разделов. Затем перезагрузите систему. Если на экране снова появляется сообщение об ошибке, а вам требуется восстановить данные, хранящиеся на жестком диске, необходимо полностью восстановить таблицы разделов, используя утилиту сторонних разработчиков (например, програм-

му DISKEDIT, включенную в пакет Norton Utilities от компании Symantec), либо пригласить специалиста по восстановлению данных. Если восстанавливать данные не нужно, попробуйте переустановить операционную систему, заново создав разделы и отформатировав жесткий диск.

- **Повреждена загрузочная запись раздела (VBR).** При работе с Windows 95/98/Me следует воспользоваться загрузочной дискетой, созданной в той же версии операционной системы, которая установлена на жестком диске. На этой дискете должна быть программа SYS, записанная с этой же операционной системы. Запустите команду SYS C:, при выполнении которой произойдет перезапись VBR и системных файлов в том же разделе. При работе с Windows NT/2000/XP можно воспользоваться консолью восстановления (Recovery Console) или программой DiskProbe; они находятся на загрузочном компакт-диске операционной системы. В системе Windows Vista можно использовать среду восстановления, являющуюся функциональным эквивалентом консоли восстановления в версии XP и более ранних.

В системе возникают периодические ошибки оперативной памяти

Если в системе недавно были установлены дополнительные модули памяти или внесены какие-нибудь изменения, верните предыдущие параметры системы и посмотрите на ее работу. Если не помогло, переустановите все модули памяти. Почистите окисленные контакты модулей памяти с помощью специального чистящего средства, а затем нанесите на контакты защитную токопроводящую смазку. Проверьте параметры памяти, заданные в BIOS Setup; как правило, все параметры должны устанавливаться автоматически. Затем установите последнюю версию BIOS для системной платы и изымите все модули памяти за исключением одного банка памяти. Загрузите систему, имеющую только один банк памяти, установленный в разъем, в котором находились модули второго или третьего банка памяти. Возникшие проблемы могут быть связаны с неисправностью разъема, поэтому большинство системных плат не требуют заполнения разъемов в порядке возрастания их порядковых номеров. Кроме того, замените оставшийся модуль одним из ранее изъятых, новым или заведомо исправным запасным модулем.

Если ничего не изменилось, значит, возникшая проблема связана, скорее всего, с системной платой, блоком питания или другим компонентом компьютера. Изымите из системы все остальные компоненты и посмотрите, не возникают ли ошибки памяти. Переустановите процессор, замените блок питания, используя для этого новый высококачественный модуль или заведомо исправный запасной блок питания. В крайнем случае замените системную плату.

Наблюдаются частые “зависания” и спонтанные перезагрузки компьютера

Это классические признаки проблемы, связанной с блоком питания. После того как блок питания пройдет все внутренние тесты и подтвердит стабильность выходных сигналов, системной плате передается специальный сигнал Power_Good. Когда сигнал пропадает, пусть даже на мгновение, система перезагружается. Проблемы, возникающие в схеме сигнала Power_Good, приводят к “зависанию” системы и самопроизвольной перезагрузке. Это может быть вызвано также перепадами напряжения в электрической сети, к которой подключен компьютер. С помощью цифрового мультиметра проверьте напряжение, подаваемое на выводы блока питания. Полученная величина не должна превышать номинальное напряжение более чем на $\pm 5\%$. С помощью тестера проверьте разводку сетевой розетки и убедитесь, что напряжение питания составляет примерно 220 В. Замените шнур питания или силовую шину, используемую для подключения блока питания к электрической сети.

К сожалению, спонтанный характер сбоев системы делает описанную проблему трудно-разрешимой. Если проблема не связана с неправильной разводкой или неисправностью сетевой розетки, лучше заменить блок питания, используя для этого совершенно новый или заведомо исправный резервный блок, имеющий достаточную мощность (рекомендуется 300 Вт и выше). Если не помогает, переустановите процессор и теплоотвод, нанеся свежий слой теп-

лопроводящей смазки. Затем переустановите модули памяти, попробуйте поработать только с одним банком памяти и, наконец, замените системную плату.

В накопителе емкостью 60 Гбайт система распознает только 8,4 Гбайт

ROM BIOS системной платы постоянно модифицировались, обеспечивая поддержку жестких дисков все большей и большей емкости. Базовые системы ввода-вывода, созданные до августа 1994 года, как правило, поддерживают накопители емкостью до 528 Мбайт, тогда как BIOS, выпущенные до января 1998 года, обеспечивают поддержку жестких дисков емкостью не более 8,4 Гбайт. Большинство BIOS, датированных 1998 годом и далее, поддерживают накопители емкостью до 137 Гбайт, а BIOS, выпущенные после сентября 2002 года, обеспечивают поддержку жестких дисков емкостью более 137 Гбайт. Это лишь общие правила; для более точного определения возможностей той или иной системы следует обратиться к компании, изготовившей системную плату. Можно также воспользоваться утилитой BIOS Wizard, доступной для загрузки по адресу:

www.unicore.com/bioswiz/index2.html

С ее помощью можно узнать дату выпуска используемой BIOS, а также определить, поддерживает ли система спецификацию Enhanced Hard Disk Drive (EDD), т.е. накопители емкостью более 8,4 Гбайт.

Если BIOS не поддерживает спецификацию EDD, воспользуйтесь одним из приведенных советов:

- замените BIOS системной платы более новой версией, выпущенной после 1998 года, которая поддерживает накопители емкостью более 8,4 Гбайт;
- установите плату расширения BIOS, Ultra ATA (www.siiig.com);
- установите программную «заплату», которая обеспечивает поддержку накопителей емкостью более 8,4 Гбайт.

Первое решение предпочтительнее, так как его реализация не требует дополнительных материальных затрат. Чтобы узнать, существуют ли новые версии BIOS, обеспечивающие поддержку накопителей большой емкости, посетите сайт изготовителя системной платы. Если новых версий не существует, воспользуйтесь платой расширения Ultra ATA от компании SIIG. Как правило, не рекомендуется использовать программные заплатки, что сводится к установке специального драйвера в области загрузочного сектора жесткого диска, так как это приводит к многочисленным проблемам при загрузке с разных накопителей, установке новых дисководов или восстановлении данных.

Преодолеть барьер в 137 Гбайт значительно сложнее, так как к проблемам BIOS добавляются особенности операционной системы и драйвера контроллера ATA. При обращении к накопителям емкостью более 137 Гбайт используются 48-разрядные числа адреса логического блока (LBA), для которых требуется поддержка BIOS, драйвера набора микросхем и операционной системы. Как правило, необходимы BIOS с поддержкой 48-разрядной адресации LBA (датируемая обычно сентябрем 2002 года или позже), новейший драйвер набора микросхем, например Intel Application Accelerator (для системных плат, использующих наборы микросхем системной логики Intel, посетите сайт www.intel.com/support/chipsets/iaa), и Windows XP с установленным пакетом обновлений Service Pack 1 (или более поздняя версия системы). Если BIOS системной платы не обеспечивает необходимую поддержку, установите плату Ultra ATA, которая позволяет реализовать поддержку накопителей большой емкости. Оригинальная версия Windows XP, а также системы Windows 2000/NT и Windows 95/98/Me не обеспечивают собственную поддержку жестких дисков емкостью более 137 Гбайт.

Если система не имеет соответствующей поддержки BIOS, обратитесь к изготовителю системной платы за новой версией (или используйте отдельную плату со встроенной микросхемой BIOS). Если в системной плате используется набор микросхем не от компании Intel,

обратитесь к изготовителю системной платы или набора микросхем для получения новой версии драйвера, обеспечивающего поддержку 48-разрядной адресации LBA.

Не функционирует накопитель CD-ROM/DVD

Накопители на оптических дисках относятся к числу потенциально ненадежных компонентов компьютера. Поэтому нет ничего удивительного в том, что накопитель совершенно неожиданно выходит из строя после года нормальной работы.

Если возникли проблемы с недавно установленным накопителем, проверьте его конфигурацию и настройки, а также обратите внимание на положение перемычек. При использовании 80-жильного интерфейсного кабеля необходимо установить перемычки в положение Cable Select; для 40-жильного кабеля перемычки накопителя следует устанавливать в положение Master или Slave, в зависимости от того, подключен ли к кабелю только один накопитель. Проверьте исправность кабеля и обратите внимание на его длину (в соответствии со спецификацией ATA максимальная длина кабеля не должна превышать 18 дюймов). Замените его новым или заведомо исправным запасным кабелем (для этого желательно использовать 80-жильный кабель). Проверьте, подсоединен ли силовой кабель к накопителю, а также измерьте подводимое напряжение, используя для этого цифровой мультиметр. Проверьте, правильно ли заданы параметры накопителя в настройках BIOS, и посмотрите, обнаруживается ли дисковод в процессе загрузки. Наконец, замените накопители и при необходимости системную плату.

Если накопитель уже устанавливался и нормально работал, вначале прочитайте обычные штампованные диски, а затем — записываемые и перезаписываемые (CD-R/RW или DVD-R/RW, DVD+R/RW), после чего выполните все перечисленные выше действия.

При использовании привода SATA DVD в системе Windows Vista нужно сконфигурировать хост-адаптер SATA, используемый устройством для эмуляции им режима PATA, а не установленного по умолчанию AHCI. Также можно установить заплатку (см. статью 928253 в Базе знаний Microsoft).

Не работает порт USB или подключенное к нему устройство

Проверьте, активизированы ли порты USB в настройках BIOS. Убедитесь в том, что операционная система поддерживает USB — такая поддержка есть только в Windows 98, но не в Windows 95 и Windows NT. Затем уберите все USB-концентраторы и подключите устройство напрямую к разъему корневого концентратора системы. Замените кабель. Многим устройствам USB требуется дополнительная мощность, поэтому приобретите внешний блок питания, к которому можно подключить устройство USB (если это необходимо). Замените блок питания.

Если устройству нужна поддержка USB 2.0, сконфигурируйте порты для работы в этом режиме (поскольку многие системы также поддерживают режим USB 1.1). Если устройство питается от шины USB, замените блок питания более мощным; перегрузка блока питания приводит к подаче недостаточного питания на порты USB.

Система не распознает дополнительный модуль памяти

Проверьте, совместим ли данный модуль памяти с используемой системной платой. Существует множество типов памяти, которые внешне выглядят практически одинаково. То, что модуль памяти можно вставить в разъем на системной плате, вовсе не гарантирует его работу. Чтобы определить необходимые типы памяти, а также получить перечень поддерживаемых модулей, обратитесь к документации по использованию системной платы. Кроме того, можно посетить сайт www.crucial.com, что поможет точно определить тип памяти, необходимый для того или иного компьютера либо системной платы. Также обратите внимание, что все системные платы имеют определенные ограничения по объему поддерживаемой памяти, причем многие современные платы поддерживают не более 512 Мбайт или 1 Гбайт ОЗУ. И снова по вопросу существующих ограничений следует обратиться либо к руководству по использованию системной платы, либо к специалистам компании-изготовителя.

Если вы уверены, что установили модуль памяти соответствующего типа, выполните действия, описанные в разделе, посвященном решению периодически возникающих проблем с памятью.

Хотя установленный накопитель не работает, индикатор на передней панели светится

Это основной признак неправильно подключенного интерфейсного кабеля. Дискководы АТА и накопители для гибких дисков имеют разъемы, оснащенные специальными ключами, которые обеспечивают правильное подключение кабеля. Однако существуют кабели, разъемы которых не имеют соответствующих ключей, что позволяет устанавливать их “задом наперед”. Если неправильно подсоединить кабель к системной плате или накопителю, индикатор на панели будет светиться, но сам накопитель останется неработоспособным. В некоторых случаях это может привести даже к “зависанию” системы. Проверьте правильность подключения обоих концов кабеля; красная полоса на кабеле указывает расположение вывода 1. На накопителе, в свою очередь, вывод 1 обычно располагается рядом с разъемом питания. Подключая кабель к системной плате, найдите на ней специальные метки, нанесенные методом трафаретной печати, или посмотрите, как ориентированы другие кабели, подключенные к этой плате (все кабели имеют общую схему подключения).

После установки новой версии BIOS компьютер “завис” и не подает никаких признаков жизни

Это может произойти при неудачном обновлении содержимого памяти ROM. К счастью, многие системные платы имеют подпрограмму восстановления, которую можно запустить, установив переключатель на плате в определенное положение. При запуске подпрограммы система обращается к дискете, на которой записана программа обновления BIOS. Если вы этого еще не сделали, загрузите новую версию BIOS, посетив сайт изготовителя системной платы, а затем перепишите программу обновления BIOS на загрузочную дискету. После этого активируйте режим восстановления BIOS, установив переключатель на системной плате в соответствующее положение, включите систему и подождите, пока процедура восстановления не будет закончена. Обычно для этого требуется около 5 минут. В начале и в конце процедуры подается звуковой сигнал. После того как восстановление BIOS будет завершено, выключите систему и установите переключатель в исходное положение.

Если системная плата не поддерживает функцию восстановления BIOS, плату придется отправить для ремонта компании-изготовителю.

Не запускается старый компьютер Dell после установки новой системной платы

Многие системы модельной серии Dell Dimension ранних версий (Dimension 4100, 8100 и более старые) далеко не всегда соответствуют требованиям спецификации ATX; в частности, это относится к разводке кабелей блоков питания и силовым разъемам на системных платах. При замене одного из нестандартных блоков питания Dell стандартным блоком ATX или замене нестандартной системной платы Dell стандартной платой ATX вы рискуете остаться как без блока питания, так и без системной платы. Чтобы модернизировать старую систему Dell, придется одновременно заменить блок питания и системную плату.

Начиная с 2001 года компания Dell перешла на использование блоков питания и силовых разъемов системных плат промышленного стандарта ATX, однако существуют и современные модели (например, XPS Gen 2), которые оснащены нестандартными блоками питания.

Не работает видеоадаптер PCI, установленный в старом компьютере с разъемами PCI

Существует несколько версий шины PCI; в системах более ранних версий обычно используются разъемы PCI 2.0, а в большинстве современных плат — разъемы PCI версий 2.1 и более новые. Использование в той или иной системе определенной версии PCI обусловлено возможностями набора микросхем, встроенного в системную плату. Установка нового видео-

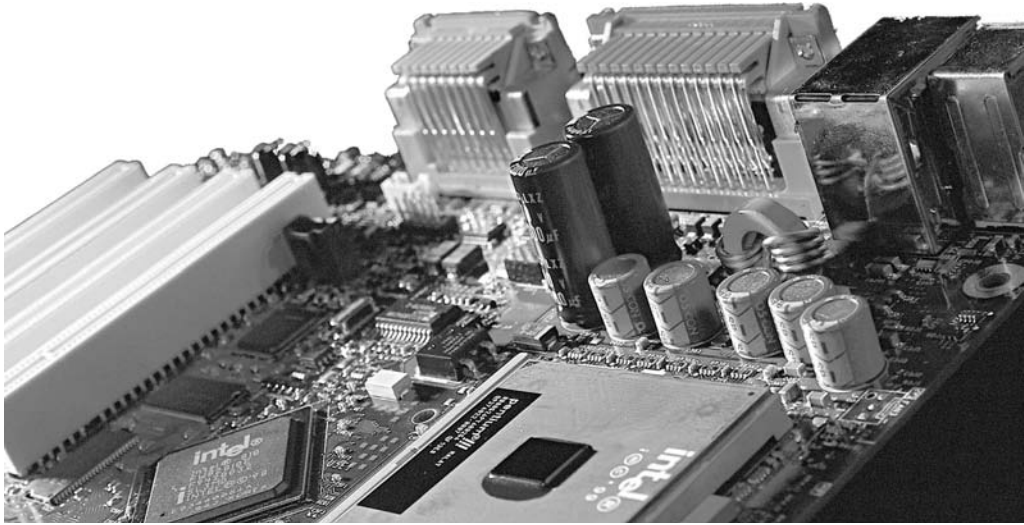
адаптера или какой-нибудь другой платы PCI версии 2.1 в системе с разъемами PCI 2.0 часто приводит к тому, что система не загружается и перестает работать.

Технические характеристики наборов микросхем, приведенные в главе 4, позволяют определить версию разъемов PCI, имеющихся на системной плате. Единственный способ решения проблемы несовместимости — замена платы PCI или системной платы.

Приложение А

Словарь терминов

(на компакт-диске)

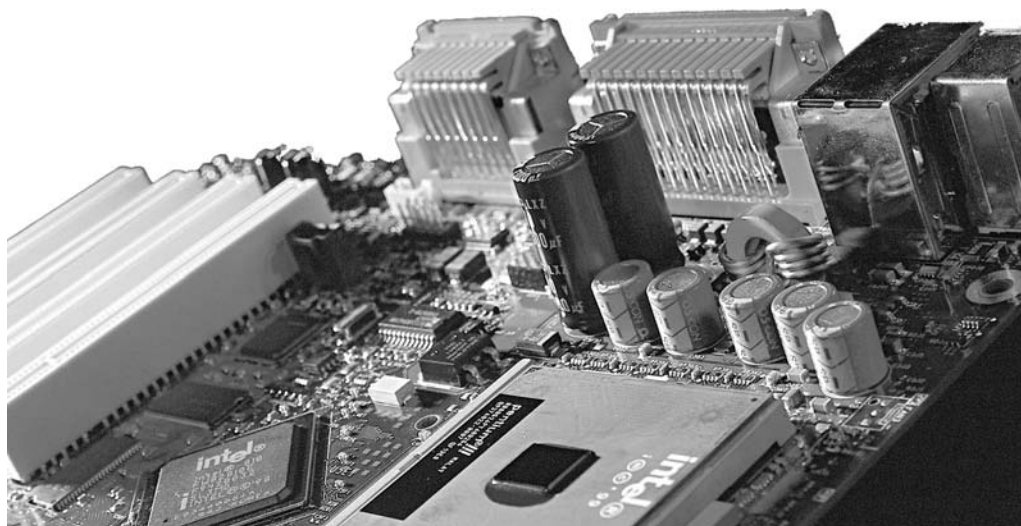


Страницы с 1393–1476 находятся на прилагаемом компакт-диске.

Приложение Б

Аббревиатуры

(на компакт-диске)



Страницы с 1477–1496 находятся на прилагаемом компакт-диске.

Предметный указатель

- A**
- ACPI, 479
 - APM, 478
 - ATSC, 948
- B**
- BBS, 1068
 - BIOS, 432
 - AMI, 445
 - Award, 447
 - Phoenix, 447
 - Plug and Play, 482
 - видеоадаптера, 909
 - настройка, 465
 - Advanced, 468
 - Boot, 480
 - Chipset Configuration, 470
 - Event Logging, 475
 - Exit, 481
 - Fan Control Configuration, 477
 - Floppy Configuration, 474
 - Main, 466
 - Maintenance, 465
 - Peripheral Configuration, 471
 - Power, 478
 - Security, 478
 - USB Configuration, 476
 - Video Configuration, 475
 - обновление, 448
 - BLER, 739
 - BTB, 153
- C**
- CMOS, 460
- D**
- DRAM, 494
 - DSL, 1075
 - G.Lite, 1078
 - асимметричная (ADSL), 1078
 - потребительская (CDSL), 1078
 - симметричная, 1078
 - универсальная, 1078
- E**
- ECC, 154; 542
- F**
- FastPOST, 449
 - FDISK, 845
 - FPU, 147
- H**
- HDA, 657
 - HughesNet, 1083
- I**
- iCOMP 3.0, 76; 77
 - IRQ, 401
- M**
- MAC-адрес, 1107; 1129
 - MBR, 437; 487; 841
 - MCP, 147
- P**
- POST, 437; 1321
- R**
- RAID-массив, 611
 - ROM BIOS, 1321
- S**
- Slot 1, 112; 128
 - SRAM, 494
 - StarBand, 1084
 - Super I/O, 279
- T**
- TLB, 94
 - TV-тюнер, 943
 - T-буфер, 929
- V**
- VBR, 437; 488
 - VESA, 391
- W**
- Wi-Fi, 1121

Z

Z-буферизация, 928

A

Автоматическая очистка линз, 792
Автоматическая регулировка усиления, 779; 801
Автоматическое повторение, 1036
Автоматическое распознавание, 959
Автотрансформатор, 1236
Адаптер
 SCSI, 422
 Slot-ket, 122
 SVGA, 904
 USB, 1008
 VGA, 902
 звуковой, 420
 устранение неисправностей, 983
интерфейса, 561
комбинированный, 1131
мультипортовый, 423
сетевой, 423; 1129; 1158
терминальный, 1087
Акклиматизация, 671
Активная область экрана, 881
Акустическая система, 988
Амплитуда, 968
Анализ
 потока данных, 164
 потока команд, 100
Анизотропная фильтрация, 929
Анимация, 928
Антибликовый экран, 890
Аппаратный конфликт, 983
Арбитр шины, 407
Архитектура
 3GIO, 395
 AMD64, 61
 AT, 53
 Core, 223
 CSV, 309
 DIB, 101
 DPMA, 50
 EM64T, 61
 HyperTransport, 379
 IA-64, 60
 MCA, 562
 MPS, 167
 NetBurst, 207; 306
 StreamThru, 343
 UMA, 905
 V-MAP, 324
 X86-64, 61

ХТ, 53

двойной независимой шины, 164; 171
микроканальная, 386
суперскалярная, 69

Ассоциативный буфер преобразования адресов, 155

Б

Базовая система ввода-вывода, 432
Байт состояния диагностики, 461
Банк памяти, 519; 534
Барьер основной памяти, 556
Белая сборка, 48
Билинейная фильтрация, 928
Бит
 данных, 1092
 стартовый, 1091
 стоповый, 1091
 четности, 538
Битовая ячейка, 619
Блок загрузки, 456
Блок питания
 AT/Tower, 1172
 импульсный, 1214
 линейный, 1214
Блок регистров затенения, 590
Бод, 1094
Буфер, 786
 TLB, 155
 адреса ветвления, 153
 быстрого преобразования, 94
 кадра, 475
 шаблонов, 928
Быстродействие, 74

В

Вакуумное напыление, 622
Варистор, 1240
Ватерблок, 1307
Вентилятор
 с импульсной модуляцией, 1298
Взаимоблокировка, 407
Видеоадаптер, 864; 901; 905
Видеопамять, 911
Визуализация, 930
Винчестер, 642
Виртуальная память, 140
Виртуальный компьютер, 958
Виртуальный процессор, 101
Витая пара, 1133
Водяной знак, 809
Воздухозаборник, 1313
Воздушная подвеска, 649

Время
 доступа к данным, 785
 наработки на отказ, 1217
 ожидания, 681
 отклика, 875
 послесвечения, 877
Вспомогательный клин, 667
Встроенный сервокод, 668
Вуалирование, 928
Выдвижной лоток, 789
Выделенная линия, 1089
Выделенный диск, 668
Выключатель питания, 1187

Г

Гармоника, 989
Генератор одиночных импульсов, 1351
Геометризация, 927
Гидродинамический подшипник, 673
Главная загрузочная запись, 841
Гнездо
 LIF, 116
 Socket 1, 116
 Socket 2, 117
 Socket 3, 118
 Socket 4, 118
 Socket 5, 119
 Socket 6, 120
 Socket 7 (Super7), 120
 Socket 8, 121
 Socket 370 (PGA-370), 121
 Socket 423, 123
 Socket 462, 196
 Socket 478, 123
 Socket 603, 125
 Socket 754, 125
 Socket 939, 126
 Socket 940, 126
 Socket A, 196
 Socket A (Socket 462), 124
 Socket AM2, 127
 Socket F, 127
 Socket LGA775, 126
 Socket T, 126
 ZIF, 111; 116
Головка чтения/записи, 618; 660; 695
 MIG, 622
 гигантская магниторезистивная, 625
 магниторезистивная, 623
 с металлом в зазоре, 622
 стеклоферритовая (композитная), 622
 тонкопленочная, 622
 ферритовая, 621
Графический адаптер, 905

Графический процессор, 910
Графический туннель AGP, 349
Громкость, 964

Д

Датчик температуры, 1355
Декодер, 628
Дефрагментация, 1366
Диагностическая программа, 1320
Динамическое выполнение, 100; 163
Дисковод, 695
Дискретизация, 969
Диспетчер памяти MMU, 141
Домен, 619
Донорная примесь, 106
Дорожка, 647; 650; 703; 734
 нулевая, 734
Драйвер, 432
 MSCDEX.EXE, 770
 видео, 919
 звуковой платы, 967

Е

Емкостной датчик, 1033
Емкость накопителя, 633

Ж

Жесткий диск, 642
 гибридный, 679
 защита паролем, 591
 защищенная область, 592
 область НРА, 463
 рабочий слой, 659
 двойной антиферромагнитный, 660
 оксидный, 659
 тонкопленочный, 659
 установка, 832

З

Заголовок сектора, 650
Загрузка, 1332
 начальный этап, 1333
 процессора, 786
 тихая, 450
Загрузочный сектор, 704
 тома, 657
Загрузчик операционной системы, 437
Заземляющий контур, 1134
Заклучение сектора, 650
Закон Мура, 40; 61
Закон Шеннона, 1098

Запись
 Disk-at-Once, 762
 Track-at-Once, 762
 пакетная, 762
Запрос на прерывание, 401
Затенение Гуро, 925; 928
Затенение ПЗУ, 439; 482
Захват изображения, 946
Защита от копирования, 808; 809
Защитный интервал, 1126
Звук, 968
Звуковая дорожка, 737
Звуковая плата, 968
Звуковой адаптер, 956
 с интерфейсом USB, 964
Зернистость, 885
Зона смены знака, 619
Зонная запись, 653; 678

И

Идентификатор SSID, 1151
Идентификатор сектора, 652
Изначальная бороздка, 794
Индекс производительности
 iCOMP, 76
 SYSmark, 77
Инициализация, 657
Интегральная схема, 33
Интервал включения записи, 652
Интернет, 1115
Интерполяция ключевого кадра, 929
Интерпретатор IBM ROM BASIC, 486
Интерфейс, 788
 ACPI, 474
 ACPI, 483
 АНА, 281
 ANCI, 588
 A-Link, 282
 API, 433
 ATA, 856
 ATA/ATAPI, 788
 ATAPI, 566; 593
 BRI, 1086
 DFP, 869
 Direct AGP, 291
 DirectX, 932
 DMI, 50; 281
 DP, 158
 DPMI, 72
 DVI, 869
 FireWire, 789
 HDMI, 870
 HyperStreaming, 337
 HyperTransport, 283

IDE, 561
IEEE 1394, 1009
IMAPI, 763
MIDI, 956
mini-PCI, 1148
MuTIOL, 282; 337
OpenGL, 932
PanelLink, 869
PPI, 1035
PRI, 1086
RS-232, 1015
RS-422, 1016
SATA, 560
Serial ATA, 582
TGI, 352
UPI, 1035
USB, 789; 995; 999
USB 2.0, 1006
V-link, 282; 331
 клавиатуры, 1034
Инфракрасный термометр, 1355
Источник бесперебойного питания, 1242

К

Кабель
 SATA, 584
 STP, 1133
 Thicknet, 1132
 UTP, 1133
 категории 5е, 1135
 категории 6, 1135
 категории 7, 1135
 категории 3, 1134
 категории 5, 1134
 коаксиальный, 1132
Кадр данных, 748
Канал DMA, 409
Карта смещения, 928
Картридж SECC, 169
Кварц, 1289
Кварцевый кристалл, 1289
Кварцевый резонатор, 74
Клавиатура, 1026
 101-, 102-клавишная, 1026
 104-клавишная, 1027
 мембранная, 1031
 механическая, 1029
 с емкостными датчиками, 1033
 с замыкающими накладками, 1030
 с резиновыми колпачками, 1031
 эргономичная, 1042
Кластер, 655; 704
Клиент, 1116
Клон, 139

- Ключ RWIN, 1081
Код
CIRC, 738
EDC, 739; 748
IED, 748
ISRC, 738
активизации, 1037
Грея, 665
ECC, 739
коррекции ошибок, 154; 467; 542; 739
ECC, 652
SEC-DED, 543
останова, 1037
Рида–Соломона, 738
Кодек, 947; 966
Кодер, 628
Кодирование
ARRL, 631
FM, 629
MFM, 617; 630
NRZI, 1000
RLL, 584; 617; 630
RLL 2,10, 740; 748
данных, 628
с ограничением длины поля записи, 630
Колесо прокрутки, 1054
Коллектор, 32
Коммутатор, 1130; 1144
Компакт-диск, 728
механизм загрузки, 789
Конвейер данных, 153
Конвейерный монополюсный режим, 499
Контейнер, 790
Контроллер
AC 97, 291
AMD-768, 330
APIC, 158; 407
ESB6300, 348
GMCH, 280
ICH, 280
M1567, 321
M1575, 321
MCH, 280
PAC, 280
SiS301, 337
M1563, 321
Контроль регионального
воспроизведения, 777
Контрольная сумма, 650
Конфликт ресурсов, 414
Концентратор, 1000; 1130; 1144
внешний, 1000
контроллера ввода-вывода, 280
контроллера графической памяти, 280
контроллера памяти, 280
корневой, 1000
Корневой каталог, 657; 704
Корпус
487SX, 144
Dual Cavity PGA, 165
FC-PGA, 179
OLGA, 176
PLGA, 176
PPGA, 178
SECC2, 112
SEPP, 178
Корпус микросхемы
BBUL, 112
DIP, 514
EBGA, 205
FBGA, 508
FC-PGA, 111
FC-PGA2, 112
PGA, 111
SEC, 112
SEP, 112
SPGA, 111
TCP, 156
TSOP, 508
Коррекция коэффициента мощности, 1219
Коррекция ошибок, 1096
Коэрцитивная сила, 707
Коэффициент
гармоник, 969
мощности, 1219
попадания, 498
умножения, 1294
чередования, 682
Кривизна экрана, 879
Кэширование, 681
Кэш-контроллер, 88
Кэш-память, 87; 496
асинхронная, 499
второго уровня, 90
двунаправленная, 94
множественно-ассоциативная, 93
неблокируемая, 94
первого уровня, 88
полностью ассоциативная, 93
прямого отображения, 93
синхронная, 499
со сквозной записью, 94
третьего уровня, 91
- ## Л
- Латентная теплота парообразования, 1305
Линейный вход, 960
Линейный выход, 960
Логический диск, 842

Логический пробник, 1351
Логическое кольцо, 1143
Логическое отображение, 492
Логическое устройство, 653
Люмен, 899
Люминофор, 877

М

Магнитная лента, 691
Магнитооптический диск, 691
Магнитопровод, 618
Маршрутизатор, 1107; 1149
Мастер-диск, 730
Масштабирование, 933
Материнская плата, 236
Метод
 LIMDOW, 712
 LJR, 814
 NRZ, 584
 SMBIOS, 475
 SPD, 523
 адресации
 CHS, 596
 LBA, 596
 скачкообразной перестройки
 сигналов, 1128
 туннельной подчистки, 697
 чистой комнаты, 46
Механический переключатель, 1029
Микросхема
 146818, 274
 82284, 274
 82288, 274
 82360SL, 143
 8237, 274
 8254, 274
 82547, 309
 82562, 307
 8259, 274
 82801, 288; 347
 82801BA, 307
 82801DB, 308
 82802, 291; 294
 82803, 297; 347
 82804, 297
 82806, 297
 82810, 288
 82815, 292
 82820, 294
 82830, 296
 82840, 296
 82850, 307
 82860, 347
 82C206, 274

82C836, 275
AMD-751, 328
AMD-756, 328
AMD-761, 329
AMD-762, 330
AMD-766, 329
AMD-8111, 349
AMD-8131, 350
AMD-8151, 349
CMOS, 362; 436; 1244
ICH5, 310
LPC47V102, 362
M1647, 343
M1653, 352
MC146818, 436
ОТР, 441
Radeon IGP, 345
Radeon IXP, 345
ROM BIOS, 436
RTC/NVDAM, 436
RTC/NVRAM, 1244
SB450, 351
SB600, 351
SiS964, 358
SiS965, 358
SiS966, 360
Super I/O, 280; 361
UART, 361; 1016
VT8231, 333
VT8235, 334
VT8237, 335
VT8251, 354
VT82C686A, 331; 332
VT8363, 332
VT8365, 333
VT8366A, 334
VT8371, 331
Микрофильм, 1079
Микрофон, 991
Микрофонный вход, 961
Многоядерность, 103
Множественное отображение, 928
Множественное предсказание
 ветвлений, 164
Моддинг, 1288
Модем, 1091
 DSL, 1079
 WinModem, 1103
 гибридный, 1072
 кабельный, 1071
 коммутируемый, 1091
 программный, 1103
Модуль
 MCM, 165
 NVRAM, 362

- многопользовательского доступа, 1142
- памяти
 - DDR DIMM, 525
 - DDR2 DIMM, 526
 - DDR3 DIMM, 528
 - DIMM, 63; 514; 523; 546
 - RIMM, 63; 515; 529; 547
 - SIMM, 514; 520; 546
 - VRM, 159
 - маркировка, 531
 - небуферизированный, 519
 - регистровый, 519
- Модуляция, 1094
 - ADPCM, 758; 760; 966
 - EFM, 740
 - EFM+, 753
 - амплитудно-фазовая, 1095
 - фазовая, 1095
 - частотная, 1095
 - модифицированная, 630
- Монитор, 864
 - жидкокристаллический, 864
 - многочастотный, 878
 - плазменный, 880
 - тестирование, 895
 - широкоформатный, 873
 - электронно-лучевой, 877
- Мост, 1149
- Мостовое подключение, 1077
- Мощность, 989
 - рабочая, 1219
 - реактивная, 1219
 - фиксированная, 1219
- Мультимедийное вертикальное выравнивание, 866
- Мультиметр, 1233; 1350
- Мультиплексор DSL-доступа, 1076
- Мышь, 1045
 - оптико-механическая, 1047
 - оптическая, 1048

Н

- Набор команд
 - 3DNow!, 99; 193
 - 3DNow! Professional, 197
 - KNI, 98
 - MMX, 97
 - RISC86, 193
 - SIMD, 97
 - SSE, 98
 - SSE2, 98
 - SSE3, 98
- Набор микросхем
 - 430LX, 284

- ALi M1671, 319
- ALi M1681, 320
- ALi M1683, 320
- ALi M1685, 321
- ALi M1687, 351
- ALi M1689, 352
- ALiMagik 1, 342
- AMD 8000 (8151), 349
- AMD-750, 279; 327; 328
- AMD-760, 327; 329
- AMD-8000, 279
- Apollo P4X400, 325
- ATI RD580, 350
- ATI RS480, 350
- ATI RX480, 350
- Intel 3x, 313
- Intel 420, 284
- Intel 810, 287; 972
- Intel 815, 292
- Intel 820, 294
- Intel 840, 296
- Intel 845, 278; 301; 308
- Intel 848, 301; 309
- Intel 850, 301; 306
- Intel 860, 347
- Intel 865, 301; 309
- Intel 875, 301
- Intel 875P, 310
- Intel 910, 301; 311
- Intel 915, 301; 310
- Intel 925, 301; 311
- Intel 945, 304
- Intel 945 Express, 311
- Intel 955, 304; 312
- Intel 96x, 312
- Intel 975, 304; 312
- Intel E7205, 348
- Intel E7505, 348
- Intel E7525, 348
- nForce, 343
- nForce 430, 357
- nForce2, 343
- NVIDIA nForce Professional, 356
- NVIDIA nForce 410, 357
- NVIDIA nForce3, 355
- NVIDIA nForce3 250, 356
- NVIDIA nForce4, 356
- PM880, 326
- Radeon IGP, 322
- RD482, 351
- SiS 630, 300
- SiS 645, 317
- SiS 648, 318
- SiS 649, 319
- SiS 655, 318

- SiS 65x, 315
 - SiS 661, 318
 - SiS 66x, 314
 - SiS R658, 318
 - SiS R659, 318
 - SiS 620, 300
 - Sis656, 319
 - SiS730S, 337
 - SiS733, 340
 - SiS735, 340
 - SiS73x, 337
 - SiS740, 340
 - SiS741, 341
 - SiS745, 340
 - SiS746, 341
 - SiS748, 341
 - SiS74x, 337
 - SiS755, 358
 - SiS756, 358
 - SiS760, 359
 - SiS761, 360
 - ULi Alladin Pro, 298
 - ULi Alladin TNT2, 298
 - ULi M1695, 352
 - VIA Apollo KT133, 332
 - VIA Apollo KT266, 331; 333
 - VIA Apollo KT333, 331; 334
 - VIA Apollo KT400, 331; 334
 - VIA Apollo KT400A, 334
 - VIA Apollo KT600, 335
 - VIA Apollo KT880, 335
 - VIA Apollo Kx133, 330; 331
 - VIA Apollo P4X266, 324
 - VIA Apollo P4X533, 326
 - VIA Apollo Pro, 299
 - VIA K8T800, 353
 - VIA K8T890, 354
 - VIA K8T900, 354
 - VIA P4Xx, 323
 - VIA PM800, 326
 - VIA ProSavage KM266, 334
 - VIA ProSavage P4M266, 325
 - VIA ProSavage PM133, 333
 - VIA PT800, 326
 - VIA PT880, 326
 - VIA PT894, 326
 - VIA PT8x, 324
 - Нагрузка
 - индуктивная, 1219
 - нелинейная, 1220
 - резистивная, 1219
 - Накопитель
 - CD-R, 793
 - CD-RW, 798
 - DVD-RAM, 811
 - DVD-ROM, 743
 - Omega REV, 711
 - Omega Zip, 711
 - Microdrive, 722
 - магнитооптический, 711
 - монтаж, 835
 - на магнитной ленте, 723
 - Наложение текстур, 925; 928
 - Нелинейные искажения, 989
- О**
- Обработка полутонов, 927
 - Образ диска, 821
 - Объединительная плата, 270
 - активная, 271
 - пассивная, 270
 - Объединяющий бит, 741
 - Оверклокинг, 158
 - Ограничитель выбросов, 1240
 - Окклюзия, 976
 - Операционная система OS X, 47
 - Определение видимых поверхностей, 928
 - Оптический диск, 728
 - BD-R, 754
 - BD-RE, 754
 - BD-ROM, 754
 - BD-RW, 754
 - Blu-ray, 754
 - CD TEXT, 738
 - CD-R, 761
 - CD-ROM, 728
 - CD-RW, 761
 - DVD, 743
 - DVD+RW, 815
 - DVD-10, 750
 - DVD-14, 753
 - DVD-18, 751
 - DVD-5, 750
 - DVD-9, 750
 - DVD-R, 813
 - DVD-R DL, 814
 - DVD-R9, 814
 - HD-DVD, 755
 - многосессионный, 761
 - Опустошение буфера, 803
 - Ортогональное частотное уплотнение, 1157
 - Отношение сигнал/шум, 969
 - Отображение
 - MIP, 927
 - множественно-ассоциативное, 93
 - полностью ассоциативное, 93
 - прямое, 93
 - Отслеживание шины, 94
 - Охлаждение, 1295

водяное, 1307
жидкостное, 1304
криогенное, 1309
Оцифровка, 969
Ошибка FDIV, 160

П

Пакетная запись, 803
Пальчиковое устройство, 691
Память
BEDO, 504
DDR SDRAM, 506; 912
DDR2 SDRAM, 912
DDR3, 509
DRAM, 492; 495
EDO, 503
EEPROM, 439; 443; 495
EPROM, 442
Flash ROM, 443
FPM, 502
GDDR-3 SDRAM, 912
GDDR-4 SDRAM, 913
HMA, 72
LIM, 143
Nibble Mode, 502
NVRAM, 436
PC133, 505
PROM, 440
RDRAM, 494; 510
ROM, 437; 494
SDRAM, 504; 912
SGRAM, 912
SMM, 147
Static Column, 502
виртуальная, 492
динамическая, 492; 495
контроль четности, 536; 538
модернизация, 543
оперативная, 492
ошибки, 551
ПЗУ, 437; 494
статическая, 492; 496
флэш-память, 492
энергозависимая, 493
энергонезависимая, 494
Парирование, 1128
Парковка головок, 669
Перекося сигнала, 994
Перепрограммируемая микропрограмма, 135
Переходная характеристика, 1218
Перпендикулярная запись, 635; 637
Перспективная коррекция, 927
Перфокарта, 30; 616
ПЗУ, 494

Пиковый ток включения, 1218
Пиксель, 882
“зависший”, 865
Плата
AIMM, 293
GPA, 293
управления, 699
Плоскостное затенение, 925
Плоскостное переключение, 866
Плотность записи, 707
линейная, 707
поверхностная, 634
радиальная, 707
Повторитель, 1149
Подкод, 737
Позиционирование, 697
Позиционный звук, 976
Ползунок, 626
Полноэкранный сглаживание, 929
Полоса, 396
пропускания, 1074
Полупрозрачность, 928
Помпа, 1307
Порт, 1000
AGP, 50; 398
DMS-59, 935
ввода-вывода, 411
параллельный, 1020
ЕСР, 1022
ЕРР, 1022
режим ЕСР, 361
последовательный, 1013
Послеиндексный интервал, 651
Постоянная линейная скорость, 781
Постоянная угловая скорость, 781; 785
Постоянный сдвоенный симплекс, 1012
Предсказание перехода, 100
Предындексный интервал, 653
Преобразователь транзакций, 1007
Прерывание, 401
SMI, 96; 143; 147
аппаратное, 1053
конфликты, 408
маскируемое, 403
немаскируемое, 540
Привод, 647
Привод головок, 662; 698
с подвижной катушкой, 663
с шаговым двигателем, 663
Примитив, 927
Провайдер, 1068
Программа
DeCSS, 779
DISKPART, 842; 846
DisplayMate, 954

FDISK, 842
 Format, 850
 Программируемая трансформация
 вершин, 929
 Программное управления питанием, 1169
 Проектор, 897
 DLP, 897
 Прожиг, 440
 Производительность сети CATV, 1075
 Прокси-сервер, 1106
 Промах кэша, 90
 Пропускная способность шины, 381
 Протокол, 1093; 1115
 DMI, 475
 Ethernet, 1120
 Fast Ethernet, 1120
 Gigabit Ethernet, 1121
 IPX, 1154
 LAPM, 1096
 MNP, 1094
 MNP 10, 1096
 MNP 10EC, 1096
 MNP 5, 1097
 NetBEUI, 1154
 SPX, 1154
 TCP/IP, 1153
 V.42, 1093; 1096
 V.42bis, 1093; 1097
 V.44, 1097; 1101
 V.90, 1093; 1095; 1100
 V.92, 1096
 Профилактика
 активная, 1357
 пассивная, 1367
 Процесс туннелирования
 Фоулера–Нордхейма, 713
 Процессор, 58
 6502, 58
 AMD 5x85, 151
 AMD Athlon 64, 214
 AMD Athlon 64 FX, 225
 AMD Athlon 64 X2, 225
 AMD Athlon MP, 203
 AMD Athlon XP, 201
 AMD Duron, 198
 AMD Opteron, 214; 220
 AMD Sempron, 204; 219
 AMD-K5, 162
 AMD-K6, 193
 Athlon, 196
 Celeron, 178
 Core 2, 222
 Cх486DX2/DX4, 152
 Cyrix 6x86, 204
 Cyrix MII, 204
 DSP, 966
 Duron, 125
 DX4 OverDrive, 150
 Intel 286, 139
 Intel 386, 141
 Intel 386DX, 142
 Intel 386SL, 142
 Intel 386SX, 142
 Intel 4044, 59
 Intel 486, 144
 Intel 486 Pentium OverDrive, 150
 Intel 486DX, 145
 Intel 486DX2, 149
 Intel 486DX4, 149
 Intel 486SL, 147
 Intel 486SX, 147
 Intel 80186, 139
 Intel 80188, 139
 Intel 8080, 59
 Intel 8085, 59
 Intel 8086, 60; 138
 Intel 8088, 59; 138
 Intel OverDrive, 149
 Intel Xeon, 213
 MOS 6502, 59
 Nexgen Nx586, 193
 OverDrive, 230
 Pentium, 152
 Pentium Extreme Edition, 221
 Pentium MMX, 159
 Pentium OverDrive, 117
 Pentium 4, 206
 Pentium 4 Extreme Edition, 212
 Pentium D, 221
 Pentium II, 168
 Pentium II Mobile Module, 178
 Pentium II/III Xeon, 192
 Pentium III, 186
 Pentium Pro, 164
 Pentium SX, 117
 Samuel, 205
 VIA C3, 205
 Z-80, 58; 59
 кодовое название, 135
 коробочный, 251
 разрядность, 53
 Процессорный комплекс, 271
 Прямой доступ к памяти, 787
 Псевдоним файла, 770
 Псевдооткрытый дренаж, 913
 Пульсация, 1219
 Пылезащищенность, 791
 Пьезоэлектричество, 1289

Р

Радиочастотная интерференция, 537
Развертка, 878
 диска, 666
Разветвитель, 1079
Разгон, 158; 429; 1288
 процессора, 85
Раздел, 653; 655; 841
Разделительная призма, 733
Разрешение, 882
Разрядность, 68
 звука, 970
 шины, 916
Разъем
 AMR, 372
 ATX12V, 213
 Aux In, 963
 BNC, 1131; 1132
 CNR, 372
 CrossFire, 1213
 DB15, 1131
 DB25, 1021
 DB9, 1131
 DIN, 1039
 GG45, 1135
 IDE, 563
 mini-DIN, 1039
 Molex 39-01-2240, 268
 phono, 982
 PS/2, 1035
 RJ-45, 1131
 SC242, 128
 SC330, 128
 SLI, 1213
 Slot 1, 128
 Slot 2, 128
 SP/DIF, 962
 S-Video, 948
 Toslink, 982
 USB, 1003
 дисковода, 701
 звуковых плат, 959
 интерфейсный, 674
 питания, 674; 1191
 20-контактный основной, 1194
 24-контактный основной ATX12V
 2.x, 1197
 6-контактный дополнительный, 1196
 AT/LPX, 1191
 ATX, 1192
 Berg, 700
 Molex, 700
 Serial ATA, 1211
 альтернативный, 1205

 дисковода, 1210
 периферийных устройств, 1209
 процессора, 1199
Разъем-заглушка, 1020
Раскладка клавиатуры, 1038
 Дворака, 1041
Растеризация, 927
Растр, 878
Растровое преобразование, 927
Расширитель диапазона, 1148
Регенерация, 878
Регистр, 68
Регулятор напряжения, 1199
Режим
 APM Enabled, 1227
 APM Standby, 1227
 APM Suspend, 1227
 Bus Master ATA, 581
 Full On, 1227
 Off, 1227
 PIO, 580
 SMM, 147
 USB Legacy, 1041
 дуплексный, 1095; 1120; 1130
 защиты от сбоя, 437
 питания, 131
 полудуплексный, 1095; 1130
 развертки, 887
Режим процессора
 64-разрядный расширенный, 72
 SMM, 95
 виртуальный реальный, 71; 142
 защищенный, 70; 557
 реальный, 69; 513; 556
 совместимости, 72
Резервное копирование, 1358
Резервуар, 1307
Рельефное текстурирование, 928

С

Сабвуфер, 991
Самовосстанавливающийся контур, 1011
Сглаживание, 928
 вершин, 929
Сдвигание, 153
Северный мост, 279
Сектор, 647; 650; 735
Сенсорная панель, 1057
Сервер, 1116
Сервокод, 664
Сервопривод, 664; 665; 733
Сессия, 761
Сетевой массив NAS, 723
Сеть, 1114

- Extranet, 1115
- HomePlug, 1157
- HomePNA, 1155
- Intranet, 1115
- ISDN, 1085
- асимметричная, 1074
- гибридная, 1141
- глобальная, 1115
- кабельного телевидения, 1074
- клиент/сервер, 1116
- локальная, 1115
- одноранговая, 1117
- спонтанная, 1148
- фиксированная беспроводная, 1081
- Сжатие данных, 966
- Сигнал
 - +5VSB, 1188
 - 5v_Standby, 1178
 - CSEL, 578
 - DA/SP, 577
 - Power_Good, 1169; 1235; 1333; 1388
 - Power_On, 1178
 - PS_ON, 1169; 1187
 - Ready, 705
 - SPSYNC, 578
 - синхронизации, 629
 - смены дискеты, 705
- Сигнализация FHSS, 1128
- Симметричная многопроцессорная
 - обработка, 158
- Синтезатор частоты, 1292
- Синхронизация, 807
- Система
 - IML, 459
 - защиты
 - APS, 779
 - CopyGuard, 779
 - CSS, 778
 - ProtectDisc, 780
 - команд ATA IDE, 590
 - объемного звучания, 990
 - синхронизации, 294
- Системная плата, 236
 - тактовая частота, 81
- Системный ресурс, 400
- Скан-код, 1037
- Скорость
 - передачи данных, 677; 780
 - постоянная линейная, 781
 - постоянная угловая, 781
- Слой металлизации, 107
- Совместный доступ, 1114
- Соединение, 109
- Сопроцессор, 132
 - Intel 487SX, 148
 - Intel 80287, 140
 - Intel 80387, 143
 - Intel 8087, 139
- Сопряжение, 929
- Спецификация
 - CableFree USB, 1008
 - CAS, 547
 - CD EXTRA, 765
 - Certified Wireless USB, 1008
 - EDD, 600; 607
 - Energy Star, 161
 - High Sierra, 768
 - PARTIES, 593
 - PCI Low-Profile, 256
 - Phoenix El Torito, 593
 - UDMA/66, 569
 - VGA, 902
- Среда предварительной загрузки, 462
- Среднее время
 - доступа, 681
 - позиционирования, 680
- Стабилизатор напряжения, 1168
- Стабилизация
 - линейного напряжения, 1218
 - по нагрузке, 1218
- Стандарт
 - 802.11n, 1126
 - AC'97, 973
 - ACPI, 888; 1228
 - AOD, 755
 - APM, 50; 888; 1227
 - ATA, 565
 - ATA-1, 566
 - ATA-2, 567
 - ATA-3, 567
 - ATA-4, 568
 - ATA-5, 569
 - ATA-6, 570
 - ATA-7, 571
 - Blue Book, 765
 - Bluetooth, 1128
 - Blu-ray Disc, 754
 - BPL, 1157
 - CD-ROM XA, 758
 - DIVX, 776
 - DOCSIS, 1073
 - DPMS, 888
 - DVD, 774
 - El Torito, 820
 - Energy Star, 887; 1226
 - Energy 2000, 889
 - FireWire, 1010
 - Green Book, 757
 - HD-DVD, 755
 - HiperLAN, 1121

i.Link, 1010
 IEC 1000, 1220
 IEEE 1394, 1009
 IEEE 1284, 1020
 IEEE 1394a, 1010
 IEEE 1394b, 1011
 IEEE 802.11a, 1124
 IEEE 802.11b, 1122
 IEEE 802.11g, 1125
 ISO 9660, 770
 Mount Rainier, 763; 773
 Mt. Rainier, 694
 Multimedia CD, 744
 NTSC, 945
 OpenAL, 979
 Orange Book, 760
 PAL, 945
 PARTIES, 463
 PhotoCD, 764
 PictureCD, 764
 Purple Book, 766
 Red Book, 757
 RPC, 777
 RRIP, 773
 SATA-8, 572
 SECAM, 945
 Super Density, 744
 Super Video CD, 765
 SVGA, 904
 UDF, 772
 UL 1449, 1241
 USB On-The-Go, 1007
 VESA BIOS Extension, 904
 Video CD, 765
 White Book, 765
 WiMax, 1082
 Wireless-G, 1125
 Yellow Book, 757
 Стартовый бит, 1013
 Стоповый бит, 1013
 Страница памяти, 502
 Субпиксель, 865
 Суперпарамагнитное ограничение, 660
 Суперпарамагнитный эффект, 635
 Суперскалярное выполнение, 96
 Суперъёмный мост, 280

Т

Таблица
 векторов прерываний, 402
 оглавления, 734
 размещения файлов, 704
 Такт, 74
 Тактовая частота, 74

Текстура, 927
 Теневая маска, 877; 885
 Теорема Найквиста–Котельникова, 737
 Тепловая трубка, 1305
 Тепловое сопротивление, 1301
 Теплоотвод, 1295; 1301
 активный, 132; 1296
 интегрированный, 1301
 пассивный, 1299
 Терминальная эмуляция, 1093
 Терминатор, 1132
 Термистор, 1298
 Термопаста, 1302
 Тестер
 памяти, 1353
 сетевой розетки, 1352
 Тест-разъём, 1349
 Технология
 3DPA, 977
 3G, 1082
 AMT, 475
 ATI CrossFire, 934
 BiCMOS, 155
 CAP, 1076
 Clear Video, 279; 313
 CMOS, 142
 DAE, 806
 DDC, 891
 DIME, 917
 DLP, 897
 DMT, 1076
 DualView, 922
 DVMT, 475
 EAX, 976
 EIST, 479
 Enhanced Intel Speed Step, 222
 Energy Lake, 479
 Ergo, 1032
 Extreme Graphics, 278
 FastStream64, 335
 GlidePoint, 1057
 GMA, 278
 Hyper-Threading, 101; 310
 ICS, 1106
 Intellon, 1157
 IPS, 866
 Labelflash, 822
 LightScribe, 822
 LZJH, 1097
 MIMO, 1126
 MMX, 159
 Modem-on-Hold, 1100
 MultiPoint, 1052
 MVA, 866
 NAT, 1106

- NVIDIA SLI, 933
- OFDM, 1157
- Palomar, 1062
- PCI IRQ Steering, 402
- PCM Upstream, 1101
- Plug and Play, 424; 482
- PRML, 617; 633
- QAM, 1075
- QRT, 479
- QuickConnect, 1100
- QuickStop, 1057
- S.M.A.R.T., 568; 617; 683
- SDCC, 348
- SIMD, 160
- SOI, 107
- STFT, 866
- STN, 868
- Super-IPS, 866
- TFT, 868
- TrueX, 783
- UHA, 866
- V-MAP, 331
- VRT, 130
- Zero Link, 815
 - ожидания вызова, 1096
 - прямой перезаписи данных, 800
 - связывания без потерь, 816
 - суперскалярная, 153
- Ток нагрузки, 1218
- Том, 653; 841
- Тонкопленочный транзистор, 865
- Топология, 1141
 - звезды, 1143
 - кольцевая, 1142
 - шинная, 1141
- Точка
 - восстановления, 1357
 - доступа, 1147
 - присутствия, 1090
- Транзистор, 31
- Трансивер DSL, 1077
- Трансляция, 600
 - Large CHS, 601
 - LBA, 601
 - LBA-Assist, 604
 - сетового адреса, 1106
- Трекбол, 1046; 1058
- Триггер, 33
- Трилиннейная фильтрация, 929
- Трилограмма, 1028
- Триод, 31

У

- Удержание выходного напряжения, 1218
- Удлинительная катушка, 1077
- Указательный планшет, 1057
- Ультравысокая апертура, 866
- Универсальная последовательная шина, 999
- Управление
 - питанием, 478; 1226
 - ACPI, 1228
 - APM, 1227
 - цифровыми правами, 810
- Упреждающая выборка данных, 99
- Упреждающее выполнение, 100; 164
- Усилитель сигнала, 1149
- Ускоритель трехмерной графики, 924
- Устройство
 - AUI, 1132
 - TrackPoint, 1045
 - TrackPoint II, 1054

Ф

- Файловая система
 - FAT, 656
 - FAT16, 842
 - FAT32, 656; 843
 - ISO 9660, 770
 - Joliet, 771
 - Macintosh HFS, 773
 - NTFS, 656; 844
 - UDF, 762; 772
- Фильтр
 - барометрический, 670
 - воздушный, 670
 - рециркуляции, 670
- Фильтр-стабилизатор, 1241
- Флуктуация, 994
- Флэш-карта USB, 716
- Флэш-память, 691; 712
 - CompactFlash, 714; 717
 - Memory Stick, 715
 - MultiMediaCard, 714
 - SecureDigital, 714; 718
 - SmartMedia, 714
 - xD-Picture Card, 715
- Формат
 - CD-DA, 757; 807
 - CD-i, 757
 - High Sierra, 769
 - JPEG, 947
 - MPEG, 947
 - PhotoYCC, 764
- Форматирование, 653; 841
 - высокого уровня, 657; 850

низкого уровня, 653; 856
Формфактор, 236; 644; 1170
1 дюйм, 646
1,8 дюйма, 646
2,5 дюйма, 645
3,5 дюйма, 645
5,25 дюйма, 645
AT/Desktop, 1172
AT/Tower, 1174
ATX, 250; 1170
ATX/ATX12V, 1176
ATX12V, 1193
ATX-Riser, 256
Baby-AT, 240; 241; 1174
BTX, 236; 263
CFX12V, 1184
DTX, 261
EPS/EPS12V, 1182
Flex-ATX, 260; 1178
ITX, 261
LFX12V, 1187
LPX, 243; 1175
microATX, 257
mini-ATX, 252
mini-DTX, 261
Mini-ITX, 261
NLX, 246
PC/XT, 1172
PS3, 1180
SFX, 259
SFX/SFX12V, 1178
TFX, 259
TFX12V, 1184
WTX, 267
XT-286, 240
Фотолиитография, 105
Функция
ClickLock, 1054
DRM, 810
HRTF, 976
Universal Scroll, 1054

Х

Хладагент, 1307
Хранилище данных, 492
Хранитель экрана, 900

Ц

Цикл ожидания, 75
Цилиндр, 647; 697; 704
Цифроаналоговый преобразователь, 908; 916
Цифровая десинхронизация, 779

Цифровое микрозеркальное
устройство, 897
Цифровой звук, 969

Ч

Частота, 968
регенерации, 878; 890
строк, 890
шины, 1294
Частотная модуляция, 629
Частотная характеристика, 968; 989
Чередование, 759
памяти, 503
Четность, 1092
Числовая апертура, 754

Ш

Шаговый двигатель, 663; 698
Шина, 53; 371
AGP, 371; 398; 917
AT, 385; 560
EISA, 386
EV6, 196
ISA, 372; 383; 560
8-разрядная, 384
16-разрядная, 384
32-разрядная, 386
LPC, 282; 362; 373
MCA, 386
MuTIOL, 314
PCI, 50; 371; 392
PCI Express, 50; 371; 395; 918
PCI-X, 371
USB, 423
VL-Bus, 391
адреса, 63
ввода-вывода, 382; 383
данных, 62
локальная, 52; 387
памяти, 382
переднего плана, 62; 376
процессора, 62; 371; 376
Шинопровод, 1167
Шифрование
8B/10B, 584
WEP, 1151
WPA, 1151
WPA2, 1151
Шкала PR, 83
Шпиндельный двигатель, 672
Штуцер, 1307

Щ

Щелевой механизм, 790

Э

Электромагнетизм, 617

Электромагнитное излучение, 889

Электронная доска объявлений, 1068

Электронно-лучевая трубка, 877

Электронно-стираемая программируемая
постоянная память, 439

Электростатический заряд, 1370

Эмиттер, 32

Эффект Керра, 712

Ю

Южный мост, 279

Я

Ячейка перехода, 619