

Александр Трусов

# Excel 2007 для менеджеров и экономистов

Логистические, производственные  
и оптимизационные расчеты



Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж  
Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара · Новосибирск  
Киев · Харьков · Минск

2009

ББК 32.973.23-018

УДК 004.42

T78

**Трусов А. Ф.**

T78 Excel 2007 для менеджеров и экономистов: логистические, производственные и оптимизационные расчеты (+CD). — СПб.: Питер, 2009. — 256 с.: ил.

ISBN 978-5-388-00527-4

Экономические и производственные расчеты, выбор оптимальных вариантов, принятие решений — с подобными проблемами часто сталкиваются работники различного уровня — от рядовых менеджеров до руководителей крупных компаний.

Эта книга является практическим руководством по использованию и разработке в среде Excel 2007 расчетных решений, предназначенных для автоматизации логистических, производственных, экономических расчетов, а также решения оптимизационных задач. Освоив материал книги, вы научитесь быстро решать сложные задачи транспортной логистики, эффективно управлять закупками и запасами, автоматизировать процесс составления документов, бланков и технических спецификаций, управлять инвестициями и ценными бумагами и многому другому. И все это — с помощью знакомого большинству офисных работников Excel!

На компакт-диске вы найдете файлы примеров, рассмотренных в книге, а также готовые шаблоны и надстройки Excel, которые можно использовать в своей работе. Кроме того, на диске размещен ряд полезных программ, расширяющих возможности Excel.

ББК 32.973.23-018

УДК 004.42

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-388-00527-4

© ООО «Питер Пресс», 2009

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	7
Структура книги.....	8
От издательства.....	8
Контактные адреса.....	9
<b>Часть 1. Работа с Excel</b> .....	11
<b>Глава 1. Основы Excel</b> .....	13
Интерфейс пользователя.....	13
Книга, рабочий лист.....	18
Ввод и изменение данных.....	20
Выделение ячеек, строк, столбцов.....	21
Ссылки.....	21
Столбцы, строки, ячейки.....	24
Копирование, перемещение и вставка.....	28
Очистка и удаление ячеек.....	29
Форматирование данных.....	29
<b>Глава 2. Типовые операции в Excel</b> .....	34
Операторы и операции.....	34
Автоматизация ввода данных.....	35
Формулы.....	37
Функции.....	39
Использование функций.....	42
Суммирование.....	42
Поиск.....	45
Логические функции.....	47
Просмотр формул.....	47
Оформление таблицы.....	48
Шаблоны.....	51
Печать.....	53

Защита элементов листа и книги . . . . .	57
Сводные таблицы . . . . .	59
Построение диаграмм . . . . .	63
Внешние данные . . . . .	65
Надстройки . . . . .	67
Примеры использования надстроек . . . . .	69
Поиск решения . . . . .	71
Диалоговое окно Поиск решения . . . . .	74
Диалоговое окно Параметры поиска решения . . . . .	75
Диалоговое окно Результаты поиска решения . . . . .	79
Диалоговое окно Текущее состояние поиска решения . . . . .	80
Отчеты надстройки Поиск решения . . . . .	81
Программирование . . . . .	86
Безопасность . . . . .	88
<b>Часть 2. Логистические расчеты . . . . .</b>	<b>91</b>
<b>Глава 3. Снабженческая логистика . . . . .</b>	<b>93</b>
Закупки . . . . .	93
Метод миссий . . . . .	93
Оптимизация закупок средствами Excel . . . . .	95
Управление запасами . . . . .	97
ABC-анализ . . . . .	97
XYZ-анализ . . . . .	99
Совмещение ABC и XYZ-результатов . . . . .	100
Пример ABC и XYZ-анализа . . . . .	101
Программы ABC и XYZ-анализа . . . . .	105
Оптимизация закупок и запасов . . . . .	112
Рейтинг поставщиков . . . . .	117
<b>Глава 4. Транспортная логистика . . . . .</b>	<b>120</b>
Решение транспортной задачи . . . . .	121
Сбалансированная транспортная задача . . . . .	121
Транспортная задача с дефицитом . . . . .	124
Транспортная задача с избытком . . . . .	127
Транспортная задача с несколькими перевозчиками . . . . .	129
Доли перевозчиков в суммарной стоимости перевозок . . . . .	131
Доли перевозчиков в общем количестве перевозок . . . . .	138
Задача о рюкзаке . . . . .	142
Решение задачи в классической постановке . . . . .	142
Модифицированная задача . . . . .	143



<b>Глава 5. Складская логистика</b> .....	145
Управление потоками на складах.....	145
Расчет величины суммарного материального потока на складе.....	147
Расчет стоимости переработки грузов на складе.....	150
Расчет точки безубыточности деятельности склада.....	151
Размещение товаров на складе.....	152
Выбор складов.....	152

### **Часть 3. Производственно-технологические расчеты**.....155

<b>Глава 6. Производственные расчеты</b> .....	157
Строительные расчеты.....	157
Расчет фундаментов.....	158
Расчет звукоизоляции.....	160
Расчеты каменных конструкций.....	161
Расчет подвала.....	163
Расчет эквивалентной нагрузки на плиты.....	166
Расчет арок и стропил.....	167
Геометрические расчеты.....	170
Задача раскроя.....	176
Раскрой прутьев.....	176
Раскрой листа.....	178
Составление смеси.....	184
Классическая постановка задачи.....	184
Решение задачи при дополнительных ограничениях.....	186
Планирование производства изделий.....	188
Производство изделий различных видов.....	188
Производство изделий различных видовс учетом расхода сырья.....	190

<b>Глава 7. Теплотехнические расчеты</b> .....	192
Программа «Теплотехник».....	192
Калькулятор «Теплотехнический расчет».....	199

<b>Глава 8. Бланки, документы,технические спецификации</b> .....	203
Типовые бланки и отдельныерасчеты.....	203
Автоматизация составления документов.....	204
Унифицированные формы для расчетов с покупателями.....	204
Счет-фактура и счет.....	204
Microsoft Office Extensions.....	208
Система складского учета Doors.....	209
Технические спецификации.....	215

<b>Часть 4. Оптимизационные расчеты</b> .....	223
<b>Глава 9. Финансовые расчеты</b> .....	225
Управление капиталом .....	225
Управление ценными бумагами .....	228
Модель Шарпа .....	228
Максимум скорости оборота ценных бумаг .....	229
Минимум риска ценных бумаг .....	230
Управление инвестициями .....	231
<b>Глава 10. Задача о назначениях</b> .....	238
Сбалансированная задача о назначениях .....	238
Несбалансированная задача о назначениях с избытком предложений ..	242
Несбалансированная задача о назначениях с избытком спроса .....	244
<b>Приложение. Функции Excel</b> .....	247
<b>Заключение</b> .....	255

# Введение

Экономические и производственные расчеты, выбор оптимальных вариантов, принятие решений — с подобными проблемами часто сталкиваются работники различного уровня: от рядовых менеджеров до руководителей крупных компаний. К сожалению, в отечественной практике существует очень мало примеров широкого применения компьютерной техники, программ и алгоритмов автоматизации этого процесса. Существуют объективные причины слабой автоматизации этой области деятельности, например, сложности формализации процессов и постановки задач в достаточно универсальной формулировке. В такой ситуации создание программ для широкой аудитории пользователей становится затруднительным, и чаще всего программы создаются по специальным заказам в расчете на применение в конкретной организации. Однако подобное решение проблемы может позволить себе не каждая организация, так как стоимость подобной разработки может быть весьма значительной и для нее требуется очень квалифицированная постановка задачи и тщательный выбор алгоритмов решения.

Для индивидуального предпринимателя или небольшой фирмы хорошей альтернативой специализированным программам может оказаться использование стандартных офисных программных средств. Далеко не все задумываются о том, что в электронных таблицах Excel есть все необходимые средства и возможности для выполнения экономических, производственных, оптимизационных расчетов. Некоторые возможности, например построение диаграмм и сводных таблиц, являются хорошим дополнением вычислительных средств. В графическом виде информация воспринимается значительно легче, поэтому применение этих средств может существенно облегчить анализ результатов работы организации. Некоторым пользователям могут пригодиться разнообразные встроенные функции для финансовых вычислений, инженерных и статистических расчетов.

С помощью Excel легко может быть создано средство решения конкретной задачи для конкретной организации. Именно индивидуальный подход к решению достаточно сложных задач и наличие надежных алгоритмов позволяют получить решение быстро и эффективно.

Применение Excel имеет и другое важное преимущество: пользователь может при необходимости самостоятельно создавать или применять стандартные формы выходных документов. Кроме того, в Excel имеются и мощные инструменты для программирования. Конечно, далеко не каждый пользователь решится взяться за разработку программ в Excel, но в этом и нет большой необходимости, так как существуют разработки профессиональных программистов. Многие из них являются бесплатными и регулярно обновляются. С помощью Excel можно составить набор собственных средств для выполнения необходимых расчетов. Такой инструментальный может использоваться как в виде временного средства, так и на длительный срок.

## Структура книги

Книга предназначена для различных категорий пользователей, в том числе и для тех, кто мало знаком с электронными таблицами Excel. Для этих пользователей предназначена гл. 1. В ней приводятся основные правила и описание работы в Excel.

Пользователи, уже знакомые с Excel, могут уделить больше внимания гл. 2. Некоторые из описанных в ней действий могут быть им знакомы, но, вероятно, найдутся и такие операции, которые ими еще не применялись. Им будет полезно, например, познакомиться с построением диаграмм и сводных таблиц. Особое внимание можно уделить изучению работы с инструментами для проведения анализа и поиска оптимального решения. Эти средства являются основными при решении приводимых в книге примеров задач оптимизации, поэтому они описаны наиболее подробно.

В гл. 3–5 рассматривается применение Excel к решению логистических задач. В них приводятся решения на основе специализированных расчетных методик, а также примеры применения универсальных средств оптимизации.

Гл. 6–8 посвящены описанию применения Excel для решения различных производственных задач и выполнения расчетов. Приводятся примеры программ строительных и теплотехнических расчетов, заполнения различных бланков и документов, подготовки технических спецификаций.

В гл. 9 и 10 описывается применения Excel для решения некоторых других оптимизационных задач (финансовые задачи и задача о назначениях).

Применение Excel показано на примере версии Excel 2007 – последней из существующих версий на момент написания книги. Эта версия Excel отличается от всех предыдущих совершенно иным интерфейсом, кроме того, имеются и некоторые внутренние отличия. По мере необходимости в тексте даются пояснения, касающиеся наиболее заметных отличий от других версий.

В книге приводится большое количество примеров выполнения различных операций и решения типичных задач. Многие примеры прикладных задач приводятся в различных вариантах. На конкретных примерах показаны возможные проблемы, возникающие при поиске оптимального решения. На прилагаемом компакт-диске находятся файлы примеров по всем рассматриваемым темам.

Все примеры и программы могут успешно использоваться не только в Excel 2007, но и в более ранних версиях.

Для выделения различных терминов, названий пунктов меню, кнопок, команд и других интерфейсных элементов будут использоваться различные шрифты: *термин*, *пункт меню*, *кнопка*, *команда* (адрес ячейки, функция, арифметическое выражение Excel).

---

## От издательства

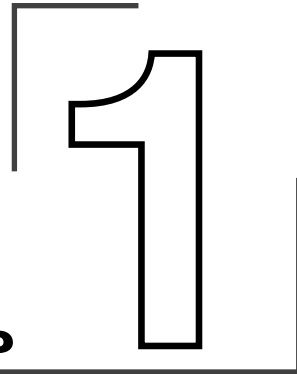
Ваши замечания, предложения и вопросы отправляйте по адресу электронной почты [comp@piter.com](mailto:comp@piter.com) (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

Подробную информацию о наших книгах вы найдете на веб-сайте издательства <http://www.piter.com>.



**Часть**



**Работа с Excel**

Программа Microsoft Excel является мощным и универсальным средством выполнения различных вычислений. Она относится к категории так называемых *электронных таблиц*. За годы непрерывного совершенствования в Excel накопился не только богатый набор вычислительных средств, но и многочисленные средства наглядного отображения и анализа результатов расчетов. Умение эффективно применять подобные средства позволит пользователям быстро решать возникающие задачи.



# Глава 1

---

## Основы Excel

Программа Microsoft Excel 2007 входит в комплект офисных программ Microsoft Office 2007. От предыдущих версий ее отличают повышенная вычислительная мощность и функциональность, а также новый интерфейс.


### Интерфейс пользователя

Все пользователи персональных компьютеров привыкли, что сложные программы, имеющие множество возможностей для настройки работы и управления, имеют специальное меню, называемое главным, в котором содержатся все команды управления и настройки параметров. В новой версии Microsoft Office 2007 применен новый подход. Главное меню здесь отсутствует. Его заменила так называемая *лента*. Цель разработки нового интерфейса заключалась в том, чтобы повысить скорость работы, облегчить поиск нужных средств решения различных задач, раскрыть новые функциональные возможности приложений и повысить эффективность их использования.

Лента состоит из *вкладок*, организованных вокруг отдельных сценариев или объектов. Элементы каждой вкладки объединены в *группы*. Лента обладает большим наполнением, чем меню и панели инструментов. Она может содержать кнопки, коллекции и диалоговые окна. Работа с новым интерфейсом значительно проще, чем со сложной системой меню и подменю. Пользователю достаточно знать назначение вкладок, после открытия которых становятся понятны все дальнейшие действия. Задача облегчается еще и тем, что к любым элементам ленты выдается подробная контекстная справка. Она выводится автоматически при наведении курсора мыши на какой-либо элемент.

В дополнение к стандартному набору вкладок, расположенных на ленте при запуске Excel 2007, доступны и дополнительные, которые появляются по мере необходимости для выполнения текущей работы. Эти контекстные инструменты позволяют

работать с выделяемыми на странице объектами — таблицами, рисунками или документами. После выделения такого объекта рядом со стандартными вкладками появляется соответствующий набор контекстных вкладок, отличающихся цветом.

В левом верхнем углу размещается круглая кнопка  — это кнопка Office. С ее помощью выполняются примерно те же действия, что и с помощью меню File в ранних версиях Excel, то есть пользователь получает возможность создания нового и сохранения редактируемого файлов, печати и предварительного просмотра. Здесь же настраиваются параметры Excel. Рядом с кнопкой Office находится небольшая Панель быстрого доступа. Она используется для доступа к наиболее часто выполняемым операциям — сохранению файла, отмене и повтору действий. На эту панель можно добавлять дополнительные команды в окне настройки (Office ► Параметры Excel ► Настройка). На рис. 1.1 показано меню, открывающееся при нажатии кнопки Office. На этом же рисунке видна панель быстрого доступа, на которую добавлены дополнительные кнопки Открыть и Предварительный просмотр.

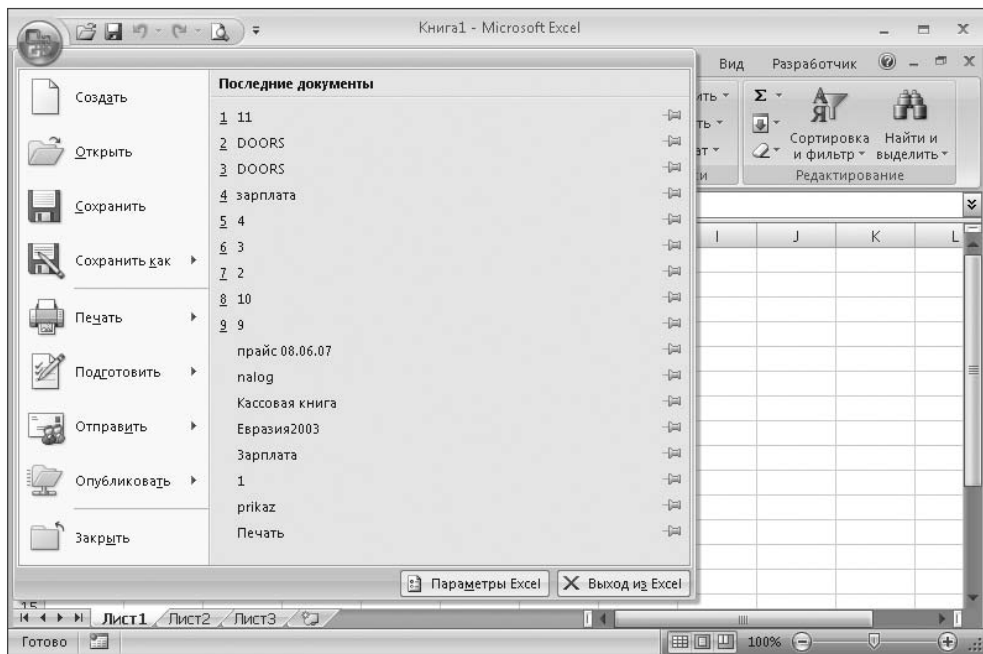


Рис. 1.1. Меню кнопки Office

Вкладка Главная (рис. 1.2) содержит кнопки для работы с буфером обмена, настройки шрифтов и выравнивания текста, выбора формата представления данных в ячейке, стилей форматирования, вставки и удаления ячеек, сортировки и фильтрации, а также поиска.

Вкладка Вставка (рис. 1.3) служит для вставки различных дополнительных элементов: таблиц, рисунков, диаграмм. Используя эти кнопки, можно также вставить сводную таблицу и сводную диаграмму, настроить колонтитулы и т. д.

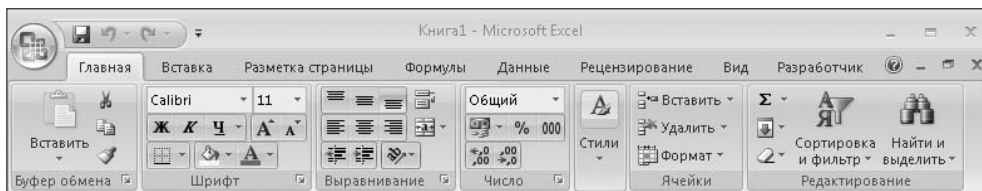


Рис. 1.2. Вкладка Главная

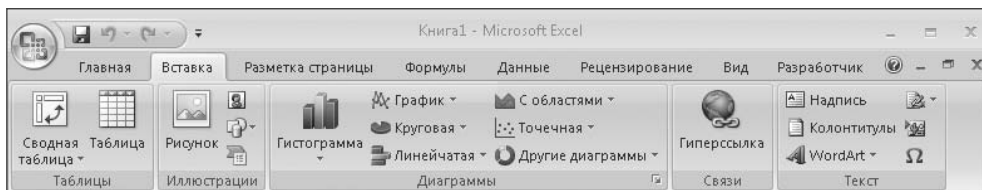


Рис. 1.3. Вкладка Вставка

На вкладке **Разметка страницы** (рис. 1.4) находятся кнопки настройки внешнего вида напечатанной страницы, ее размеров, ориентации и полей. Здесь можно задать масштаб и количество страниц на листе (группа **Вписать**).

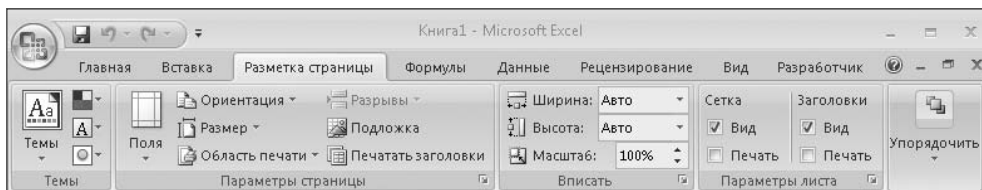


Рис. 1.4. Вкладка Разметка страницы

Вкладка **Формулы** (рис. 1.5) служит для упрощения работы со встроенными функциями Excel.

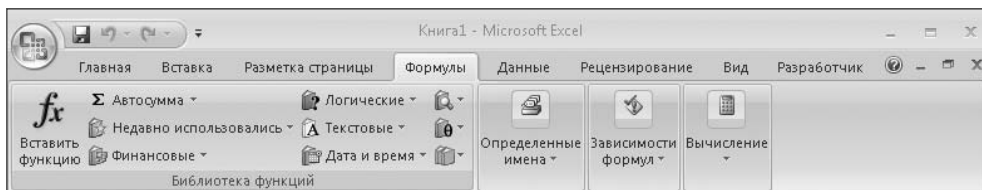


Рис. 1.5. Вкладка Формулы

При необходимости подключить и работать с данными из внешних источников (баз данных) используется вкладка **Данные** (рис. 1.6). Здесь также находятся кнопки сортировки данных и настройки фильтра.

На вкладке **Рецензирование** (рис. 1.7) находятся кнопки для проверки правописания, работы с примечаниями и настройки защиты листа и книги.

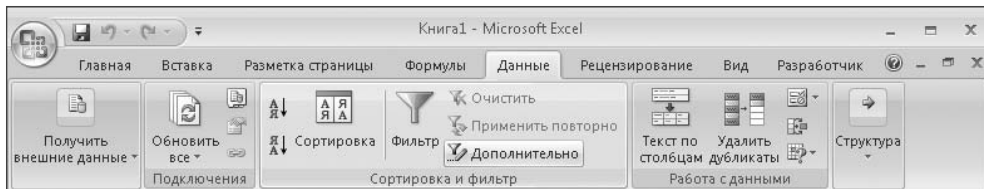


Рис. 1.6. Вкладка Данные

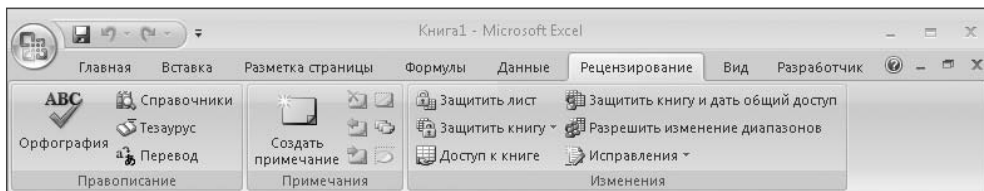


Рис. 1.7. Вкладка Рецензирование

Последняя из стандартных вкладок — Вид (рис. 1.8) содержит средства настройки режима просмотра и масштабирования.

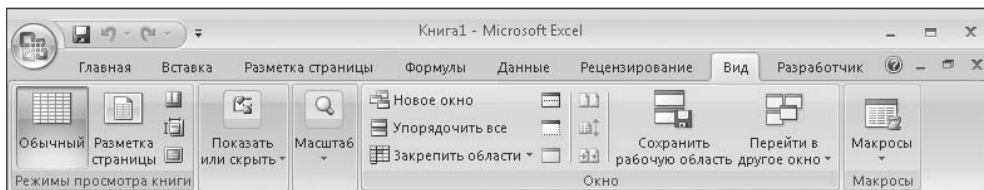


Рис. 1.8. Вкладка Вид

При необходимости может быть включен (Office ► Параметры Excel ► Основные) показ вкладки Разработчик (рис. 1.9). На ней находятся инструменты, которые чаще применяются программистами, чем обычными пользователями. Однако некоторые операции с обращением к этой вкладке достаточно распространены, поэтому они будут рассматриваться в данной книге.

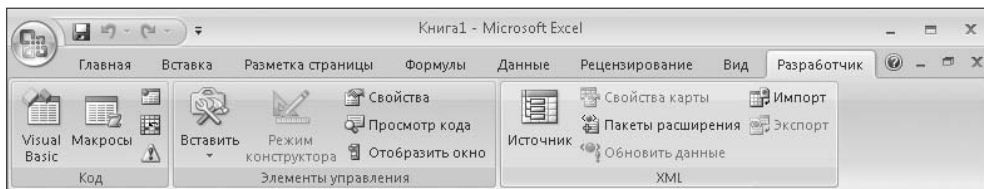


Рис. 1.9. Вкладка Разработчик

Большинство кнопок выполняют только одно действие и имеют обычное изображение, но за некоторыми закреплено несколько вариантов действий. Такие кнопки имеют меню (дополнительный раскрывающийся список задач); их изображение дополнено в нижней части маленьким треугольником, расположенным рядом

с текстом подписи. Примером может служить кнопка Вставить (рис. 1.10) Верхняя часть кнопки выполняет вставку из буфера обмена, а при нажатии нижней ее части появляется меню.

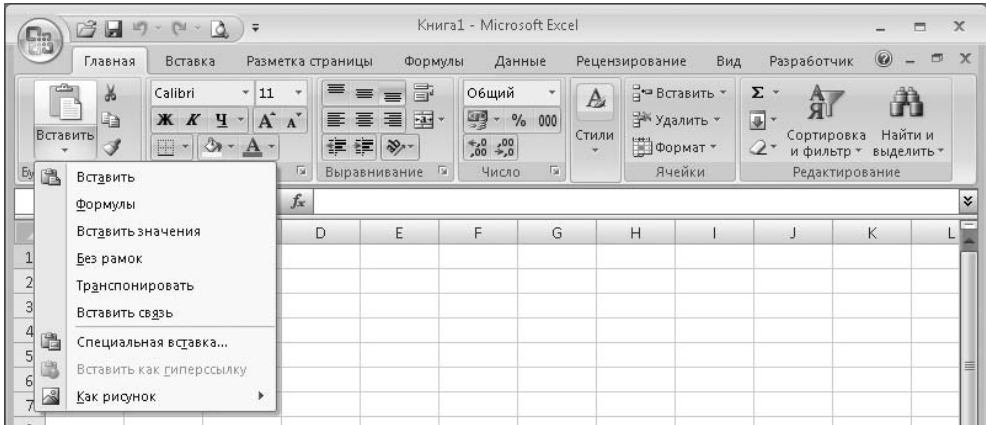


Рис. 1.10. Меню кнопки Вставить

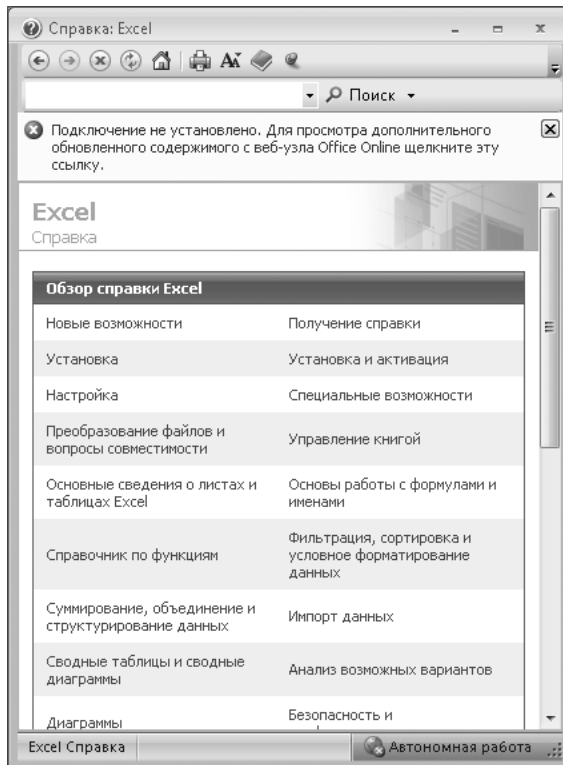


Рис. 1.11. Справка Excel

Под лентой с вкладками находится *строка формул*. Эта часть интерфейса, несмотря на небольшой размер, играет важную роль в работе пользователя Excel. В ней отображается содержимое ячейки; ввод данных можно производить как непосредственно в ячейке, так и в строке формул.

В Excel имеется подробная и удобная в использовании Справка (рис. 1.11), вызываемая нажатием клавиши F1. Кроме того, каждый элемент имеет всплывающую контекстную справку. Для облегчения понимания нового интерфейса пользователя и его отличий в расположении элементов управления разработчиками создана *Книга сопоставлений ленты Excel* (`excelmap.xls`).

При подключении к Интернету справка Excel может автоматически выполнять поиск по заданным ключевым словам не только на локальном компьютере, но и на сайте Microsoft. Это значительно повышает шансы получить ответ на вопрос, так как в некоторых случаях ответ содержится именно в статьях, опубликованных на сайте, а не в стандартном справочном файле.

## Книга, рабочий лист

При запуске программы перед пользователем открывается окно, содержащее расчерченные на клетки листы. То, что он видит перед собой, называется *Рабочая книга Excel*, или просто *Книга* (рис. 1.12). Книга состоит из *рабочих листов*. Рабочий лист расчерчен на *столбцы* и *строки*, то есть состоит из *ячеек*. Автоматически создается три рабочих листа, но это количество можно изменить в настройках программы. Все листы имеют *ярлычки*, расположенные в нижней части окна. С их помощью можно открывать определенный рабочий лист книги. При необходимости во время работы с книгой листы можно добавлять или удалять. Можно также изменять наименования листов, порядок их расположения и цвет ярлычков. Для этих операций достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлычке и выбрать из контекстного меню (рис. 1.13) соответствующий пункт. Изменить порядок следования листов можно более простым способом — переместить его, при этом удерживая кнопку мыши нажатой. Для изменения цвета ярлычка открывается специальное окно (рис. 1.14), в котором можно выбрать нужный из предложенных образцов.

Внешний вид рабочего листа на экране компьютера, как и в предыдущих версиях программы, может быть различным. Он изменяется при помощи кнопок в правом нижнем углу экрана. Возможные варианты: Обычный, Разметка страницы, Страничный. Рядом с ними находится регулятор масштаба изображения, который в этой версии программы выполнен в виде ползунка (рис. 1.15). Изменить масштаб можно, передвигая кнопкой мыши ползунок или нажимая расположенные рядом с ним кнопки увеличения (уменьшения) изображения.

Многие элементы интерфейса программы пользователь может настроить самостоятельно. Например, можно выключить показ ярлычков рабочих листов, строки формул, заголовков столбцов и строк и т. д. Подобные настройки параметров производятся в окне *Параметры Excel* (кнопка Office ▶ *Параметры Excel* ▶ *Дополнительно*), показанном на рис. 1.16.

В версии Excel 2007 значительно увеличилось максимальное количество строк и столбцов: допускается 1 048 576 строк и 16 384 столбцов, при этом в ячейке может

содержаться до 32 767 знаков. Количество листов в книге ограничивается только объемом оперативной памяти компьютера.

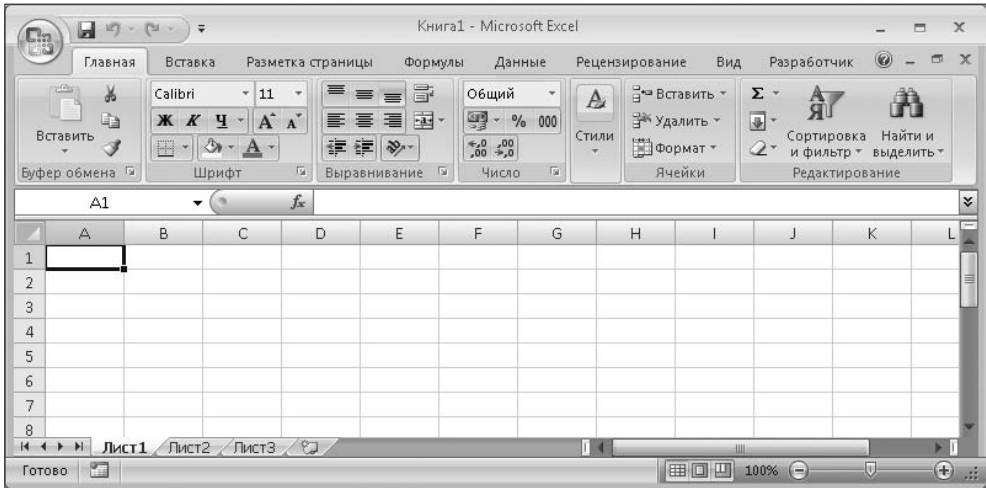


Рис. 1.12. Рабочая книга Excel

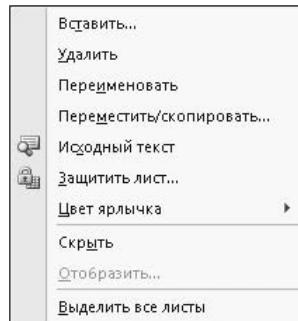


Рис. 1.13. Контекстное меню ярлычка рабочего листа

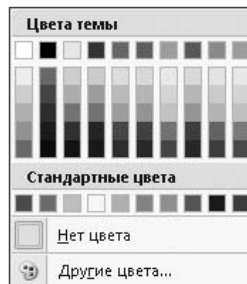


Рис. 1.14. Изменение цвета ярлычка рабочего листа



Рис. 1.15. Переключатель внешнего вида рабочего листа и регулятор масштаба изображения

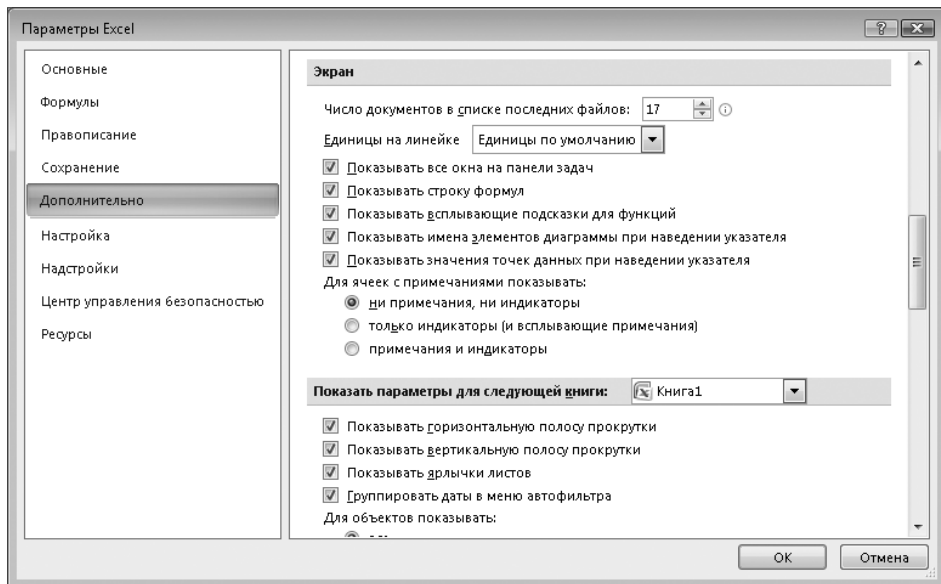


Рис. 1.16. Настройка внешнего вида книги Excel

## ВНИМАНИЕ

Для сохранения книг Excel 2007 используется формат файлов, принципиально отличающийся от предыдущих версий. Эти файлы имеют расширение XLSX вместо XLS. Проводник Windows показывает различные иконки для таких файлов. Сохранение файлов в новом формате автоматически включает расширенную по сравнению с предыдущими версиями функциональность, именно этот вариант является предпочтительным. В то же время из соображений совместимости с предыдущими версиями Excel можно сохранить файл в старом формате. Excel 2007 может также сохранять файлы в формате PDF для программы Adobe Reader, однако для этого необходимо загрузить с сайта Microsoft специальное дополнение. При его загрузке проверяется легальность установленной на данном компьютере версии Excel 2007.

## Ввод и изменение данных

Все данные в Excel вводятся в ячейки. Обычно под этим подразумевается ввод чисел и текста. Однако это был бы слишком простой вариант использования столь мощной программы. Ценность Excel состоит в том, что данные в ячейках можно использовать в математических и тестовых операциях, например, соединять две текстовых строки в одну или осуществлять более сложные преобразования.

Для ввода чисел, текста или любой другой информации необходимо сначала выделить курсором нужную ячейку. Далее можно просто продолжать ввод, при этом




вводимые символы будут отображаться не только в данной ячейке, но и в *строке формул*. Можно продолжить ввод, установив курсор в нее — часто удобнее именно такой вариант.

## Выделение ячеек, строк, столбцов

В некоторых случаях возникает необходимость указать не одну, а сразу несколько ячеек. Это может потребоваться, чтобы проделать над всеми ячейками одну и ту же операцию, указать область ячеек для какой-то операции и т. п. Для этого сначала выделяем одну ячейку, затем нажимаем кнопку мыши и, не отпуская кнопки, растягиваем область выделения на нужные ячейки.

При необходимости выделить несмежные диапазоны ячеек необходимо выделить первый из них, нажать клавишу **Ctrl** и, удерживая ее, выделить второй, третий и все остальные диапазоны ячеек. При этом выделенные ячейки окрашиваются в светло-голубой цвет. После выделения всех ячеек можно совершить с ними нужную операцию.

Подобная операция может быть выполнена и другим способом. Необходимо выделить первый диапазон ячеек и нажать клавиши **Shift+F8**. При этом включается режим выделения, и далее обычным способом выделяются остальные ячейки. Для выключения режима выделения надо повторно нажать клавиши **Shift+F8**. Выбранные ячейки, как и в случае использования предыдущего способа, выделяются цветом.

Для выделения всей строки или всего столбца нужно щелкнуть кнопкой мыши на заголовке соответствующей строки (столбца). Выделить несмежные столбцы (строки) можно по аналогии с помощью клавиш **Ctrl** или **Shift+F8**. Для одновременного выделения всех ячеек рабочего листа нажимается кнопка , которая находится на пересечении заголовков столбцов или строк.

## Ссылки

В более ранних версиях Excel строки по умолчанию нумеровались числами, а столбцы — буквами. В версии Excel 2007 по умолчанию устанавливается числовая нумерация и строк и столбцов. Именно этот вариант используется при первом запуске программы. Это можно изменить (Office ► Параметры Excel ► Формулы). Далее надо убрать флажок **Стиль ссылок R1C1** (рис. 1.17). При работе с данными в Excel постоянно приходится ссылаться на конкретные ячейки, в которых они хранятся. Это делается указанием *адреса ячеек*. Если столбцы нумеруются буквами, то адрес ячейки записывается соединением обозначений столбца и строки, например, адрес ячейки на пересечении столбца В и строки 3 записывается как В3. Если выбран стиль ссылок R1C1, то, как видно из его названия, адрес этой ячейки будет выглядеть как R3C2 (буква R обозначает сокращенное английское слово row (строка), а буква C — column (столбец)). Стиль нумерации столбцов не влияет на работу программы, поэтому его можно не изменять. Более того, если во время работы уже введены некоторые адреса ячеек в определенном стиле, а затем стиль ссылок был изменен, Excel автоматически изменяет введенные ранее адреса, и ошибок

при работе с ними не происходит. Если открывается старый файл, в котором была использована другая адресация, то при работе с ним будет использоваться именно его способ адресации.

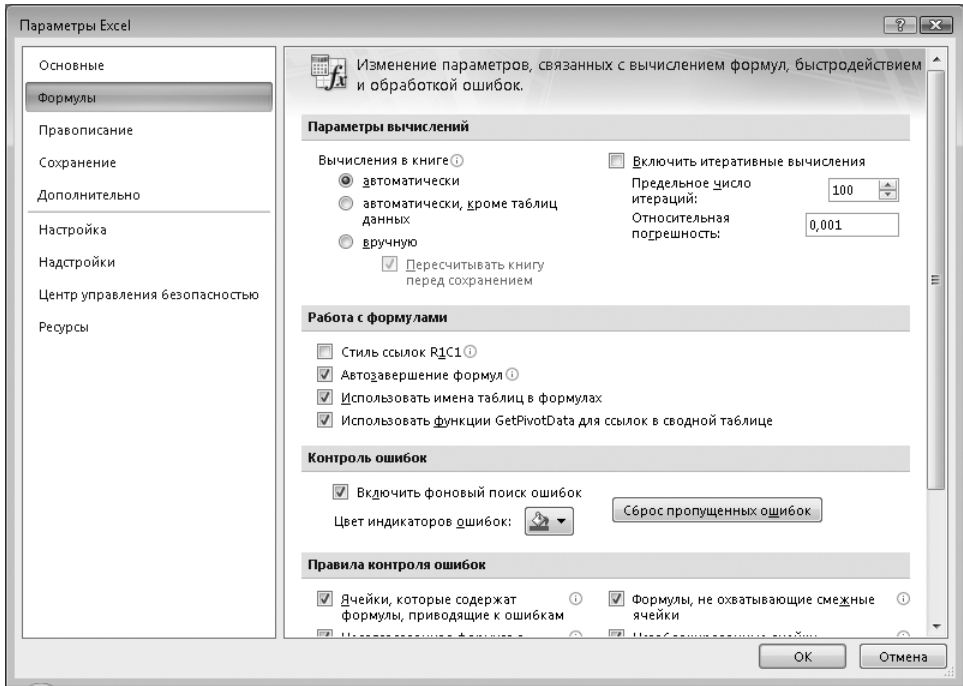


Рис. 1.17. Настройка параметров Excel

Еще один удобный способ адресации к отдельным ячейкам или их диапазонам заключается в присвоении им имен. Для этого на вкладке **Формулы** предусмотрен набор средств. В группе **Определенные имена** находится кнопка **Присвоить имя** для создания нового имени, которое будет в дальнейшем ассоциироваться с выделенными ячейками. Так создается **именованный диапазон**. В этой группе также находятся кнопка **Создать из выделенного фрагмента** для автоматического создания имен для диапазона ячеек (имя берется из одной из выделенных ячеек) и кнопка **Диспетчер имен**, с помощью которой можно не только создавать новые имена и изменять их, но и контролировать список имеющихся, удаляя ненужные имена. С помощью **диспетчера имен** (рис. 1.18) можно из одного расположения организовывать, обновлять и управлять множеством именованных диапазонов. Кроме того, имена можно использовать в формулах и при вызове функций Excel. Это делает вычисления более наглядными и в некоторых случаях упрощает их модификацию.

На рис. 1.19 показано диалоговое окно создания нового имени для некоторого диапазона ячеек.

Иногда случается имя может быть взято из соседних ячеек — в этих случаях можно воспользоваться кнопкой **Создать из выделенного фрагмента** (рис. 1.18). На рис. 1.20 по-

казано соответствующее окно. При этом имя берется из одной из ячеек выделенного диапазона (верхней, левой, нижней или правой). Ячейка, из которой взято имя, используется только для этой цели и не влияет на дальнейшие операции с данным диапазоном.

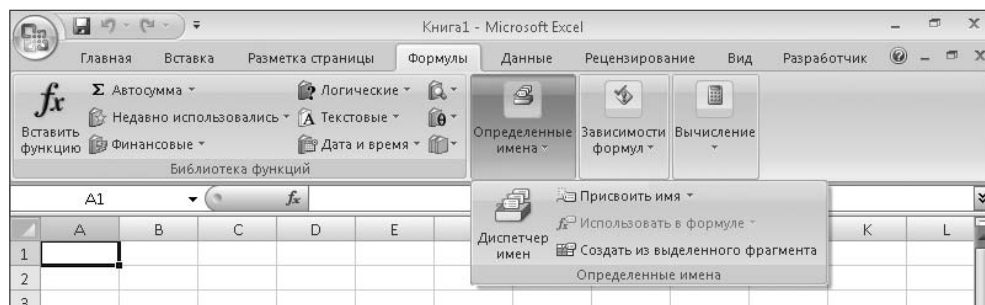


Рис. 1.18. Диспетчер имен

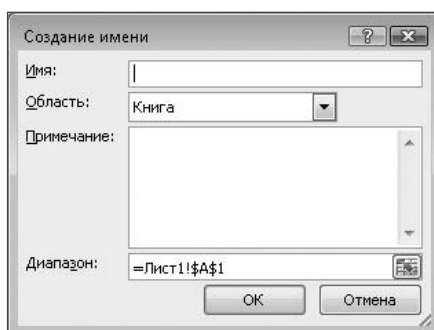


Рис. 1.19. Определение нового имени для диапазона ячеек

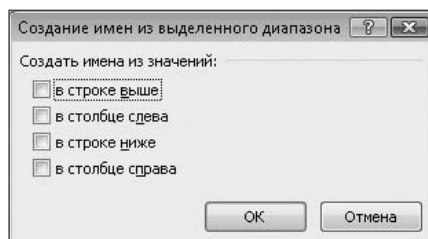


Рис. 1.20. Создание имен из выделенного диапазона ячеек

Созданные имена диапазонов удобно использовать при различных вычислениях вместо адресов ячеек. В этом случае формулы становятся более короткими и наглядными. Для использования имен во вводимых формулах предназначена кнопка **Использовать в формуле**, которая позволяет выбрать имя из списка. Очевидно, что удаление имени никак не затрагивает данные, хранящиеся в ячейке. На рис. 1.21 показан пример такого использования. В данном случае **Номер1** — это

имя некоторого диапазона ячеек. Если в раскрывшемся списке выбрать какое-то из имен (в этом примере использовано только одно имя), то оно будет вставлено в текущее место формулы.

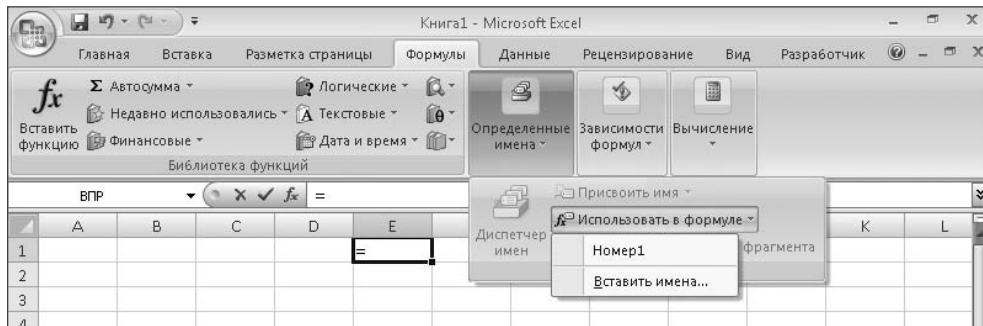


Рис. 1.21. Использование имен диапазонов ячеек в формулах

## Столбцы, строки, ячейки

Как уже говорилось ранее, ячейка является хранилищем информации. Именно в ней находятся числа, текст, формулы вычислений. Вся основная работа в Excel связана с ячейками. При создании нового рабочего листа все ячейки имеют стандартный размер, но в процессе работы целесообразно изменять его в соответствии с содержимым ячеек. Это можно сделать, выделив весь столбец или строку и нажав правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню (на рис. 1.22 показано контекстное меню для столбца) нужно выбрать пункт **Ширина столбца...** или **Высота строки...** Это же можно сделать просто при помощи кнопки мыши — подведя курсор к нужной границе, нажав кнопку и двигая мышью в нужном направлении. Конечно, это не будет точным указанием размеров, поэтому во многих случаях лучше воспользоваться первым способом. Точные размеры ячеек могут иметь большое значение при составлении бухгалтерских бланков, поэтому остановимся на этом вопросе подробнее.

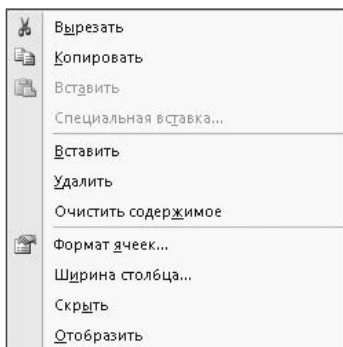


Рис. 1.22. Контекстное меню для столбца

Ширина столбца на листе может иметь любое значение от 0 до 255. Это значение соответствует числу знаков, которые могут быть отображены в ячейке, отформатированной с использованием стандартного шрифта. Этот шрифт установлен по умолчанию для обычного стиля ячеек. Ширина столбца по умолчанию составляет 8,43 знака. Если ширина столбца равна 0, столбец будет скрыт. На рис. 1.23 показано диалоговое окно определения ширины столбца.

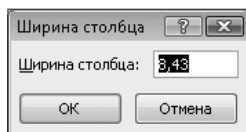


Рис. 1.23. Определение ширины столбца

Высоту строки (рис. 1.24) можно задать в пределах от 0 до 409. Это значение соответствует высоте строки в пунктах (1 пункт соответствует приблизительно 1/72 дюйма). Высота строки по умолчанию составляет 12,75 пункта. Если высота строки равна 0, строка будет скрыта.

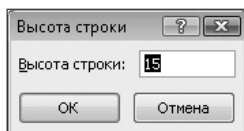


Рис. 1.24. Определение высоты строки

Иногда возникает необходимость поместить в ячейку длинный текст, но увеличивать ширину столбца нецелесообразно. В этом случае можно объединить несколько ячеек в одну. Часто подобные операции выполняются для головок таблиц. Для объединения достаточно выделить несколько расположенных рядом ячеек и щелкнуть на них правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню и небольшая контекстная панель инструментов. На ней есть кнопка для объединения ячеек . Такая же кнопка есть и в группе Выравнивание вкладки Главная. Если несколько ячеек были ранее объединены в одну, а позднее потребовалось вернуться к их первоначальному виду, то это можно сделать аналогичным образом. При выделении таких ячеек кнопка изображается нажатой. Если нажать ее снова, то ячейка разделится на исходные части. Пример объединения ячеек показан на рис. 1.25.

Если при вводе длинного текста в одну ячейку он не помещается в ней, то такой текст может изображаться поверх ячеек, расположенных справа от нее, но только в случае если ячейки справа пусты. Когда встречается ячейка, содержащая какие-то данные, длинный текст изображается только до левой границы такой ячейки. Для правильного изображения длинного текста в ячейке можно увеличить ее ширину, объединить несколько ячеек или разрешить перенос слов в ячейке (Главная ► Формат ► Формат ячеек ► Выравнивание ► Переносить по словам). Можно также использовать кнопку . Включение этого режима позволяет располагать текст в ячейке в несколько строк (рис. 1.26). При этом необходимо увеличить высоту строки, так как иначе часть текста не будет видна.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Очень длинный текст							
3									
4		Очень дл	Другой текст						
5									
6		Текст размещен в объединенных ячейках							
7									

Рис. 1.25. Объединение ячеек

	A	B	C
1			
2		Очень длинный текст	
3			
4			

Рис. 1.26. Расположение текста в несколько строк в ячейке

Вычисления, выполняемые в Excel, могут быть достаточно сложными. В таких случаях требуется сохранение промежуточных результатов. Ячейки с такими данными не должны изображаться при печати документа. Этого можно добиться различными способами. Во-первых, просто разместить все исходные данные, промежуточные результаты вычислений и все второстепенное на других листах рабочей книги и не печатать их. Во-вторых, можно скрыть некоторые столбцы или строки (выделить столбец или строку и в контекстном меню выбрать пункт Скрыть). В скрытых ячейках могут храниться исходные данные, в них можно заносить результаты вычислений, то есть они полноценно участвуют во всех операциях, но остаются при этом невидимыми для пользователя. В-третьих, можно разместить все вспомогательные данные и результаты на отдельном листе и скрыть весь лист. Для этого нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлычке листа и в появившемся меню выбрать пункт Скрыть (пример такого меню показан выше, см. рис. 1.13). При необходимости вернуться к редактированию скрытых столбцов, строк или листов нужно восстановить их отображение с помощью пункта меню Отобразить... На рис. 1.27 показан пример восстановления скрытого листа (Лист2 книги Excel).

Наконец, можно оставить все данные видимыми, разместить их на одном листе, но указать область печати. При этом на принтер будет выводиться только указанная область. Область печати определяется таким образом, чтобы второстепенные данные не попадали в нее. Задание области печати показано на рис. 1.28 (Разметка страницы ▶ Область печати). На рабочем листе область печати изображается прямоугольником, очерченным пунктирной линией. При необходимости область печати можно отменить и задать снова, указав другой ее размер.

Иногда возникает необходимость вставить строку или столбец между двумя существующими. При этом можно воспользоваться контекстным меню строки (столбца) или кнопкой Вставить в группе Ячейки вкладки Главная. Эта кнопка имеет меню (рис. 1.29).

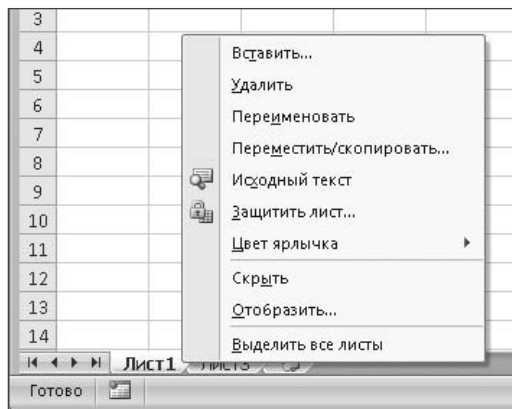


Рис. 1.27. Восстановление отображения скрытого листа

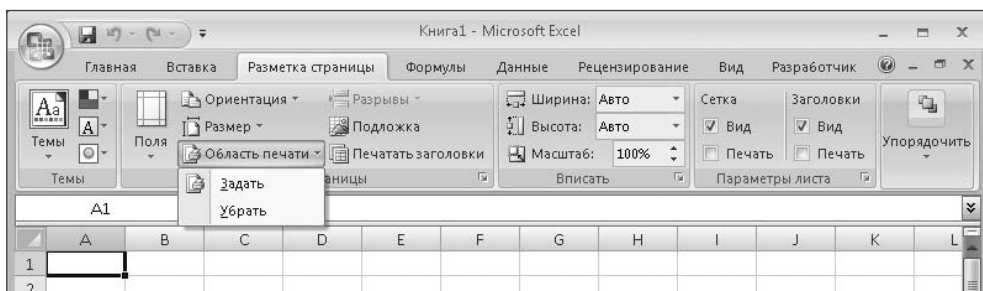


Рис. 1.28. Задание области печати

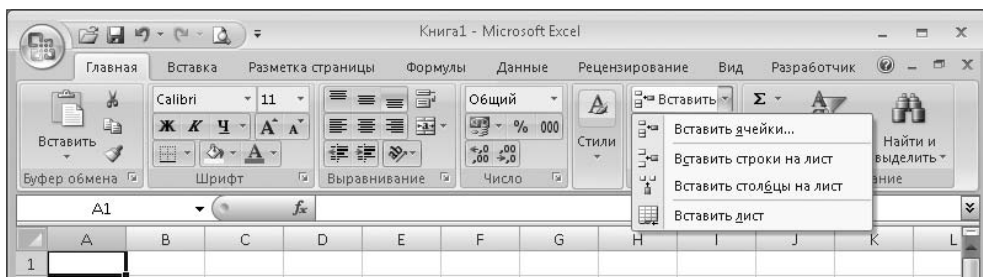


Рис. 1.29. Кнопка Вставить группы Ячейки

С помощью кнопки Удалить можно выполнять не только операции удаления ячеек, строк или столбцов, но и удалить лист целиком (рис. 1.30).

Для различных операций форматирования ячеек удобно использовать кнопку Формат (рис. 1.31). В ее меню сосредоточены операции задания размеров строки и столбца, автоматического подбора размеров. Здесь же находятся различные операции с листами (видимость, переименование, цвет ярлычка, защита и др.).

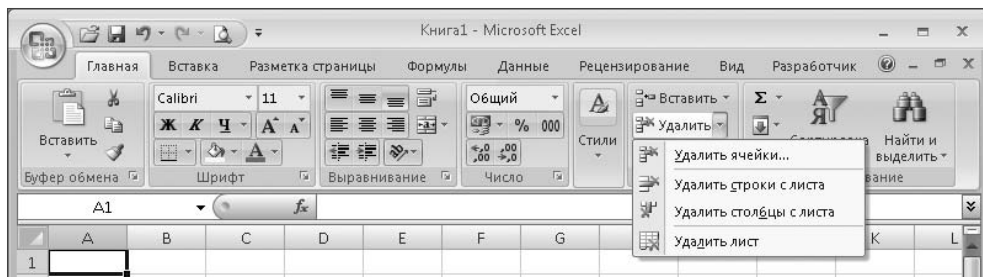


Рис. 1.30. Кнопка Удалить группы Ячейки

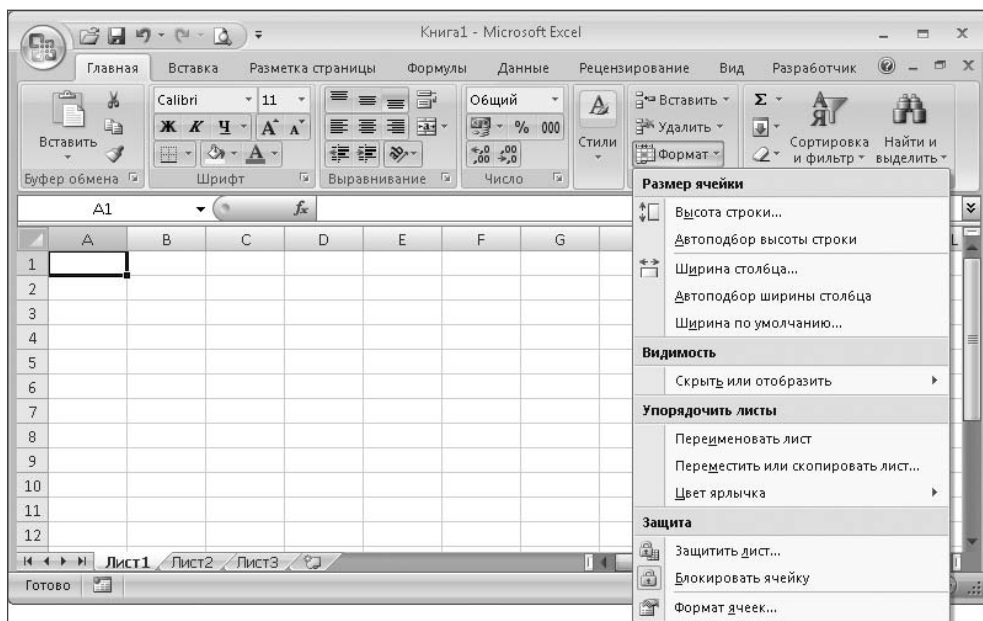


Рис. 1.31. Кнопка Формат группы Ячейки

## Копирование, перемещение и вставка

В ячейки часто приходится вводить повторяющиеся данные. Как и в текстовом редакторе, для этой цели можно использовать операции копирования в буфер обмена и вставки из него. На вкладке Главная в группе Буфер обмена для этого существуют кнопки Копировать и Вставить. Однако в Excel при копировании ячеек таблицы возникает проблема копирования не только содержимого ячейки, но и других параметров, например ее размеров. В некоторых случаях копировать размеры нет необходимости (или даже нельзя этого допускать), а в других следует делать полную копию ячеек, включая размеры. При вставке обычным способом многие параметры оформления не копируются, когда это необходимо (например ширина столбца), или наоборот,



копируются, хотя этого не требуется (рамка ячейки). Для решения данной проблемы в Excel 2007 предусмотрена операция Специальная вставка. Если выделить некоторый диапазон ячеек и скопировать их в буфер обмена командой Копировать, затем нажать на нижнюю часть кнопки Вставить из буфера и в появившемся меню выбрать пункт Специальная вставка..., то открывается окно выбора возможных вариантов (рис. 1.32), среди которых можно выбрать нужные, например варианты без рамки и ширины столбцов.

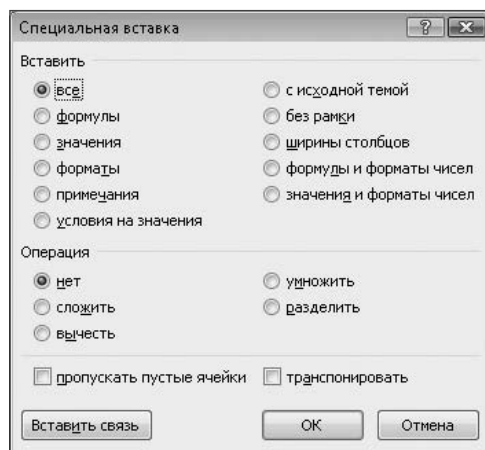



Рис. 1.32. Специальная вставка

Для перемещения содержимого одной ячейки в другую могут использоваться кнопки Вырезать и Вставить. Можно также перенести содержимое ячейки при помощи кнопки мыши, для чего следует выделить нужный диапазон и подвести курсор к границе области. При этом курсор принимает вид четырех стрелок, направленных в разные стороны . Далее при нажатой левой кнопке мыши вся выделенная группа ячеек перемещается в другое место.

## Очистка и удаление ячеек

При необходимости очистить ячейки (удалить их содержимое) нужно сначала их выделить и затем нажать клавишу Del. Если выделен весь столбец или строка, то происходит очистка всех их ячеек. В некоторых случаях можно просто удалить некоторые строки или столбцы. Для этого нужно выбрать пункт Удалить в контекстном меню, которое появляется при нажатии правой кнопки мыши.

Во многих случаях для удаления ячеек, столбцов и строк удобнее пользоваться кнопкой Удалить (рис. 1.30) в группе Ячейки вкладки Главная.

## Форматирование данных

Для правильного и красивого оформления документов в Excel можно применять различные шрифты, способы выделения и выравнивания текста, используя элементы

управления, расположенные на вкладке Главная. Здесь расположены группы инструментов Шрифт и Выравнивание. С их помощью можно выбрать шрифт, его размер и способ выделения (жирный, курсив), а также изменить цвет фона ячейки или символов. Можно установить выравнивание текста в ячейке по горизонтали (влево, по центру, вправо) и по вертикали (вверху, посередине, внизу). В нескольких последних версиях Excel появилась возможность писать текст в ячейке не только горизонтально и вертикально, но и под углом. Эта возможность используется редко, но иногда она может быть полезна. В группе Выравнивание находятся кнопки для объединения нескольких выделенных ячеек в одну и для расположения длинного текста в ячейке в несколько строк вместо одной, предусмотренной по умолчанию. На этой же вкладке расположена группа Число, предназначенная для выбора формата представления чисел в ячейке (*финансовый* или *процентный* формат, количество знаков после запятой и т. д.). Очень удобным форматом для изображения больших чисел является формат *с разделителями*, когда число разделяется на разряды по три цифры. Все это похоже на работу в текстовом редакторе. Отличие состоит в том, что эти параметры нельзя применить к отдельному символу, они устанавливаются для ячейки целиком, и все, что в ней находится, изображается одним и тем же способом. Аналогично форматирование применяется к нескольким выделенным в данный момент ячейкам, строке или столбцу. На рис. 1.33 показан раскрывающийся список различных вариантов форматов содержимого ячейки. Этот список находится в группе Число вкладки Главная. Если в списке выбрать пункт Другие числовые форматы..., то открывается окно Формат ячеек. В этом окне можно более детально настроить формат содержимого выделенных ячеек. Используя различные вкладки этого окна, можно настроить все параметры формата, например, на рис. 1.34 показано изменение выравнивания и направления (ориентации) текста. В группе Выравнивание вкладки Главная находятся кнопки, позволяющие выполнить некоторые из этих действий.

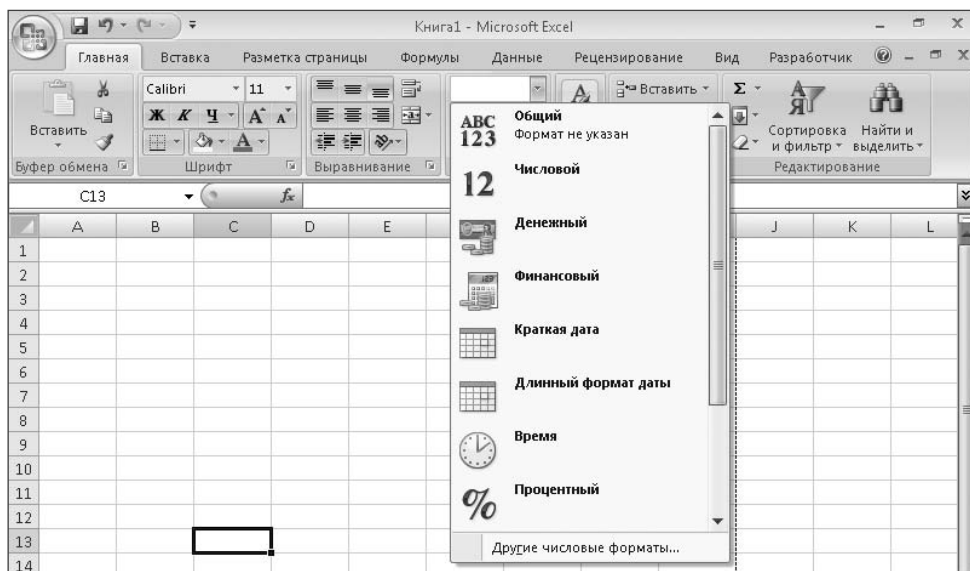


Рис. 1.33. Форматирование содержимого ячейки

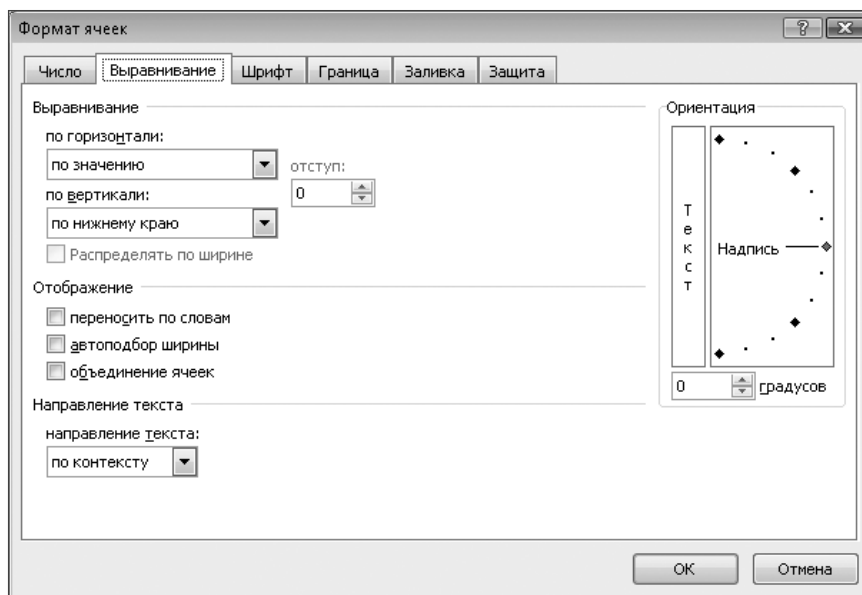


Рис. 1.34. Настройка выравнивания содержимого ячеек

Содержимое ячеек может отображаться различными шрифтами и иметь различное цветовое оформление. Фон ячейки также может быть окрашен различными способами. Для этого используются кнопки группы Шрифт вкладки Главная.

В Excel 2007 есть интересная особенность: при изменении шрифта или его размера достаточно подвести курсор к соответствующему элементу раскрывающегося списка в группе Шрифт, и в выделенной ячейке отобразится этот вариант. Это значительно облегчает подбор нужного шрифта и его размера. Для выбора окончательного варианта нужно щелкнуть кнопкой мыши на этом элементе списка. Этот эффект продемонстрирован на рис. 1.35.

На рис. 1.36 показаны различные варианты форматирования ячеек:

- ✓ перенос по словам;
- ✓ выравнивание по середине (по вертикали);
- ✓ выравнивание по центру (по горизонтали);
- ✓ изменение шрифта;
- ✓ денежный формат числа;
- ✓ формат с разделителями.

Интересные и наглядные способы форматирования данных предлагает условное форматирование (Стили ► Условное форматирование). Например, можно изменить цвет ячейки в зависимости от значения ее содержимого. Если форматируется группа ячеек, то в некоторых случаях целесообразно вставить диаграмму, цветовую шкалу или специальный значок. При применении такого форматирования ячейки могут менять свой вид и цвет в зависимости от своего содержимого и содержимого соседних ячеек.

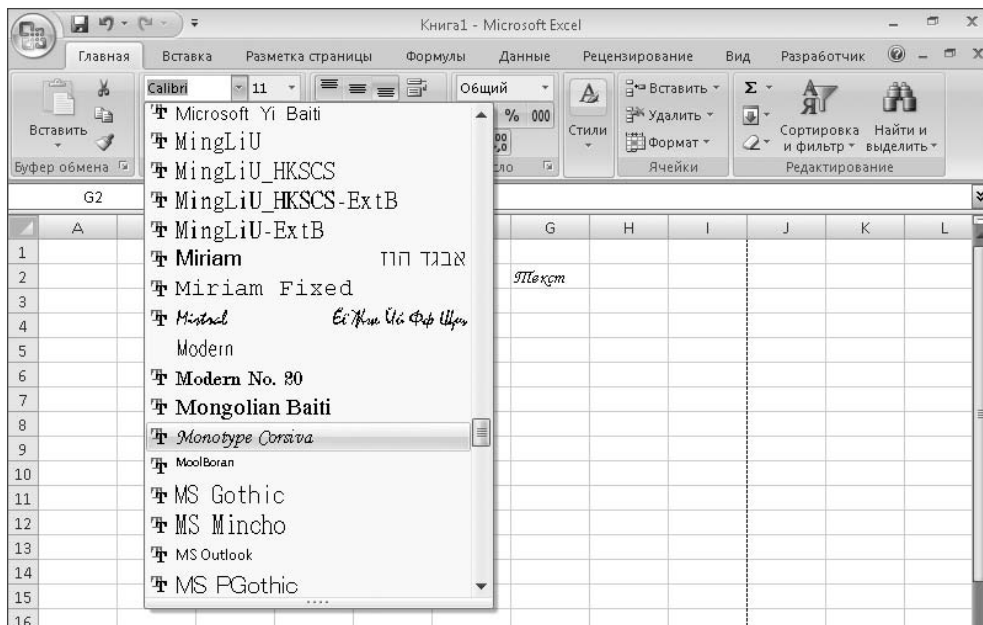


Рис. 1.35. Просмотр вариантов шрифтового оформления текста

	A	B	C	D
1				
2		очень длинный текст		
3				
4			выравнивание по середине	выравнивание по центру
5	<b>Различные форматы чисел</b>			
6		100,00р.		
7				
8		1 000 000,00		
9				

Рис. 1.36. Примеры различного форматирования текста и чисел

На рис. 1.37 показано меню кнопки Условное форматирование. С его помощью можно не только выбрать вариант оформления, но и легко выполнить настройку параметров. Некоторые варианты условного форматирования показаны на рис. 1.38:

- ✓ наборы значков (столбец A);
- ✓ цветовые шкалы (столбец C);
- ✓ гистограммы (столбец E).

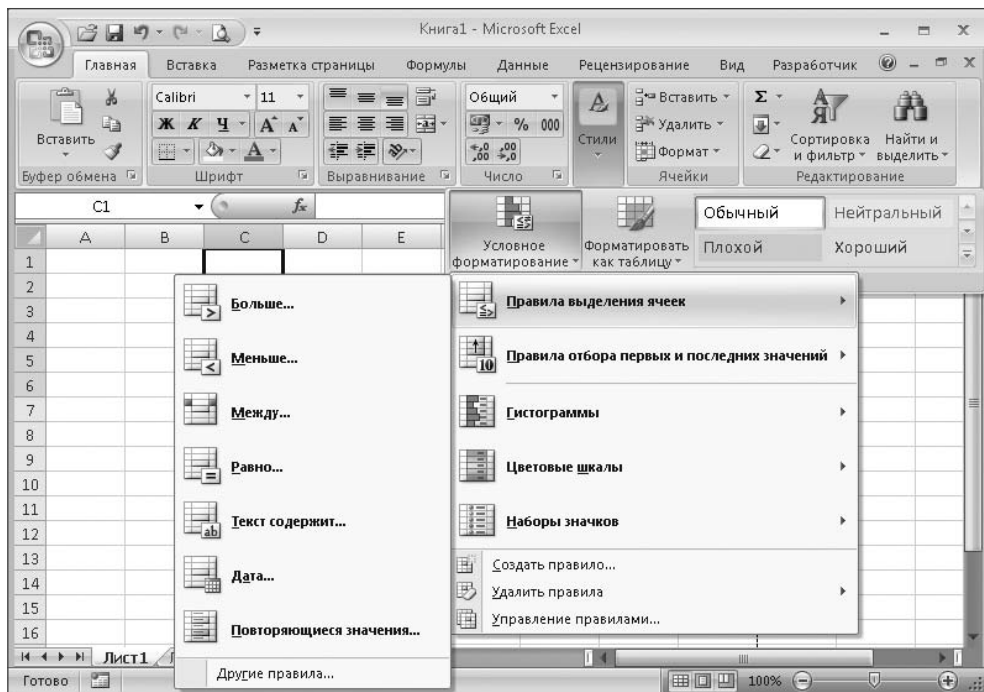


Рис. 1.37. Меню кнопки Условное форматирование

	A	B	C	D	E	F
1	↓	11	11		11	
2	→	22	22		22	
3	↑	33	33		33	
4						
5						

Рис. 1.38. Примеры условного форматирования ячеек

Здесь приведены лишь некоторые особенности и возможности Excel 2007, которые можно эффективно использовать в работе менеджера.

## Глава 2

---

# Типовые операции в Excel

Работа в Excel была интуитивно понятна и в более ранних версиях программы, но с появлением нового интерфейса она стала еще проще. Многие операции пользователь может освоить самостоятельно, но для полноты описания они все-таки требуют отдельного рассмотрения.

## Операторы и операции

В Excel 2007 доступны арифметические операции сложения (+), вычитания (-), умножения (\*), деления (/), возведения в степень (^), а также специальная операция вычисления процентов (%). Основные операции понятны; вычисление процентов менее очевидно, но в работе бухгалтера ее использование удобно. Например, результатом вычисления формулы  $=1*20\%$  является значение 0,2. Все эти операторы составляют так называемую группу *арифметических операторов*.

Для работы с фрагментами текста применяется *текстовый оператор конкатенации* (&), то есть сцепления строк.

Иногда при вычислении необходимо указать не одну ячейку, а их последовательность или несколько групп ячеек. Для этого могут использоваться *операторы ссылок* «:» (двоеточие указывает диапазон ячеек и ставится между двумя адресами ячеек) и «;» (точка с запятой указывает на присоединение к перечисленным ранее адресам следующих далее адресов ячеек). Примерами могут служить записи вида B5:B15 и B5:B15;B17:B20. Интересный, но редко используемый на практике оператор «пробел» позволяет определить пересечение ячеек из двух диапазонов, например, запись B5:B15 A10:C10 указывает на ячейку B10.

Для сравнения нескольких значений применяются следующие *операторы сравнения*: равно (=), больше (>), меньше (<), больше или равно (>=), меньше или равно (<=), не равно (<>). Эти операторы используются в логических выражениях

и функций при проведении проверок. С их помощью можно произвести различные действия в зависимости от результата вычислений.

Как и в обычных вычислениях, все операции выполняются в порядке старшинства (приоритета); для изменения порядка операций применяются круглые скобки ( ). Очевидно, что надо следить за строгим соответствием количества открывающихся и закрывающихся скобок, в чем помогает сама программа, указывая на несоответствия.

## Автоматизация ввода данных

В Excel имеются удобные инструменты для упрощения ввода данных. Некоторые из них очевидны, потому что реализованы аналогично другим программам, например текстовым редакторам. К ним можно отнести операции вырезания, копирования в буфер и вставки из буфера. Таким образом можно ввести, например, несколько одинаковых формул или перенести их из одной ячейки в другую. Однако имеются и специфические возможности, которых нет в программах другого назначения. К таким операциям относятся автоматическое завершение ввода и автоматическое заполнение ячеек.

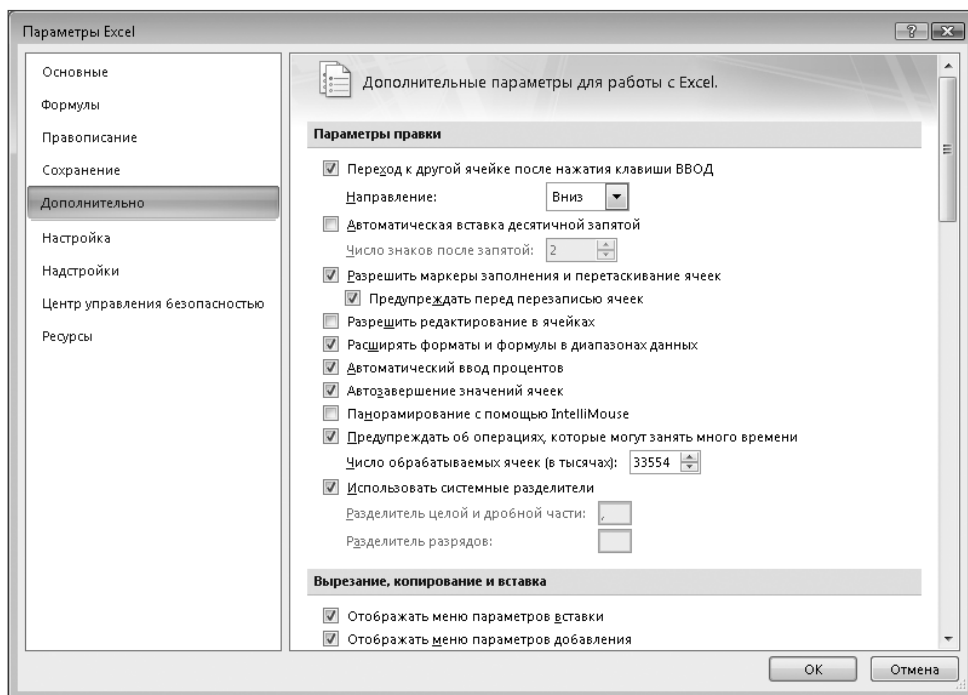




Рис. 2.1. Настройка дополнительных параметров правки

Автоматическое завершение ввода действует для ячеек, содержащих текст или комбинацию текста и чисел. Оно представляет собой подстановку одного из

повторявшихся ранее вариантов содержимого ячеек. По мере ввода содержимого ячейки Excel показывает похожие варианты, если очередной вариант устраивает пользователя, то можно принять его, нажав клавишу Enter. При необходимости можно отключить автоматическое завершение ввода (Office ► Параметры Excel ► Дополнительно ► Параметры правки). Окно настройки параметров Excel, в котором производятся эти операции, показано на рис. 2.1.

Автоматическое заполнение ячеек работает иначе. Если, например, нужно ввести в столбец номера от 1 до 100, можно ввести 1 и 2 в первые две строки и выделить эти ячейки. Выделенная ячейка (или несколько ячеек) имеет специальный маркер в виде квадрата (*маркер заполнения*) в правом нижнем углу . Этот маркер используется для автоматизации ввода данных в соседние ячейки (автоматического заполнения). По типу данных и их значениям в выделенных ячейках Excel может определить, какими значениями заполнять другие ячейки. При подведении указателя мыши к маркеру он изменит вид — превратится в маленький крест . Нажав в этот момент кнопку мыши и растягивая рамку выделения на другие ячейки, можно заполнить их соответствующими значениями. Если выделить только одну ячейку и проделать подобную операцию, то ее значение будет скопировано в другие. Автоматическим заполнением ячеек можно пользоваться не только для чисел, но и для других типов данных, например названий месяцев или дат. На рис. 2.2 показаны примеры автоматического заполнения ячеек.

	A	B	C	D	E	F
1	1		январь		01.01.2007	
2	2		февраль		01.02.2007	
3	3		март		01.03.2007	
4	4		апрель		01.04.2007	
5	5		май		01.05.2007	
6	6		июнь		01.06.2007	
7	7		июль		01.07.2007	
8	8		август		01.08.2007	
9	9		сентябрь		01.09.2007	
10	10		октябрь		01.10.2007	
11	11		ноябрь		01.11.2007	
12	12		декабрь		01.12.2007	
13	13		январь		01.01.2008	
14	14		февраль		01.02.2008	
15	15		март		01.03.2008	
16	16		апрель		01.04.2008	
17	17		май		01.05.2008	

Рис. 2.2. Применение автоматического заполнения ячеек данными различного вида

## ВНИМАНИЕ

Режим автоматического заполнения включен в Excel по умолчанию, однако он действует только при включенных маркерах заполнения и перемещения. Настройка этого режима производится в окне Параметры Excel (Office ► Параметры Excel ► Дополнительно), где следует установить флажок Разрешить маркеры заполнения и перетаскивание ячеек. Окно настройки этих параметров показано на рис. 2.1.



## Формулы

Для ввода формулы в какую-либо ячейку необходимо, как и при вводе обычного текста, выделить ее, установив в ней курсор и щелкнув мышью, а затем ввести знак «=». Любая формула начинается с этого знака — он служит ее признаком, и без него содержимое ячейки воспринимается как обычный текст. После этого знака следует текст формулы. Замысел состоит в использовании данных из ячеек, поэтому нужно продолжать писать формулу, указывая их адреса. При этом Excel предоставляет удобные инструменты для упрощения ввода адресов ячеек — можно просто отметить их указателем мыши. Такая ячейка выделяется пульсирующей пунктирной рамкой (рис. 2.3), и в написанную строку формулы вставляется соответствующий адрес. Если используется стиль ссылок R1C1, то формируется адрес ячейки с данными, указывающий смещение относительно текущей ячейки с формулой. Например, адрес R[-1]C[2] указывает на ячейку, расположенную на одну строку выше и на два столбца правее текущей (номера строк и столбцов изменяются на указанное в квадратных скобках приращение). Если выбрана буквенная, а не цифровая нумерация столбцов, то адрес указанной ячейки формируется в обычном виде с указанием буквы столбца и номера строки.

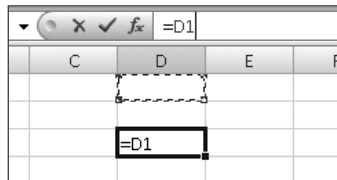



Рис. 2.3. Указание ячейки при вводе формулы

После указания ячейки (аналогично указывается и диапазон ячеек) можно продолжить ввод формулы, добавив, например, знаки операций, числовые значения или указав другую ячейку. По окончании ввода формулы нажимаем на клавиатуре клавишу Enter или кнопку ввода перед строкой формул. Кнопка , как и клавиша Esc, отменяет все сделанные с содержимым ячейки операции. На рис. 2.4 показан пример арифметических вычислений по введенной формуле.

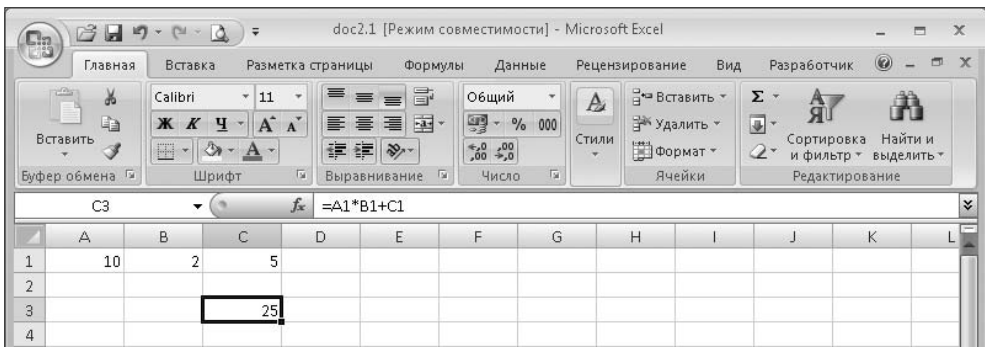


Рис. 2.4. Пример введенной формулы

При необходимости можно вставить строки или столбцы между некоторыми ячейками. Для этого выделяем всю строку или столбец, установив указатель на соответствующий заголовок, нажимаем правую кнопку мыши и в появившемся меню выбираем пункт **Вставить**. Для этой цели можно также использовать кнопку **Вставить** группы **Ячейки** вкладки **Главная**.

Можно проверить, что при добавлении строк или столбцов вычисления по-прежнему выполняются правильно, а в саму формулу Excel автоматически вносит необходимые изменения независимо от используемого стиля ссылок. Можно также очистить какую-либо ячейку — при арифметических операциях отсутствующие данные воспринимаются как нулевые, и формула выдает верный результат и в этом случае.

Иногда может возникнуть потребность использовать в каких-то операциях ячейки, находящиеся на другом листе рабочей книги. В этом случае при прямом указании ячейки необходимо перейти на этот лист и выделить нужную ячейку. Во время этих операций в строке формулы продолжает формироваться ее полный вариант. Такие операции можно повторить много раз и затем вернуться к исходному листу, чтобы увидеть результат вычислений. При ссылке на ячейку другого листа книги к адресу ячейки добавляется имя листа, адрес ячейки в этом случае имеет примерно такой вид: `Лист2!R[-5]C[-10]`. При необходимости использования ячейки из другой книги нужно открыть файл этой книги и таким же способом указать нужную ячейку. В адрес ячейки будет включено имя файла: `[Книга2]Лист2!R2C2`. Стиль ссылок во всех случаях один и тот же, однако адрес ячейки формируется различными способами. В первом случае указывается смещение ячейки относительно ячейки с формулой, хотя они находятся на разных листах книги. Во втором случае адрес ячейки `R2C2` отсчитывается независимо от этого, так как используются два различных файла Excel.

При использовании формул очень часто применяется автоматическое заполнение ячеек. Например, в ячейку `C1` вводится формула `=A1+B1`. Допустим, что далее необходимо распространить подобные формулы суммирования ячеек на другие строки. В этом случае можно использовать обычные операции копирования и вставки с помощью кнопок на вкладке **Буфер обмена**, но проще выполнить копирование с помощью кнопки мыши — в обоих случаях ячейки заполнятся измененными формулами. В ячейке `C2` будет находиться формула `=A2+B2`, аналогично изменятся и формулы в других строках. В рассмотренном случае меняется номер строки, используемый в формуле, но аналогично может измениться номер столбца при копировании формулы в другие ячейки текущей строки.

Это удобное свойство часто используется на практике, но иногда возникает необходимость копировать формулы, сохраняя некоторые адреса ячеек. В этих случаях используется *абсолютная адресация* ячеек. Чтобы адрес столбца или строки остался неизменным при копировании формулы, достаточно поставить перед ним символ «\$». Например, написав рассмотренную ранее формулу в виде `=$A$1+B1` и скопировав ее аналогичным способом в другие ячейки, можно в ячейке `C2` получить `=$A$1+B2`, а в ячейке `D2` соответственно `=$A$1+C2`.

---

**СОВЕТ**

Пользователь имеет возможность использовать в адресе ячейки абсолютную (с использованием «\$») и относительную (без использования «\$») адресацию столбца и строки в различных комбинациях.


---

## Функции

Excel обладает большим набором встроенных функций, которые помогают выполнять сложные вычисления. Все функции разделены на группы по их назначению: финансовые, логические, текстовые и др. Список функций, сгруппированных по категориям, приведен в прил. А.

Все функции в русской версии Excel имеют русские имена, образованные от названий соответствующих действий. При частом использовании одних и тех же имен это могло бы облегчить их запоминание, однако проблема ручного ввода имен функций и их аргументов оставалась бы достаточно сложной. Для удобства в Excel имеются различные механизмы, значительно облегчающие эти действия. Самый простой из них — контекстная подсказка. Она начинает работать при вводе части имени функции. При этом показывается список похожих имен функций. При двойном щелчке кнопкой мыши нужное имя подставляется в строку формул. Далее под строкой формул в маленьком окне появляется подсказка с необходимыми аргументами.

Ввод функции в ячейку начинается с символа «=». Этот символ, как и при вводе формул, указывает программе, что содержимое ячейки является вычисляемым значением. После этого символа вводится функция. При вводе функции в ячейку необязательно ограничиваться вычислением значения одной функции в ячейке. Логично использовать более сложные выражения, включающие различные функции, формулы, адреса ячеек, числа и текст.

Удобен вариант ввода с использованием *Мастера функций*, который запускается нажатием кнопки  перед строкой формул. При работе мастера сначала выбирается категория функций, затем из списка выбирается необходимая функция и далее в специальном окне вводятся аргументы функции. Вводимые данные сопровождаются пояснениями, происходит вычисление некоторых величин, и при ошибке, связанной с конкретным аргументом, появляется соответствующее сообщение. Все это значительно облегчает ввод функций. Этот способ особенно рекомендуется начинающим или при редком использовании некоторых функций. На рис. 2.5 показано начало работы мастера функций. В этом окне необходимо выбрать категорию функций из раскрывающегося списка Категория. Далее работа продолжается в окне ввода аргументов функции (рис. 2.6).

Другой удобный вариант ввода функций реализован на вкладке *Формулы*. На этой вкладке для использования различных категорий функций предусмотрены отдельные кнопки (*Недавно использовались*, *Финансовые*, *Логические*, *Текстовые*, *Дата и время*). При нажатии одной из них открывается список функций данной категории. На рис. 2.7 показан пример списка текстовых функций. Пользователь может просто выбрать необходимую функцию из списка. Выбор нужной функции в списке облегчается тем, что Excel поясняет ее назначение. После выбора функции в ячейку вводится соответствующее наименование, открывается окно ввода аргументов функции (рис. 2.6). Аргументы можно вводить, как и для формул, указывая нужные ячейки. Если в функции используются несколько аргументов, то их следует разделять символом «;». При вводе функций автоматически контролируется количество открывающихся и закрывающихся скобок и других правил; в случае ошибки появляется соответствующее сообщение.

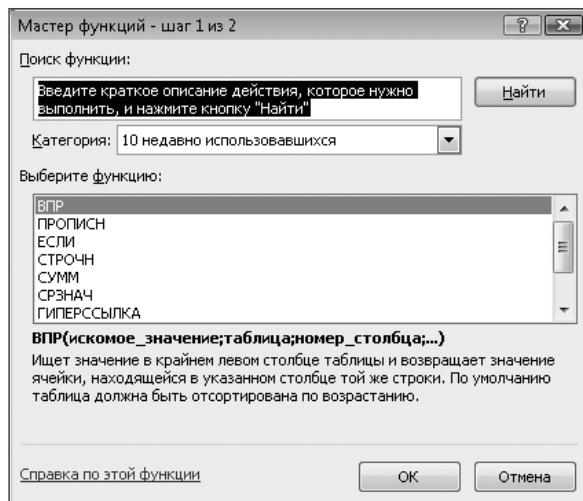


Рис. 2.5. Выбор функций с помощью мастера

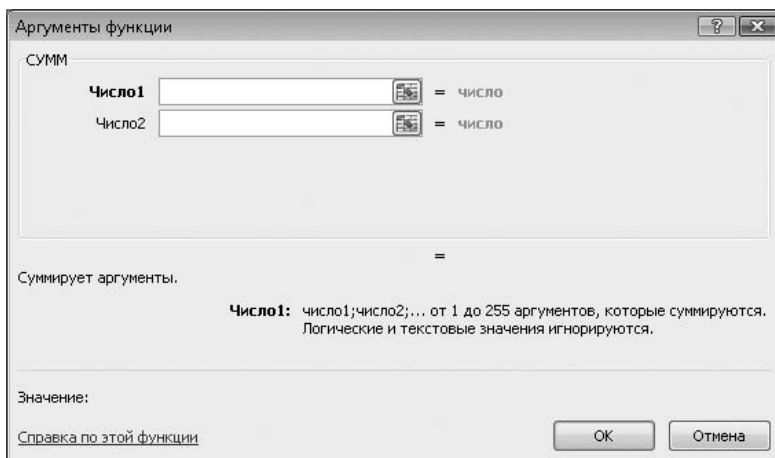

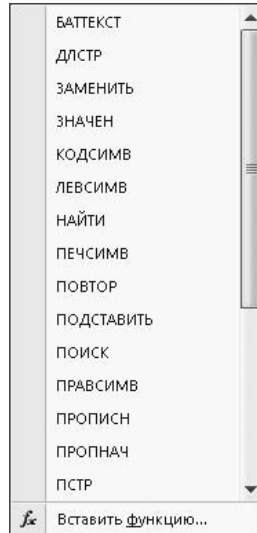


Рис. 2.6. Ввод аргументов функции с помощью мастера

При частом применении некоторых функций удобна кнопка **Недавно использовались**.

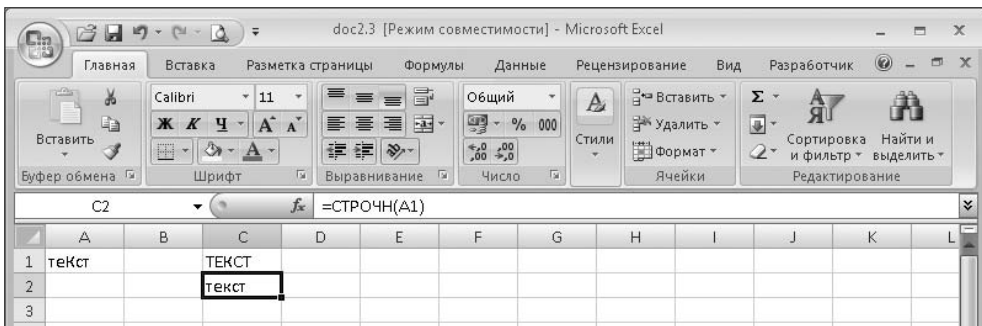
Кроме перечисленных способов, можно запустить мастер функций нажатием кнопки **Вставить функцию**, находящейся на вкладке **Формулы**. Действие этой кнопки аналогично действию кнопки **** перед строкой формул.

В формулах и функциях можно использовать не только адреса ячеек, но и их имена (именованные диапазоны), поэтому на вкладку **Формулы** добавлена кнопка **Определенные имена**, которая помогает выполнить данную операцию. При использовании сложных вычислений полезна кнопка **Зависимости формул**, позволяющая, например, просмотреть зависимые и влияющие ячейки.



**Рис. 2.7.** Пример списка Текстовые функции

Если пользователь чувствует себя уверенно при работе с различными функциями, он может вводить их напрямую, не прибегая к использованию соответствующего мастера. При этом ниже строки формул отображается всплывающая контекстная справка по использованию конкретной функции с перечислением ее аргументов. На рис. 2.8 приведен пример использования функции преобразования текста в строчные символы. В ячейке С1 данного примера находится функция, преобразующая текст в прописные символы, а в ячейке С2 — в строчные.



**Рис. 2.8.** Пример использования функции преобразования текста

В примере, показанном на рис. 2.9, в качестве аргумента функции используется именованный диапазон ячеек, при этом исходные данные находятся на другом листе книги Excel.

Необходимо помнить, что работа с формулами и функциями напоминает программирование. Пользователю не нужно задумываться обо всех тонкостях процесса вычисления функций алгоритмов, но ему приходится помнить о том,

что в ячейки должны вводиться данные соответствующих типов (числа, текст, даты), применять соответствующие способы форматирования и проверять, чтобы были введены все необходимые данные. В противном случае возможно неверное отображение данных или возникновение ошибок вычисления, например деление на 0.

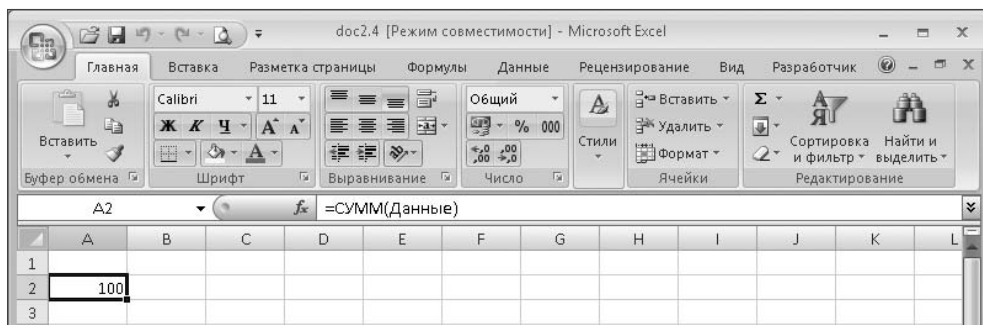


Рис. 2.9. Использование в формуле именованного диапазона ячеек

Иногда проблема состоит в том, что по логике работы в некоторые ячейки данные могут вводиться в различном виде, не вводиться совсем и так далее, однако при этом не считаться ошибочными. В этом случае необходимо применять логические функции, функции проверки свойств и значений и некоторые другие. С помощью таких функций можно проверить содержимое ячеек, типы данных, результаты операций и в зависимости от результатов проверок выдать правильный вариант.

## Использование функций

Общий список имеющихся в Excel функций очень велик. Некоторые из них достаточно очевидны и используются многими пользователями, в то время как другие (например инженерные, финансовые и статистические функции) могут использоваться более ограниченным кругом пользователей. Для использования подобных функций может потребоваться специальная подготовка и знания в соответствующей области. Однако некоторые операции настолько часто повторяются в работе пользователей, что необходимо остановиться на них подробнее.

### Суммирование

Данная операция очень часто встречается в бухгалтерских бланках и финансовых расчетах. В Excel существует несколько вариантов использования этой функции. Можно просто перечислить конкретные ячейки, написав, например, такую формулу  $=A1+A2+A3+A4$ , или написать формулу в таком виде  $=СУММ(A1; A2; A3; A4)$ . В этом случае суммируются значения четырех ячеек, но используются только эти конкретные ячейки. Ячейки расположены рядом и составляют столбец некоторой таблицы, однако при добавлении строки между ними ничего не происходит,

суммируются по-прежнему только четыре ячейки, хотя адреса ячеек автоматически изменяются. Можно использовать указание диапазона ячеек. В этом случае формула будет записана в виде =СУММ (A1 : A4). Здесь по-прежнему используются четыре ячейки. В этом случае при добавлении строки между ячейками происходит автоматическое изменение диапазона, и суммирование будет происходить по формуле =СУММ (A1 : A5), то есть в операции будут участвовать уже пять ячеек. Эту полезную возможность по-разному указывать адреса ячеек можно использовать при создании определенных бухгалтерских бланков.

В Excel имеется удобный механизм вставки функции суммирования. Если выделить некоторый диапазон ячеек столбца или строки и нажать кнопку  $\Sigma$  (сумма) в группе Редактирование на вкладке Главная, то в следующую ячейку автоматически вводится вызов функции суммирования с указанием данного диапазона ячеек.

Существует также более мощный механизм автоматизации подобных вычислений — *мастер суммирования*. Он реализован в виде *надстройки*. По умолчанию эта надстройка не установлена, и поэтому мастер недоступен. После подключения этой надстройки данный мастер появляется в группе Решения вкладки Формулы в виде кнопки Частичная сумма. Подробнее о надстройках и их подключении будет рассказано далее. Из названия мастера ясно, что он позволяет создать вызов функции суммирования диапазона ячеек, учитывающий некоторые условия. На рис. 2.10 показан пример применения мастера суммирования. В ячейках A1 : A10 находятся числа от 1 до 10, в ячейку A15 помещена сформированная мастером формула {=СУММ(ЕСЛИ(\$A\$2:\$A\$10>5; \$A\$2:\$A\$10; 0))}. Условие заключается в том, что для суммирования используются только значения, большие 5.

Этой же цели можно достичь другим способом. Для частичного суммирования содержимого ячеек предназначено несколько функций. Эти функции позволяют суммировать ячейки некоторого диапазона с учетом дополнительных условий. Например, в операции суммирования, как и при использовании мастера, не будут участвовать ячейки, в которых находятся числа, меньшие заданного. В данном примере можно применить функцию СУММЕСЛИ, которая предполагает использование одного критерия. Ячейка A13 содержит формулу =СУММЕСЛИ (A1 : A10; ">5" ; A1 : A10). Как видно из ее текста, критерий суммирования используется тот же самый, но вид формулы иной. Для более сложных случаев одновременного использования нескольких критериев предназначена функция СУММЕСЛИМН.

Во многих случаях вместо функции СУММ можно применять функцию ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ (номер\_функции; ссылка1; ссылка2; . . .). Номер\_функции — число от 1 до 11 (с включением значений скрытых ячеек) или от 101 до 111 (с исключением скрытых значений), которое указывает, какую функцию использовать при вычислении итогов внутри списка. В качестве функций используются вычисление среднего значения, количества значений, произведение, сумма и т. д.

На рис. 2.11 показан пример применения такой функции. Ячейки D1 : D8 содержат числовые значения, причем в ячейке D4 находится функция =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ (9; D1 : D3), а в ячейке D9 — формула =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ (9; D1 : D8). Вторая строка скрыта. В этом случае значение первого аргумента функции задает выполнение суммирования. Таким образом, в ячейке D4

вычисляется промежуточное значение суммы. В соседней ячейке E9 находится формула обычного суммирования всех ячеек с использованием функции СУММ. Как видно на этом примере, при использовании функции ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ значение ячейки D4 не участвует в общем суммировании. В ячейке G4 находится формула =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(109;G1:G3), ячейке G9 — соответственно формула =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(109;G1:G8). Отличие формул заключается в различных значениях первого аргумента. Во втором случае значение скрытых ячеек не учитывается.

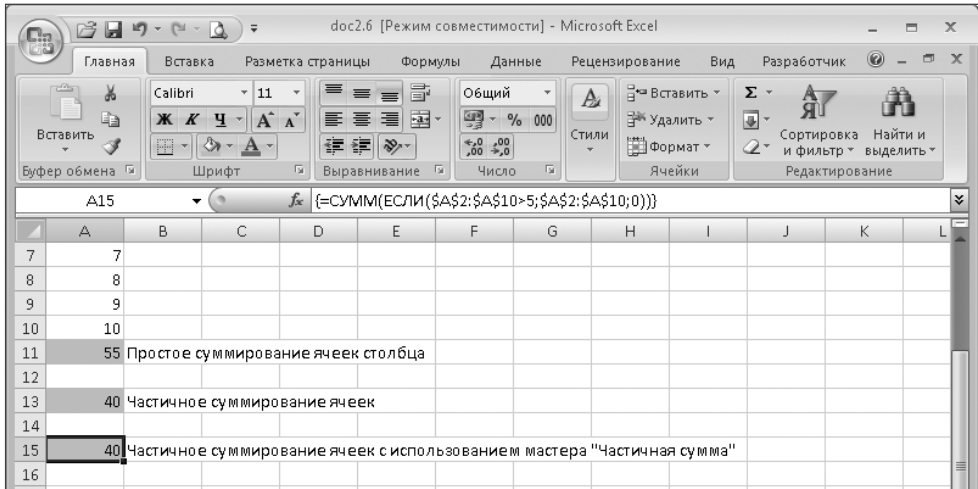


Рис. 2.10. Пример частичного суммирования

В ячейках J9 и K9 находятся формулы =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(2;D1:D8) и =ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(102;D1:D8). По этим формулам вычисляется количество значений в указанных диапазонах ячеек.

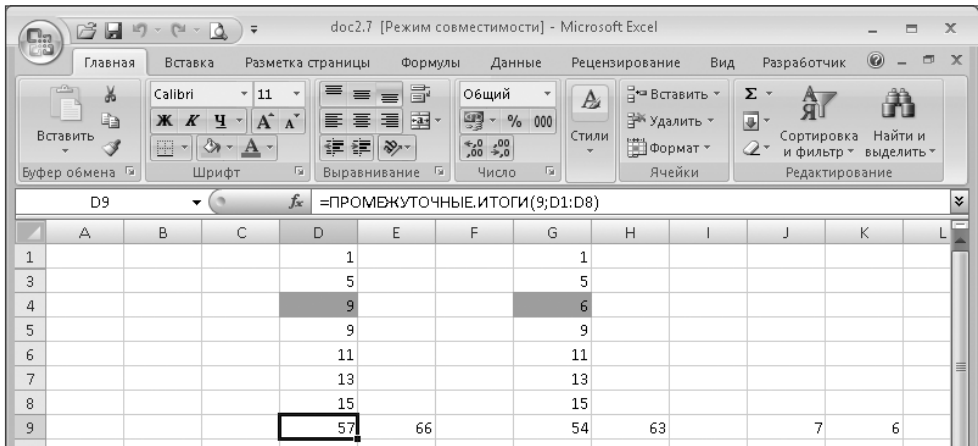


Рис. 2.11. Пример использования функции ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ



## Поиск

Поиск данных в ячейках листа Excel — не такая очевидная операция, как суммирование данных. Не все пользователи знают, что существуют специальные функции, позволяющие найти на листе ячейку, содержащую определенные данные, и вернуть в качестве результата содержимое другой ячейки. К функциям поиска относятся ВПР и ГПР.

Функция ВПР имеет несколько аргументов:

- ✓ искомое значение (адрес ячейки);
- ✓ таблица (диапазон ячеек, в которых следует производить поиск и из которых будет возвращено значение);
- ✓ номер столбца (номер столбца в указанной таблице, в котором содержится возвращаемое значение);
- ✓ интервальный просмотр (логическое значение, определяющее, точно или приближенно должен производиться поиск).

Поиск всегда производится в первом столбце указанной таблицы. В качестве результата функция возвращает значение, содержащееся в ячейке указанного столбца найденной строки.

На рис. 2.12 показан пример подготовки массива данных, в которых будет выполняться поиск. Результат поиска показан на рис. 2.13. Ячейки A4, B4, C4 заполняются результатами поиска с использованием функции ВПР.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
1	Номер	Фамилия	Имя	Отчество					
2	1	Иванов	Иван	Иванович					
3	2	Петров	Петр	Петрович					
4	3	Сидоров	Сидор	Сидорович					
5									
6									

Рис. 2.12. Массив данных для поиска

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
1									
2	Пользователь:		2						
3									
4	Петров	Петр	Петрович						
5									
6									

Рис. 2.13. Использование функции ВПР

Функция ГПР действует аналогично, но поиск производится не по вертикали, а по горизонтали.

Рассмотрим еще несколько полезных функций, которые могут использоваться при поиске данных в ячейках рабочего листа Excel:

- ✓ ПОИСКПОЗ (возвращает относительное положение элемента, который соответствует указанному значению в указанном порядке);
- ✓ СЧЁТЕСЛИ (подсчитывает внутри диапазона количество ячеек, удовлетворяющих заданному критерию);
- ✓ ИНДЕКС (возвращает значение или ссылку на него из таблицы или диапазона).

Функция ИНДЕКС имеет две синтаксические формы: ссылка и массив.

Все эти функции полезны при автоматизации заполнения бухгалтерских бланков. Рис. 2.14 иллюстрирует применение функции ИНДЕКС и других функций. В ячейке D1 находится вызов функции =СЧЁТЕСЛИ(A1:A8; "Грачев"), а в ячейке D2 — функции =СЧЁТЕСЛИ(B1:B8; "< 20 000"). В первом случае так вычисляется количество повторов в диапазоне ячеек A1:A8 значения Грачев. В этом примере не преобразовываются строчные и прописные символы, поэтому происходит точное сравнение строки символов. Например, если задать для поиска строку грачев, то она не будет найдена. Во втором случае среди ячеек B1:B8 вычисляется количество значений, меньших 20 000. В ячейке F1 по формуле =ВПР(C1; A1:B7; 2; ЛОЖЬ) по содержимому ячейки C1 в диапазоне A1:B7 ищется соответствующая строка, и функция возвращает значение из второго столбца указанного диапазона. Ячейка H1 содержит функцию =ПОИСКПОЗ(F1; B1:B7; 0). Так, в диапазоне ячеек B1:B7 ищется позиция ячейки, содержащей значение ячейки F1. В ячейке J1 происходит вычисление по формуле =ЕСЛИ(ИНДЕКС(A1:B7; H1; 1) = C1; ИНДЕКС(A1:B7; H1; 2); ""). Первый вызов функции ИНДЕКС по содержимому ячейки \$H\$1 выполняет поиск в диапазоне A1:B7. Если при этом возвращается значение, равное содержимому ячейки C1 (с ней сравнивается значение первого столбца указанного диапазона), то в ячейку J1 записывается значение из второго столбца найденной строки. В противном случае в ячейку J1 вводится пустая строка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Грачев	15 000	Куликов	4	8000	3				8000		
2	Грачев	9 000		5								
3	Куликов	8 000										
4	Грачев	5 000										
5	Куликов	20 000										
6	Грачев	5 000										
7	Новиков	22 500										
8												

Рис. 2.14. Использование функции ИНДЕКС

## Логические функции

Практическое использование функций и формул при вычислениях часто сопровождается дополнительными проверками содержимого ячеек, результатов вычислений и пр. В этих случаях необходимо использовать логические функции. Наиболее употребительные из них — функции И, ИЛИ, ЕСЛИ, НЕ. Их использование не представляет особой сложности. Все функции имеют примерно одинаковые правила использования:

И (логическое\_значение1; логическое\_значение2; ...),

ИЛИ (логическое\_значение1; логическое\_значение2; ...),

ЕСЛИ (лог\_выражение; значение\_если\_истина; значение\_если\_ложь),

НЕ (логическое\_значение).

## Просмотр формул

Ранее при работе с формулами использовался устанавливаемый по умолчанию режим, при котором в ячейках листа Excel отображаются результаты вычисления формул. В этом режиме проверить текст формулы можно только в строке формул, выделив нужную ячейку. При необходимости проверить большое количество формул в ячейках использовать такой метод работы затруднительно. В таком случае удобнее включить показ формул во всех ячейках листа Excel (Формулы ► Зависимости формул ► Показать формулы). Включение этого режима работы показано на рис. 2.15.

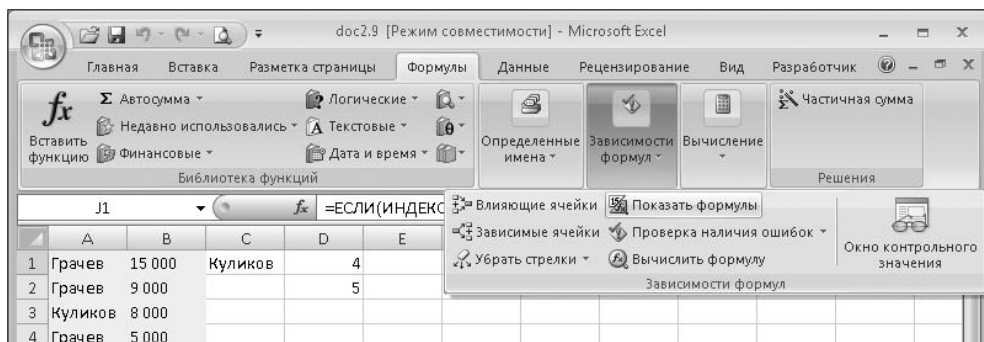


Рис. 2.15. Включение режима показа формул

На рис. 2.16 приведен пример листа Excel в режиме показа формул.

Для перехода в обычный режим работы необходимо повторно выполнить все действия (Формулы ► Зависимости формул ► Показать формулы).

### ВНИМАНИЕ

При переходе в режим показа формул может измениться ширина некоторых столбцов. Исходная ширина столбцов восстанавливается при возврате в обычный режим работы, но если пользователь во время работы в режиме показа формул изменил ширину какого-то столбца, то его ширина при переходе в обычный режим работы изменится пропорционально.

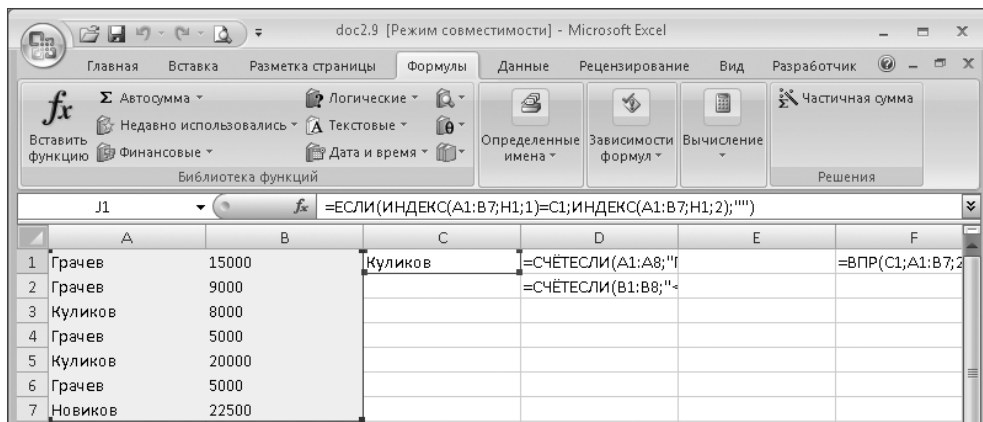


Рис. 2.16. Отображение формул в ячейках листа Excel

## Оформление таблицы

Рабочий лист Excel по внешнему виду напоминает таблицу, но этот термин используется в другом смысле. В Excel 2007 существует объект *таблица*. Расположенные одной группой ячейки, предназначенные для хранения некоторых взаимосвязанных данных, могут быть оформлены как *таблица*. Этот объект заменяет существовавший в более ранних версиях программы *список Excel*.

Для вставки этого объекта необходимо выделить ячейки, на вкладке Главная нажать кнопку Стили, а затем — Форматировать как таблицу (рис. 2.17). При этом пользователю предоставляется возможность красиво оформить таблицу, выбрав один из многочисленных стилей, каждый из которых предполагает определенное цветовое оформление, выделение четных и нечетных строк различными цветами и выделение заголовка таблицы.

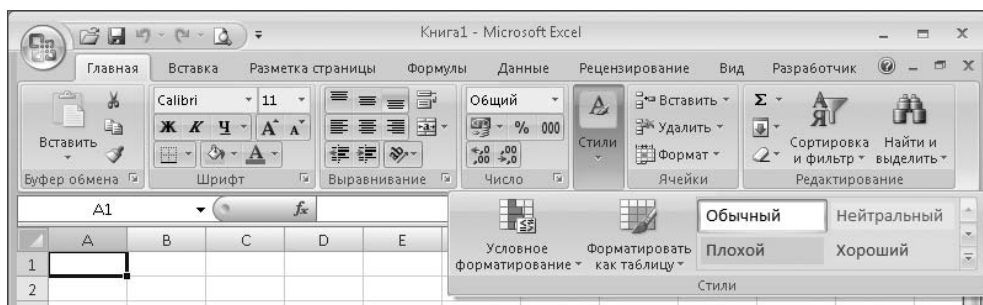


Рис. 2.17. Форматирование группы ячеек как таблицы

Создать таблицу можно и другим способом: на вкладке Вставка нажать кнопку Таблица и в появившемся окне (рис. 2.18) указать диапазон ячеек или уже известным способом выделить их на рабочем листе. К созданной таким образом таблице автома-

тически применяется один из стилей оформления. При необходимости пользователь может изменить его. Для этого необходимо выделить таблицу, нажать на вкладке Конструктор (рис. 2.19) кнопку Экспресс-стили и выбрать в меню понравившийся стиль оформления (рис. 2.20). Можно также создать собственный стиль оформления.

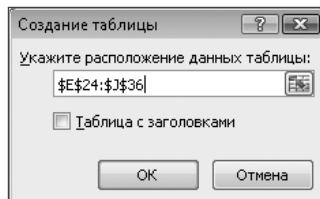


Рис. 2.18. Создание таблицы из выделенного диапазона ячеек

Вкладка Конструктор появляется автоматически, как только пользователь начинает работать с таблицей, то есть выделяет хотя бы одну ее ячейку. При этом заголовок вкладки выделен сверху цветной полоской с надписью Работа с таблицами. Эта вкладка содержит необходимые инструменты для настройки внешнего вида таблицы.

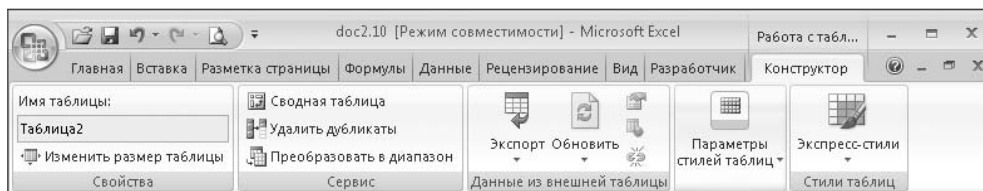


Рис. 2.19. Инструменты конструктора таблиц

## ВНИМАНИЕ

Применение стилей к оформлению таблиц поддерживается только в версии Excel 2007, поэтому при попытке сохранить книгу в варианте, совместимом с более ранними версиями, появляется соответствующее предупреждение. Сохранить книгу в таком виде можно, но при этом будут потеряны некоторые возможности.

В правом нижнем углу таблицы (ячейка E10 на рис. 2.21) находится маленький значок в виде угла. Потянув за него при помощи кнопки мыши, можно изменить размеры таблицы, увеличив или уменьшив количество строк или столбцов. Для этой же цели на вкладке Конструктор имеется кнопка Изменить размер таблицы. Можно сделать это и обычным способом, добавив столбцы или строки в соответствующем месте таблицы. Внешний вид таблицы при этих операциях не нарушается.

Важная особенность данных, объединенных в таблицу, заключается в том, что можно анализировать эти данные и управлять ими независимо от данных за пределами таблицы. При создании таблицы в ячейки заголовка вставляются специальные элементы управления, позволяющие фильтровать содержимое столбца. Это удобно использовать при анализе данных, когда на некоторое время внутри диапазона выключить не только показ этих ячеек, но и их участие в операциях. Например, если вычисляется сумма содержимого нескольких ячеек в столбце таблицы, то после

фильтрации по их содержимому итоговая сумма изменится, так как будет включать только видимые ячейки. При распечатке рабочего листа элемент управления фильтрами не изображается, и внешний вид документа не портится.

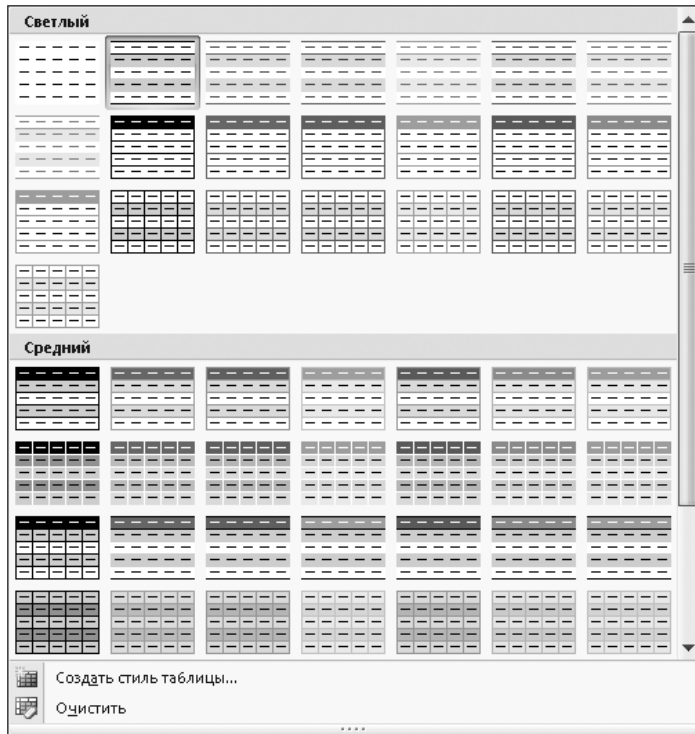


Рис. 2.20. Варианты стилей таблиц

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Столбец1	Столбец2	Столбец3	Столбец4	
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

Рис. 2.21. Группа ячеек, оформленная в виде таблицы

Неужную таблицу можно преобразовать обратно в обычные данные (Конструктор ► Преобразовать в диапазон) или просто удалить (выделить всю таблицу и нажать клавишу Del).

Независимо от того, используется ли таблица в работе, желательно пометить различные области рабочего листа, выделяя их цветом, шрифтом и др. Это повышает наглядность работы и помогает избежать некоторых ошибок (например если ячейки с исходными данными выделены одним цветом, а все остальные — другим).

## СОВЕТ

Иногда пользователи избегают применения цветового оформления различных элементов рабочего листа потому, что при распечатке на принтере должен получиться черно-белый вариант. Это можно настроить независимо от применяемых цветов оформления. Нужно зайти в окно предварительного просмотра (Office ▶ Печать ▶ Предварительный просмотр), где будет показан печатный вариант рабочего листа с текущими настройками. При необходимости внести изменения можно нажать кнопку Параметры страницы и сделать это в открывшемся окне, например, на вкладке Лист установить флажок Черно-белая в области Печать. После нажатия кнопки ОК для сохранения сделанных изменений можно увидеть новый печатный вариант рабочего листа.

## Шаблоны

Вместе с программой поставляется набор заготовок документов, именуемых *шаблонами*. Шаблоны предназначены для быстрого создания однотипных документов. Пустая книга из трех листов, которая появляется при запуске программы, также создается по шаблону. Любая книга Excel может быть сохранена в виде шаблона для повторного использования. При этом имеет значение расположение файла, так как при создании новой книги по шаблону просматриваются определенные папки, содержащиеся в компьютере.

Для создания новой книги по готовому шаблону нажимаем кнопку Office и выбираем Создать. Открывается большое диалоговое окно (рис. 2.22), в левой части которого находится список тематических групп шаблонов, в центре показаны шаблоны из текущей группы, а в правой части — уменьшенное изображение первого листа выбранного шаблона.

Некоторые шаблоны могут находиться в компьютере пользователя, их список открывается при выборе пункта Установленные шаблоны или Мои шаблоны. Варианты шаблонов можно просмотреть в виде эскизов (рис. 2.23).

Ранее уже отмечалось, что Excel 2007 интегрируется с Интернетом. В частности, из Интернета можно загрузить большое количество шаблонов, многие из которых используются и бухгалтерами. Эти шаблоны есть на страницах сайта Microsoft, но гораздо удобнее загрузить их прямо из программы Excel (конечно, при установленном в данный момент подключении к Интернету). Для просмотра имеющихся вариантов шаблонов надо выбрать соответствующую группу в списке Microsoft Office Online в левой части окна.

На сайте находятся шаблоны для различных версий Excel. В версии Excel 2007 могут использоваться шаблоны более старых версий, но их функциональность будет неполной, так как возможности предыдущих версий программы не так широки. Шаблоны ранних версий можно загружать свободно; для загрузки шаблонов Excel 2007 требуется пройти проверку легальности установленной версии

программы. Файлы шаблонов имеют небольшой размер и загружаются достаточно быстро даже при соединении через модем.

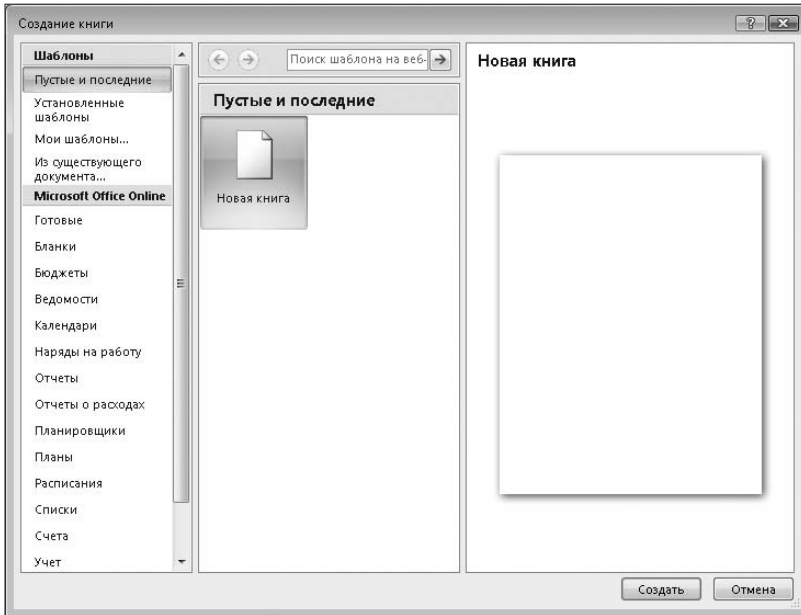


Рис. 2.22. Создание книги Excel на основе шаблона

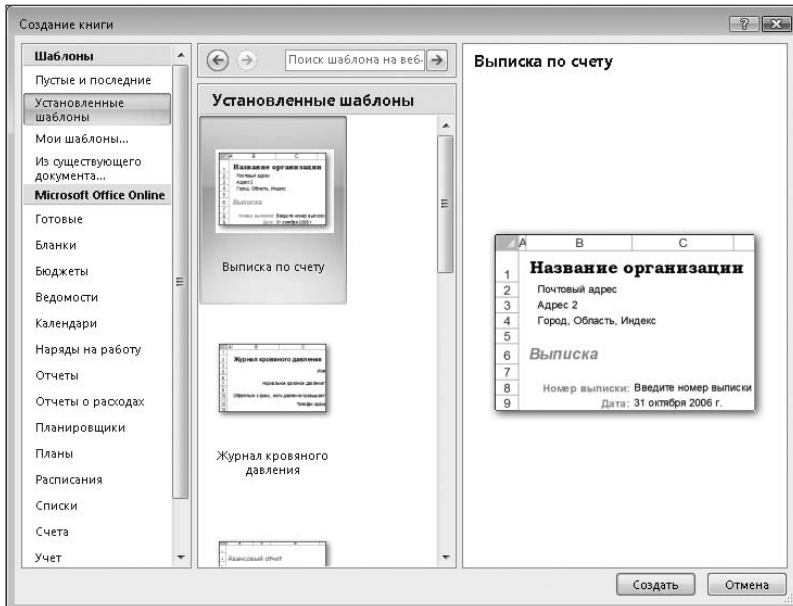


Рис. 2.23. Просмотр эскизов шаблонов



Очевидно, что любой из готовых шаблонов можно редактировать как простую книгу Excel и затем сохранять как собственный шаблон. Для сохранения файла в виде шаблона необходимо нажать кнопку Office, выполнить команду Сохранить как ► Другие форматы (рис. 2.24) и в открывшемся окне выбрать в списке Тип файла нужный вариант. При этом для сохранения файла автоматически открывается специальная папка.



Рис. 2.24. Выбор вариантов сохранения документа

Если сохранить шаблон в другом месте, его будет легче перенести на другой компьютер, однако программа Excel не сможет использовать его для создания новых файлов.

В Excel 2007 формат файла шаблона (расширение XLTX) изменен, поэтому с ним не могут работать ранние версии программы. Для обеспечения совместимости требуется сохранять шаблон в формате Excel 97–2003 (расширение XLS).

## Печать

В программе существует удобная в использовании и гибкая настройка параметров печати документов. В обычной ситуации можно просто отправить на принтер текущий рабочий лист, нажав кнопку Office и выполнив команду Печать ► Быстрая печать. В этом случае печатается одна копия рабочего листа с учетом области печати на принтере, используемом по умолчанию. Для более сложных задач предназначен вариант, выбираемый нажатием кнопки Office и выполнением команды Печать ► Печать. В данном случае открывается диалоговое окно (рис. 2.25), в котором можно не только задать печать нескольких копий документа, но и выбрать варианты печати отдельного рабочего листа, нескольких выделенных листов или всей книги, игнорировать область печати и распечатать часть страниц большого рабочего листа. Здесь же можно выбрать другой принтер и настроить его свойства.

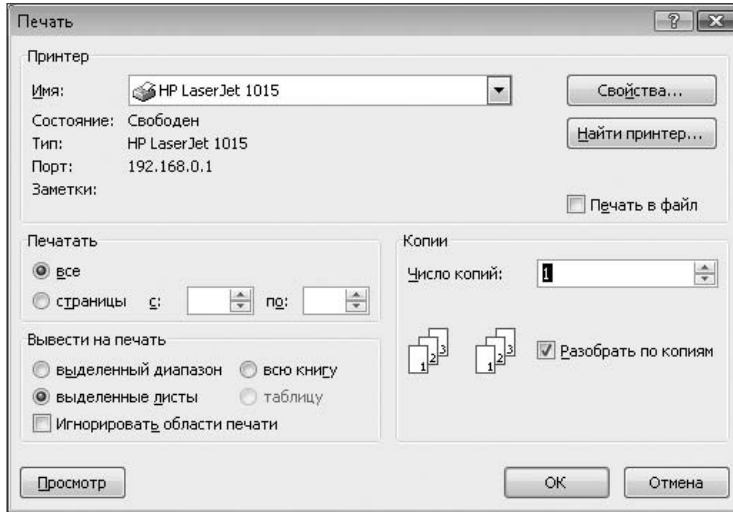


Рис. 2.25. Диалоговое окно печати

Удобен и вариант, открывающий специальное окно просмотра страницы (Office ► Печать ► Предварительный просмотр). В этом диалоговом окне отображается вид бумажного документа. Здесь же можно настроить такие параметры страницы, как *поля*, *колоннитулы* (текст, который дополнительно печатается в верхней и нижней области страницы), *ориентацию страницы* (книжная или альбомная), черно-белую или цветную печать и т. д. Для этого используются кнопки в верхней части диалогового окна. На рис. 2.26 показан вид окна предварительного просмотра. Для детальной настройки внешнего вида страницы следует использовать кнопку Параметры страницы. Открывающееся при этом окно содержит несколько вкладок: Страница, Поля, Колоннитулы, Лист.

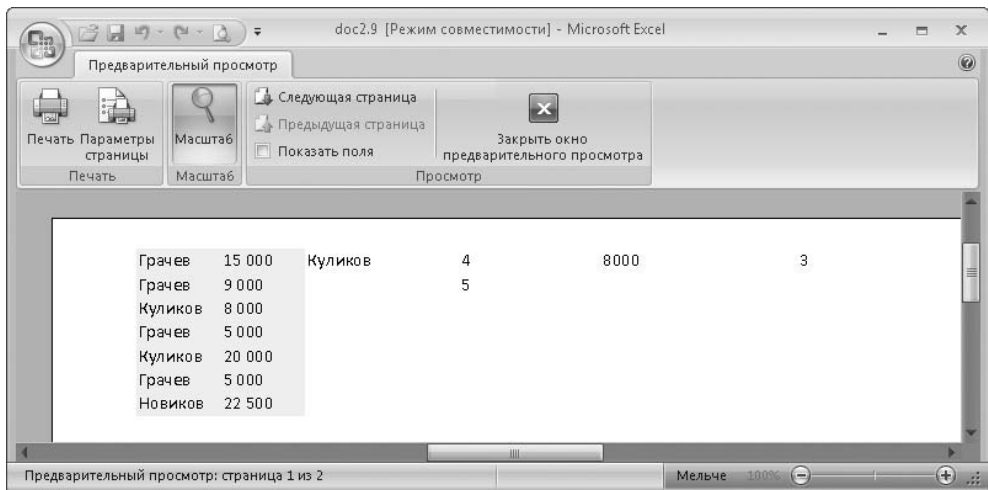


Рис. 2.26. Предварительный просмотр страницы

На вкладке Страница (рис. 2.27) выполняется настройка размеров листа, качества печати и ориентации бумаги. Для многих бухгалтерских бланков, например счетов-фактур, необходима альбомная ориентация страницы, так как требуется размещение широких таблиц.

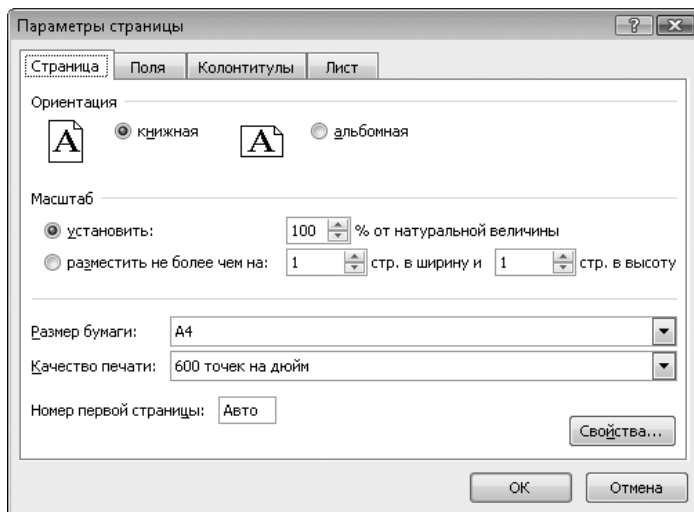


Рис. 2.27. Настройка общих параметров страницы

На вкладке Поля (рис. 2.28) легко настроить поля страницы.

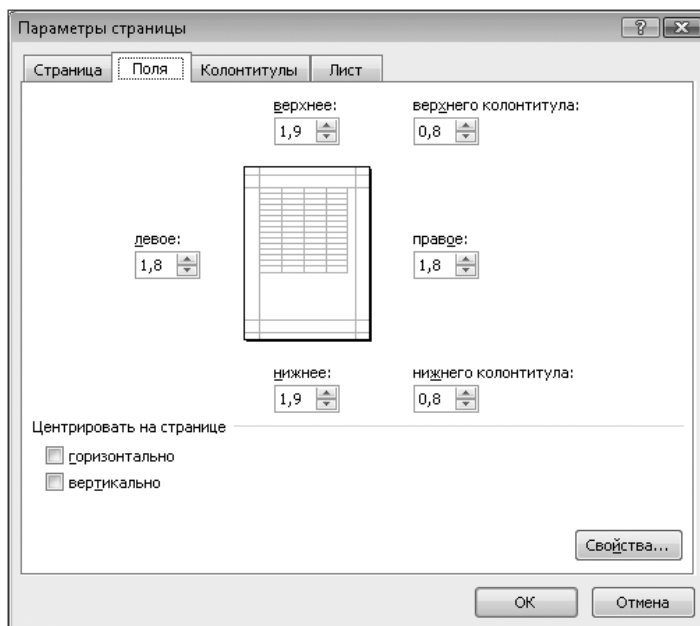


Рис. 2.28. Настройка полей страницы

Вкладка Колонтитулы (рис. 2.29) предназначена для ввода текста, который будет печататься в верхней и нижней части каждой страницы. В этот текст могут автоматически вставляться некоторые значения, которые вычисляются перед печатью, например дата, номер текущей страницы или общее количество страниц (рис. 2.30).

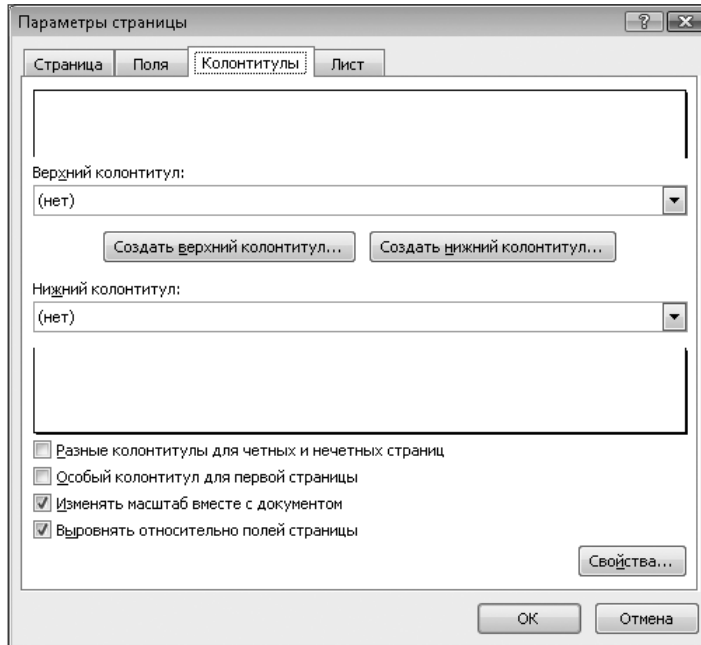


Рис. 2.29. Настройка колонтитулов

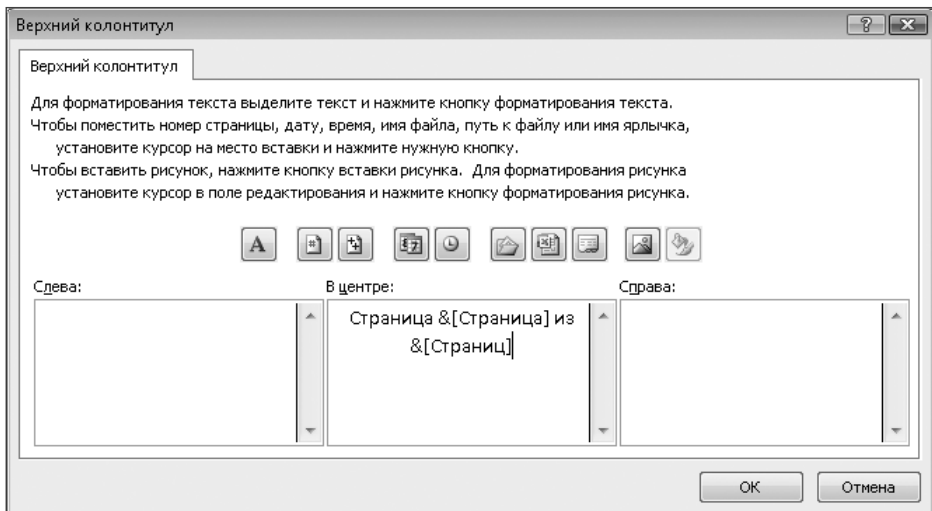


Рис. 2.30. Создание верхнего колонтитула

Вкладка Лист (рис. 2.31) дает возможность задать диапазон ячеек, выводимых на печать (область печати). Если указать конкретные значения параметров Сквозные строки и Сквозные столбцы, то эти строки (столбцы) будут напечатаны на каждой странице. Например, так можно оформить печать шапки таблицы. Выполнение команды Печать ► черно-белая позволяет выводить цветные страницы на монохромные принтеры не в оттенках серого цвета, а в черно-белом варианте.

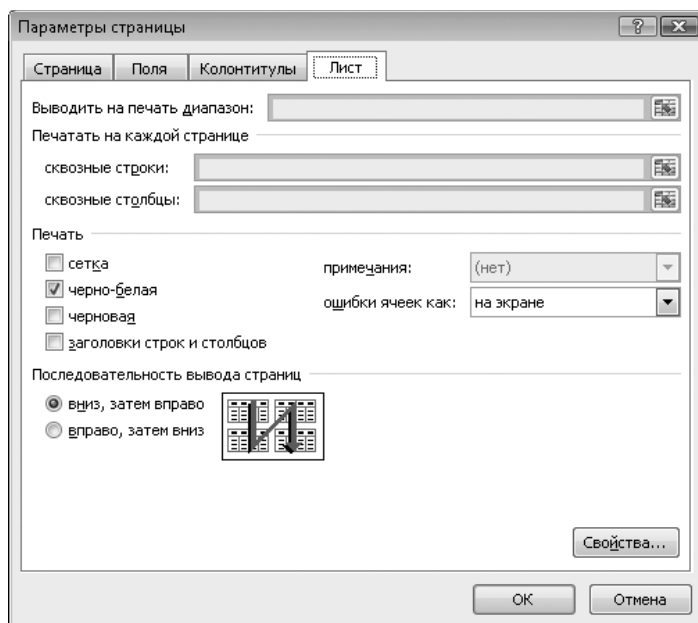


Рис. 2.31. Настройка параметров листа

Аналогичным способом можно настроить параметры печати не в окне предварительного просмотра, а в обычном окне Excel, используя вкладку Разметка страницы. В группе Параметры страницы для каждой из операций предусмотрены отдельные кнопки, каждая из которых открывает одно из перечисленных окон.

## Защита элементов листа и книги

Для предотвращения случайных изменений важных данных и формул можно воспользоваться системой защиты элементов книги Excel. Необходимые инструменты расположены на вкладке Рецензирование. Можно установить защиту на отдельный рабочий лист или всю книгу. При установке защиты запрашивается пароль (его подтверждаем повторным вводом после специального запроса). При установке защиты можно настроить список действий, которые будет разрешено выполнять без ее снятия. По умолчанию устанавливается разрешение только выделения заблокированных и незаблокированных ячеек. Для всех остальных операций необходимо предварительно снять защиту. Окно установки пароля и настройки этого списка показано на рис. 2.32.

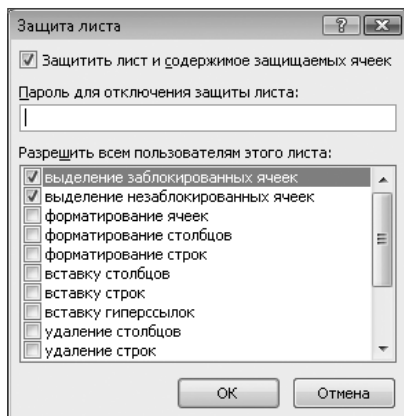


Рис. 2.32. Настройка параметров защиты листа

Для любой ячейки можно также установить свойство Защищаемая ячейка, для чего в окне настройки формата ячейки (пункт **Формат ячеек...** меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши) на вкладке **Защита** необходимо установить или снять флажок **Защищаемая ячейка** (рис. 2.33). Если флажок снят, установка защиты не будет распространяться на данную ячейку. По умолчанию все ячейки листа являются защищаемыми. Используя индивидуальную настройку этого параметра, можно защитить весь лист за исключением некоторых ячеек, предназначенных для ввода данных.

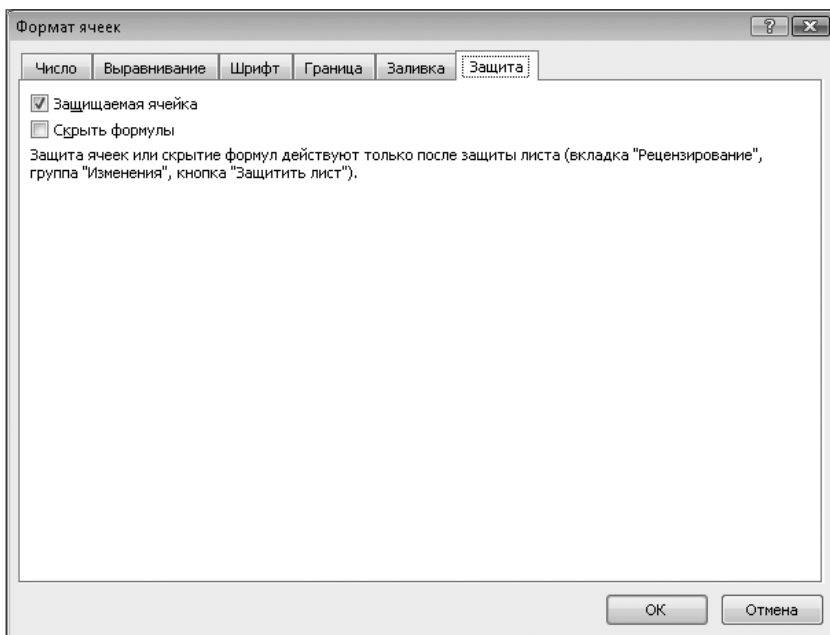


Рис. 2.33. Настройка свойства Защищаемая ячейка

Отдельные диапазоны ячеек можно защитить другим паролем с использованием кнопки Разрешить изменение диапазонов. Для этого еще до установки защиты на весь лист необходимо выделить нужный диапазон ячеек, нажать эту кнопку, в открывшемся окне нажать кнопку Создать... и ввести пароль (рис. 2.34).

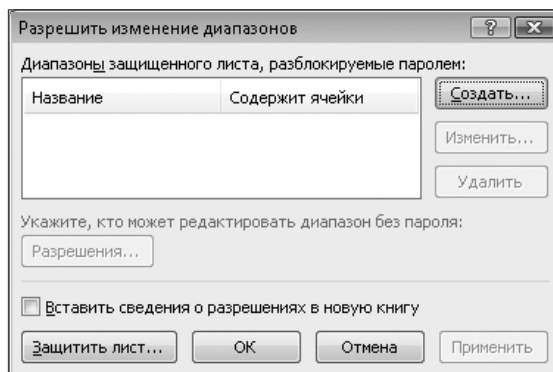


Рис. 2.34. Настройка диапазона изменяемых ячеек

Итак, уже настроены отдельные разрешения для этих ячеек, но защита листа пока не включена, поэтому с этими ячейками можно работать обычным способом. После включения защиты с помощью кнопки Защитить лист уже невозможно изменить содержимое обычных ячеек (для этого с них нужно снять защиту кнопкой Снять защиту листа, которая заменяет на защищенном листе кнопку Защитить лист). При попытке изменить отдельно настроенные ячейки появляется окно для ввода пароля (используется отдельный пароль, а не пароль для всего листа), после ввода пароля можно продолжать работу с этими ячейками. Остальные ячейки листа остаются защищенными.

## ВНИМАНИЕ

Если после снятия защиты листа сохранить книгу, то при ее повторном открытии защита не будет действовать. Не будут проявлять себя и отдельные разрешения для специально заданного диапазона ячеек, так как эти настройки устанавливают именно разрешение, а не запрет определенных операций. После повторного включения защиты листа все восстановится. Если же при работе с рабочим листом вводится пароль для изменения отдельных ячеек, то после сохранения книги и повторного ее открытия данные ячейки снова оказываются защищенными и требуется снова вводить пароль для их изменения. Таким образом, целесообразно защищать самую необходимую и редко изменяемую информацию в ячейках, устанавливая защиту целиком для всего листа, а для отдельных часто изменяемых ячеек можно устанавливать дополнительные разрешения.

## Сводные таблицы

Сводные таблицы являются удобным средством анализа и обработки данных. С их помощью можно обобщать большие объемы данных. Отчеты сводных таблиц позволяют гибко выполнять форматирование, фильтрацию, сортировку и т. д. Они могут найти широкое применение при ведении бухгалтерского учета.

В предыдущих версиях Excel операция создания сводной таблицы производилась из меню Данные и запускала соответствующий мастер. В версии Excel 2007 команда разделена на следующие: собственно создание сводной таблицы (команда Сводная таблица) и команду Сводная диаграмма, которая открывает диалоговое окно создания сводной таблицы и сводной диаграммы. Обе команды запускаются нажатием кнопки Сводная таблица в группе Таблицы на вкладке Вставка.

Сводные таблицы и способы работы с ними часто кажутся пользователям чем-то сложным, и они сознательно не используют их в своей работе. Это оправдано, так как операции создания сводных таблиц сложнее, чем использование простых вычислений. Однако это не настолько сложно, чтобы отказываться от всех преимуществ, которые предоставляют сводные таблицы для анализа данных.

Остановимся на процессе создания сводной таблицы подробнее.

Выберите диапазон ячеек, которые будут включены в сводную таблицу. Эти ячейки должны содержать все необходимые данные. Убедитесь, что в диапазон ячеек попадает заголовок столбца.

На вкладке Вставка в группе Таблицы выберите кнопку Сводная таблица, а затем в появившемся меню — пункт Сводная таблица (рис. 2.35). На экран будет выведено диалоговое окно Создание сводной таблицы.

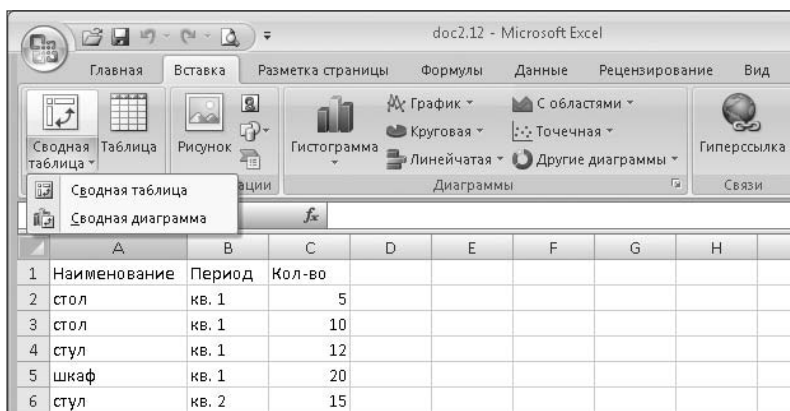


Рис. 2.35. Создание сводной таблицы

Если перед запуском мастера был выбран некоторый диапазон ячеек, то он будет помещен в поле Таблица или диапазон. На рис. 2.36 показан первый шаг создания сводной таблицы с помощью мастера.

Для выбора диапазона ячеек или таблицы также можно нажать кнопку свертывания диалогового окна (кнопка с красной стрелкой справа от поля Таблица или диапазон), чтобы временно скрыть диалоговое окно и выделить нужный диапазон на листе, а затем нажать кнопку развертывания диалогового окна.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если диапазон ячеек находится на другом листе той же книги или в другой книге, введите имя книги и листа, используя следующий синтаксис: [имякниги]имялиста!диапазон.



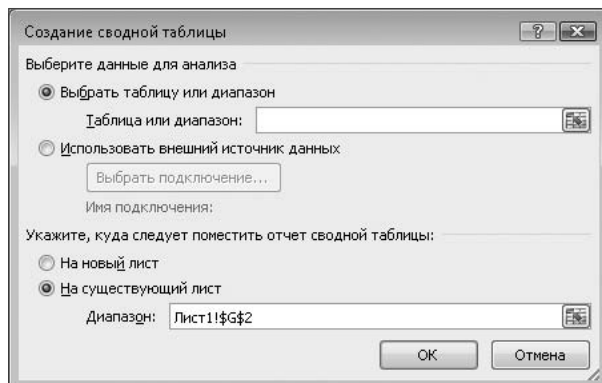


Рис. 2.36. Определение диапазона ячеек при создании сводной таблицы

Результат действия команды создания сводной таблицы называется по терминологии Excel *отчет сводной таблицы*. Для продолжения работы необходимо определить его расположение. Он может быть помещен на тот же лист, что и данные, или на новый создаваемый лист (этот вариант предлагается по умолчанию). Чтобы поместить отчет сводной таблицы на новый лист, начиная с ячейки A1, следует выбрать пункт *На новый лист*. Для помещения отчета на существующий лист нужно выбрать пункт *На существующий лист* и ввести первую ячейку диапазона, в который следует поместить отчет сводной таблицы.

Далее нужно нажать кнопку *ОК*.

В указанное место будет вставлена пустая сводная таблица, при этом на экран будет выведен список полей сводной таблицы. Этот этап создания сводной таблицы показан на рис. 2.37. Пользователь получает возможность вставлять в нее поля, создавать макет и настраивать отчет сводной таблицы. Для этого используется открывшееся в правой части экрана окно настройки параметров сводной таблицы (рис. 2.38).

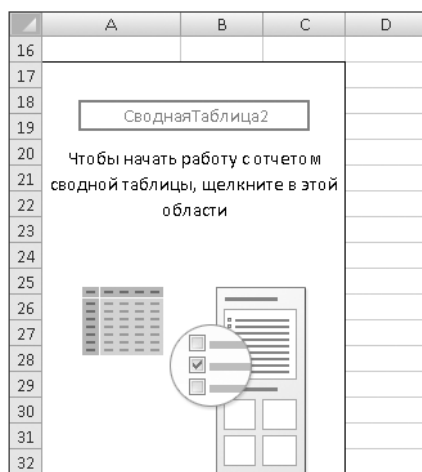


Рис. 2.37. Начало настройки отчета сводной таблицы

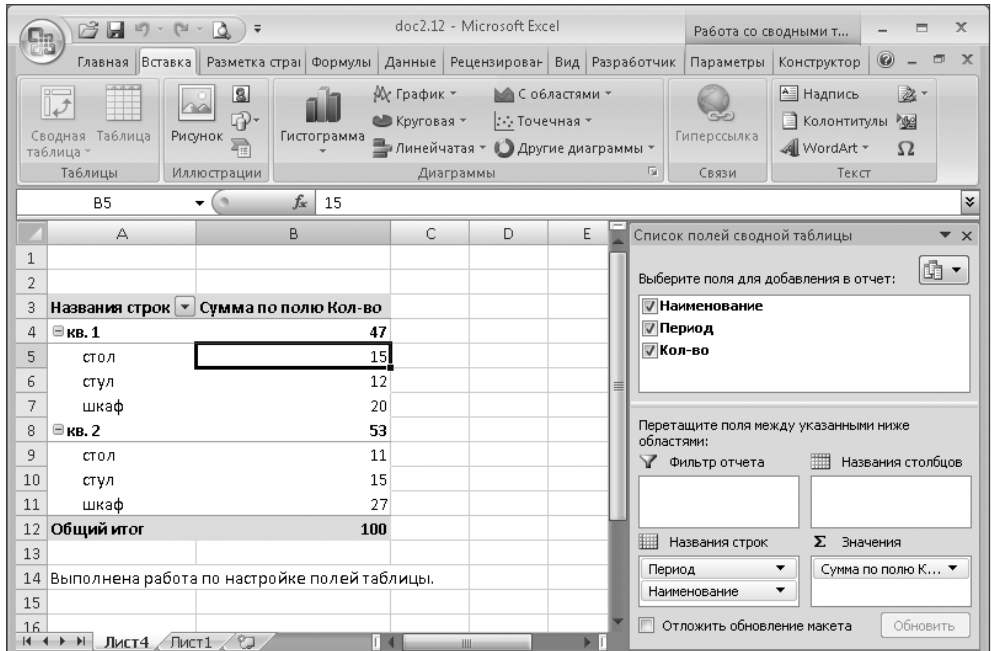


Рис. 2.38. Настройка параметров сводной таблицы

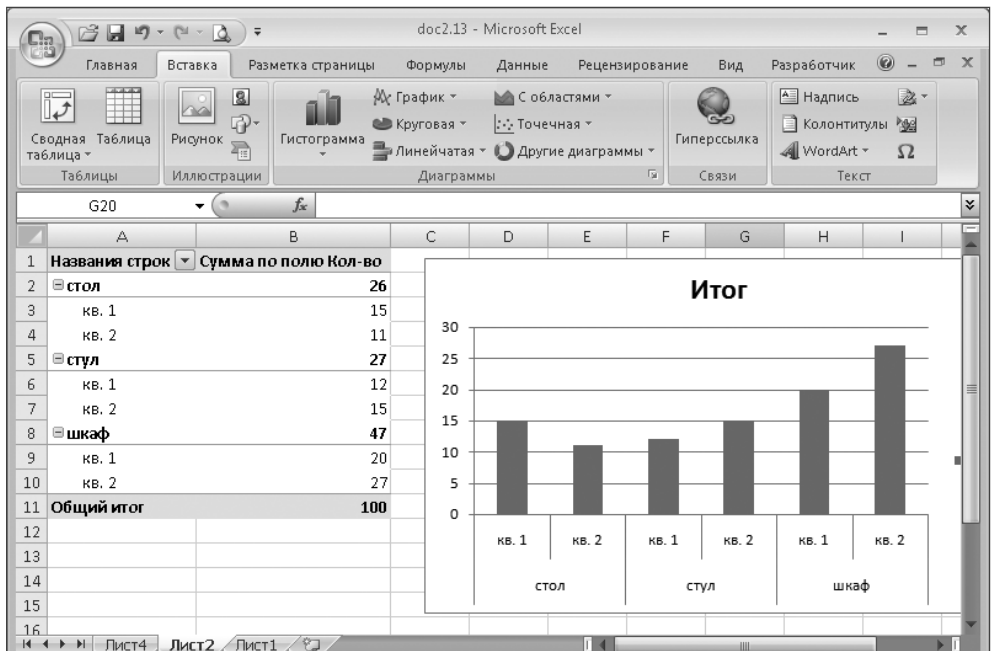


Рис. 2.39. Сводная диаграмма

**ВНИМАНИЕ**

Во время работы иногда возникает необходимость добавлять новые строки в ту область ячеек, которая была выбрана для сводной таблицы в качестве данных. Это допустимая операция, однако необходимо помнить, что автоматического обновления отчета сводной таблицы не происходит. Для его обновления необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на этих ячейках и в меню выбрать пункт Обновить.

Во время работы можно многократно возвращаться к настройке отчета сводной таблицы, изменяя количество отображаемых полей, их порядок и т. д. Для этого необходимо установить указатель на какую-либо ячейку отчета, после чего снова появится окно настройки параметров сводной таблицы.

Для вставки диаграммы сводной таблицы необходимо проделать примерно такие же действия, но только в самом начале при выборе команды на вкладке Вставка в группе Таблицы выбрать кнопку Сводная таблица, а затем пункт Сводная диаграмма. Вставленная диаграмма может быть настроена дополнительно как любая другая диаграмма (рис. 2.39).

## Построение диаграмм

Построение диаграмм — один из наиболее интересных и зрелищных механизмов в Excel. Именно наглядное графическое представление информации может помочь при анализе результатов деятельности предприятия.

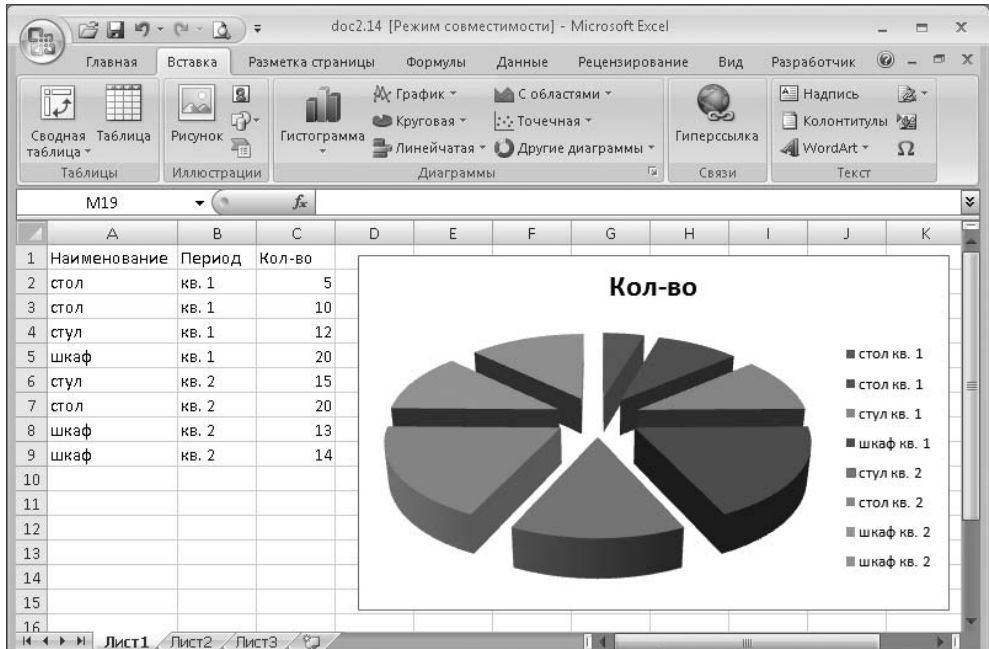
Одна разновидность диаграмм уже рассматривалась ранее в связи со сводными таблицами.

В Excel существуют и другие диаграммы, которые не связаны с понятием сводной таблицы. Для их построения из некоторого диапазона ячеек просто берутся числовые данные и соответствующие им наименования. Вставка диаграмм происходит с использованием группы Диаграммы вкладки Вставка. Можно построить различные типы диаграммы (гистограмма, график, круговая и др.), каждый из которых имеет множество вариантов внешнего вида (например график с накоплением, объемная разрезанная круговая диаграмма). На рис. 2.40 показана круговая трехмерная диаграмма, построенная на основании расположенных слева от нее данных. В предыдущем случае подобные данные использовались для построения сводной таблицы и сводной диаграммы. В том случае диаграмма отражает суммированные значения. Этот вариант диаграммы графически отображает каждую строку таблицы данных отдельным элементом (в этом примере — сегментом круговой диаграммы).

После вставки диаграммы можно редактировать числовые данные в ячейках, их подписи и другие параметры — перестроение диаграмм происходит автоматически. Например, для изменения диапазона ячеек, используемых при построении диаграммы, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на самой диаграмме и в появившемся меню выбрать пункт Выбрать данные. Таким же способом можно изменить тип диаграммы, формат подписей данных или повернуть объемную фигуру.

Рядом с самой диаграммой находится так называемая *легенда*, то есть описание изображенных на диаграмме данных (цветовое обозначение, подпись). Аналогичным образом можно редактировать и эти параметры, например, расположить легенду

не справа, как сделано по умолчанию, а сверху. Можно настроить вид отдельного элемента диаграммы. Например, если на круговой диаграмме щелкнуть левой кнопкой мыши, то выделяются все секторы этой диаграммы. Если щелкнуть еще раз на одном из них, то выделится именно этот сектор. После этого нажатием правой кнопки мыши можно вызвать меню, содержащее, кроме обычных для редактирования диаграммы, такие пункты, как **Добавить подпись данных** (добавляет подпись числовых значений), **Формат точки данных** (можно изменить настройки внешнего вида именно этой части диаграммы, например добавить тень).



**Рис. 2.40.** Круговая трехмерная диаграмма

Для диаграммы автоматически формируется название (берется из соответствующей ячейки указанного ранее диапазона), которое располагается над ней. Используя правую кнопку мыши, можно перейти в режим редактирования и изменить не только текст (пункт меню **Изменить текст**), но и внешний вид (пункт **Формат названия** диаграммы).

При необходимости передвинуть диаграмму в другое место достаточно установить указатель в области диаграммы (при этом он принимает вид четырех стрелок), нажать кнопку мыши и, удерживая ее, переместить диаграмму.

Для изменения размеров диаграммы сначала следует выделить ее щелчком кнопки мыши. Появится рамка, очерчивающая всю область, занятую диаграммой. На всех сторонах рамки и в ее углах имеются специально помеченные области. Если подвести к такой области указатель мыши, то он превращается в стрелку. Стрелка указывает направление, в котором можно потянуть при нажатой кнопке мыши для изменения размеров диаграммы.

## Внешние данные

Во многих случаях удобно хранить данные в отдельных файлах, которые не являются книгами Excel. Такими файлами могут являться базы данных, файлы XML, простые текстовые файлы. Это может понадобиться, например, если некоторые данные легче подготовить в другой программе или пользователь получил их из другого источника.

В этом случае диапазон ячеек, таблицу Excel, отчет сводной таблицы или сводной диаграммы можно подключить к внешнему *источнику данных*. Такие данные можно обновлять, отражая данные из источника данных. При каждом обновлении данных отображается их последняя версия, содержащаяся в источнике данных, включая внесенные изменения.

Возможность подключения к внешним данным на конкретном компьютере может быть отключена. Для обновления данных при открытии книги необходимо разрешить подключение данных (рис. 2.41), используя панель системы безопасности (Office ► Параметры Excel ► Центр управления безопасностью ► Параметры центра управления безопасностью ► Внешнее содержимое) либо помещая книгу в список *надежных расположений* (рис. 2.42).

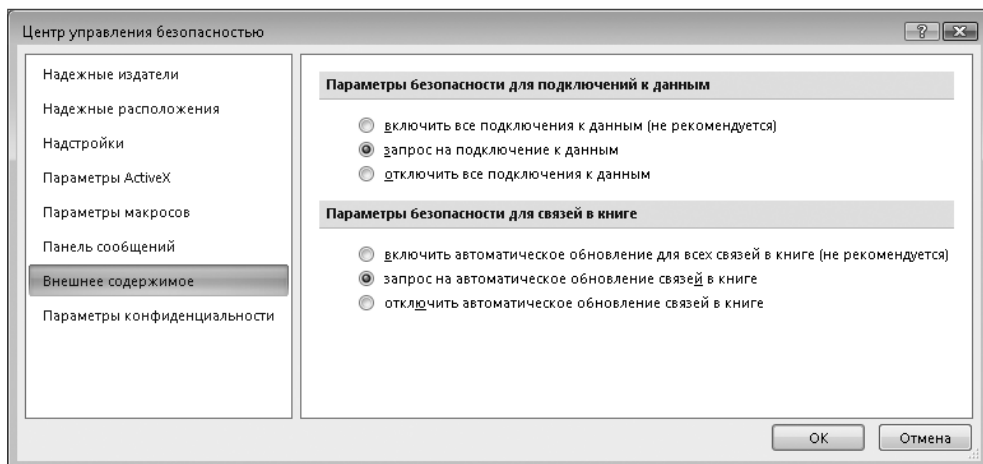


Рис. 2.41. Настройка параметров подключения к внешним данным

Для работы с внешними данными предназначена вкладка **Данные**. Нажав одну из кнопок в группе **Получить внешние данные**, можно подключить новые внешние данные. Получить данные можно из баз данных Microsoft Access и Microsoft SQL Server, текстовых файлов, файлов XML и некоторых других источников. Особенно легко подключаются базы данных Microsoft. Для этого надо указать, например, файл базы данных Access, способ представления данных (таблица, отчет сводной таблицы или сводная диаграмма) и ячейку, начиная с которой вставляются данные. При подключении баз данных необходимо также указать имя таблицы, из которой будут взяты данные. Очевидно, что таблицы базы данных имеют различную структуру, и поэтому такие данные не могут быть вставлены в виде одной таблицы

Excel. При необходимости использовать различные таблицы базы данных нужно повторить операцию подключения несколько раз.

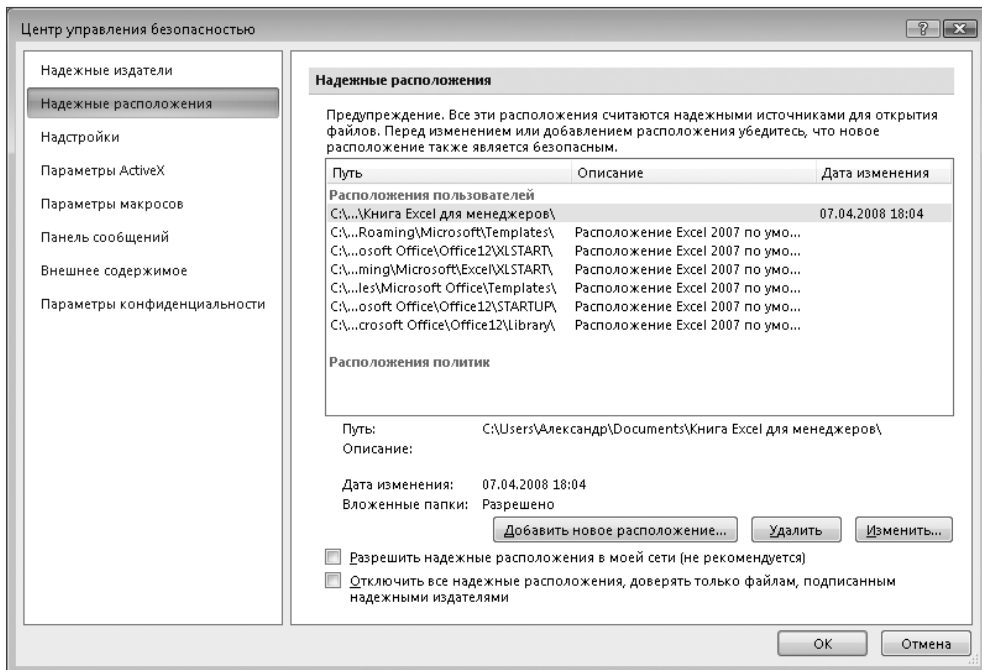


Рис. 2.42. Настройка надежных расположений данных

На рис. 2.43 показан простой пример использования внешних данных (база данных содержит три поля, в нее введено три записи).

	A	B	C	D
1	Код	Поле1	Поле2	
2	1	Запись1	текст1	
3	2	Запись2	текст2	
4	3	Запись3	текст3	

Рис. 2.43. Содержимое базы данных в таблице Excel

## ВНИМАНИЕ

Во время работы с книгой Excel, имеющей связь с внешними данными, некоторые из соответствующих исходных файлов (базы данных и т. д.) могут быть открыты только для чтения. Это справедливо, по крайней мере, для баз данных Access. Возможность изменения включается только после закрытия книги Excel.

Если после подключения внешних данных в их содержимом, например базе данных, произошли изменения, Excel не вносит их автоматически и не предупреждает об их необходимости. В этом случае пользователь должен самостоятельно обновить данные, нажав кнопку Обновить все на вкладке Данные.

Контролировать параметры подключений внешних данных можно в диалоговом окне Подключения к книге, открываемомся после нажатия кнопки Подключения в группе Подключения.

Можно получить доступ к внешним данным другим способом. При нажатии кнопки Office и выборе пункта Открыть открывается обычное окно для указания имени открываемого файла. Обычно оно используется для работы с файлами Excel, но в списке типов файлов есть различные варианты, том числе базы данных Access и dBase, файлы XML и многое другое (рис. 2.44). При открытии из этого окна, например, файла базы данных Access потребуется произвести примерно такие же действия, что и при обычном подключении внешних данных.

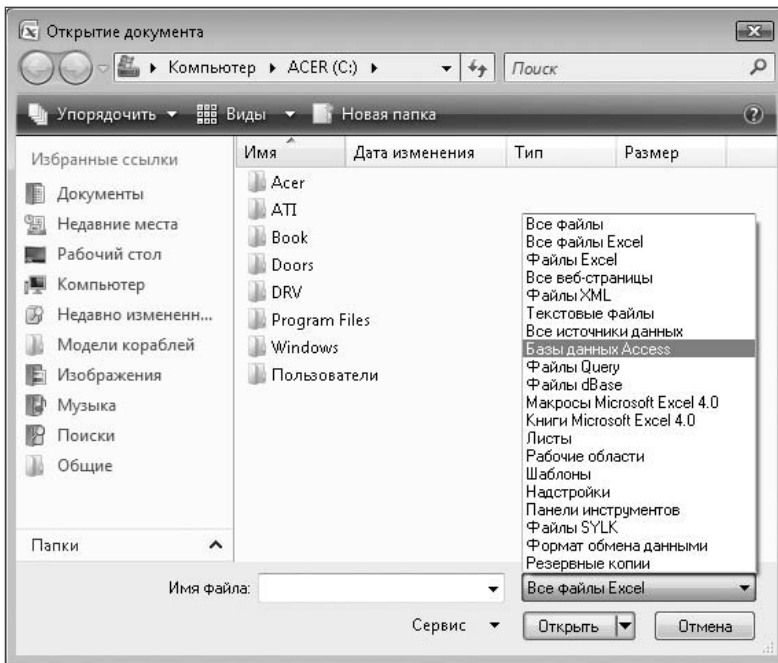


Рис. 2.44. Открытие базы данных как обычного документа в Windows Vista

## СОВЕТ

Отменить операцию подключения внешних данных обычным способом (кнопка Отменить ввод на панели быстрого доступа) невозможно, поэтому желательно перед началом этих действий сохранить книгу Excel.

## Надстройки

Для выполнения сложных вычислений в Excel имеется специальный инструментарий *надстройки*. Надстройки оформлены в виде отдельных подключаемых модулей. К ним относится, например, *поиск решения*. Ряд надстроек Excel устанавливается

на компьютер по умолчанию, но некоторые из них не подключены и пока не могут использоваться. Для проверки, установлена ли какая-либо надстройка, необходимо зайти в окно конфигурации (Office ► Параметры Excel ► Надстройки) и проверить ее наличие в списке **Активные надстройки приложений** (рис. 2.45). Если там ее нет, в списке **Управление** внизу окна нужно выбрать пункт **Надстройки Excel** и нажать кнопку **Перейти...** — появится окно **Надстройки**, в котором можно включить или выключить использование конкретных надстроек (рис. 2.46).

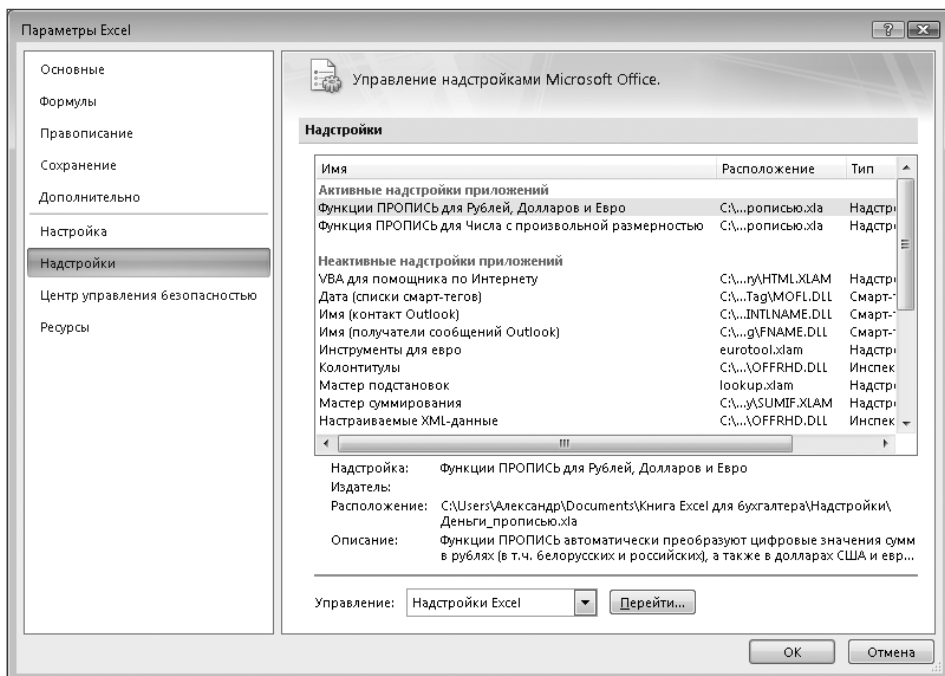


Рис. 2.45. Управление надстройками Excel

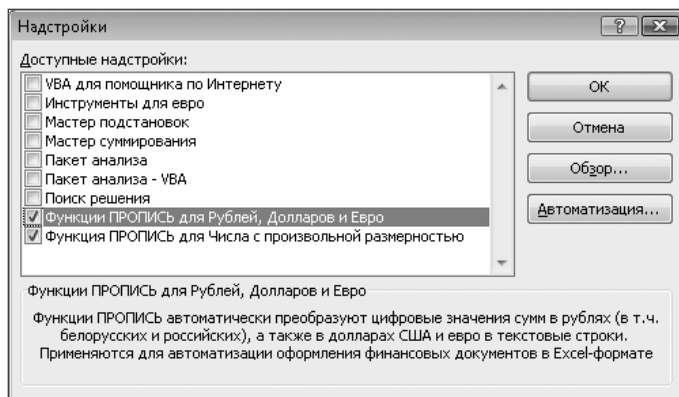


Рис. 2.46. Подключение надстроек



Если необходимая надстройка уже есть в списке, то для ее подключения достаточно отметить ее установкой флажка. Если требуется добавить новые надстройки, нужно нажать кнопку **Обзор...**, после чего в открывшемся окне указать нужный файл. По умолчанию файлы надстроек хранятся в папке **AddIns**, которая расположена в одной из папок **Microsoft Office**. Точное ее расположение меняется в зависимости от версии операционной системы (**Windows XP**, **Windows Vista**). Допустимо расположить файлы надстроек в другом удобном пользователю месте.

Механизм подключения дополнительных модулей в виде надстроек **Excel** позволяет сторонним разработчикам распространять свои программные продукты.

## Примеры использования надстроек

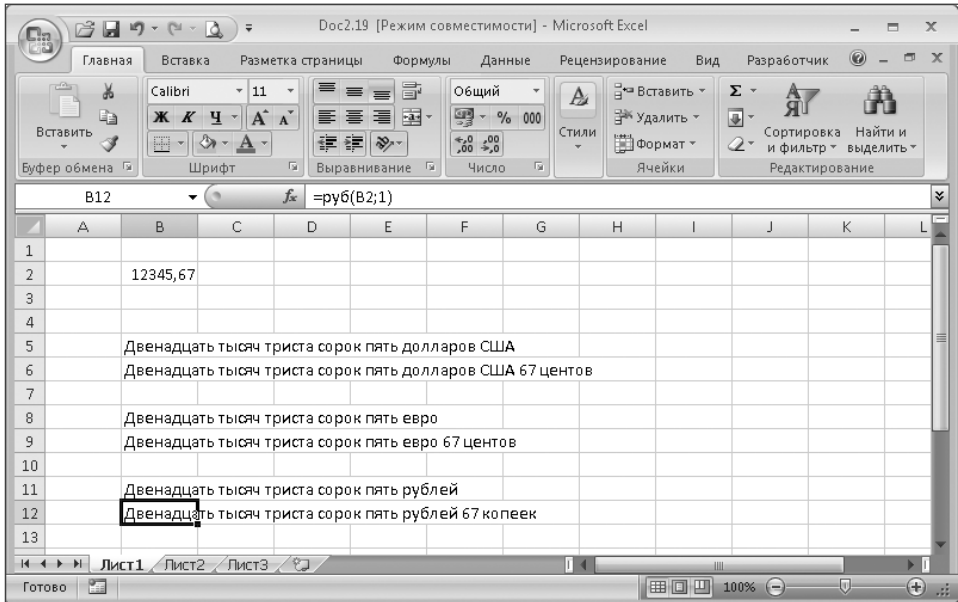
Многие документы (например накладные, счета и т. д.) содержат различные числовые суммы, заполняемые как цифрами, так и прописью. Частое выполнение этих операций при оформлении документов отнимает много времени, при этом могут допускаться дополнительные ошибки. Логично было бы автоматизировать такую операцию. К сожалению, даже в последней на сегодняшний момент версии **Excel 2007** нет соответствующей встроенной функции. Существует функция **ТЕКСТ**, преобразующая число с учетом заданного формата в текстовый вид, но при этом запись числа производится цифрами. Таким образом, преобразование мало влияет на внешний вид записи числа, в большей степени эта функция предназначена для обеспечения совместимости типов данных в вычислениях. В бухгалтерских же документах требуется записывать число словами. Этот алгоритм может быть запрограммирован и добавлен в рабочую книгу различными способами, однако можно пойти более простым путем и воспользоваться готовыми вариантами решения этой проблемы. В частности, в Интернете можно найти несколько свободно распространяемых вариантов надстройки **Excel**, в которой находятся необходимые функции. Останется только подключить надстройку и вставить в ячейку вызов соответствующей функции. Несколько вариантов модулей находится на сайте «Главный бухгалтер» (<http://www.gb.by>). В показанном примере использована надстройка **Деньги\_прописью.xls**, с помощью запрограммированных в ней функций можно выводить сумму прописью в рублях, долларах и евро. Можно вывести значение с копейками (центами) или без них. Например, для вывода суммы в рублях (числовое значение находится в ячейке **B2**) используется вызов функции вида **=руб (B2 ; 1)**, для долларов и евро соответственно **=долл (B2 ; 1)** и **=евро (B2 ; 1)**. Второй аргумент функции указывает на вывод суммы с копейками (центами). Для вывода значения целой части числа необходимо указать в качестве второго аргумента значение **0** или просто не указывать этот аргумент.

На рис. 2.47 показаны различные варианты применения функций **руб**, **евро** и **долл**, содержащихся в этой надстройке. Результат использования функций полностью удовлетворяет всем правилам оформления бухгалтерских документов, в частности, текст записывается с прописной (заглавной) буквы и число копеек (центов) указывается цифрами.

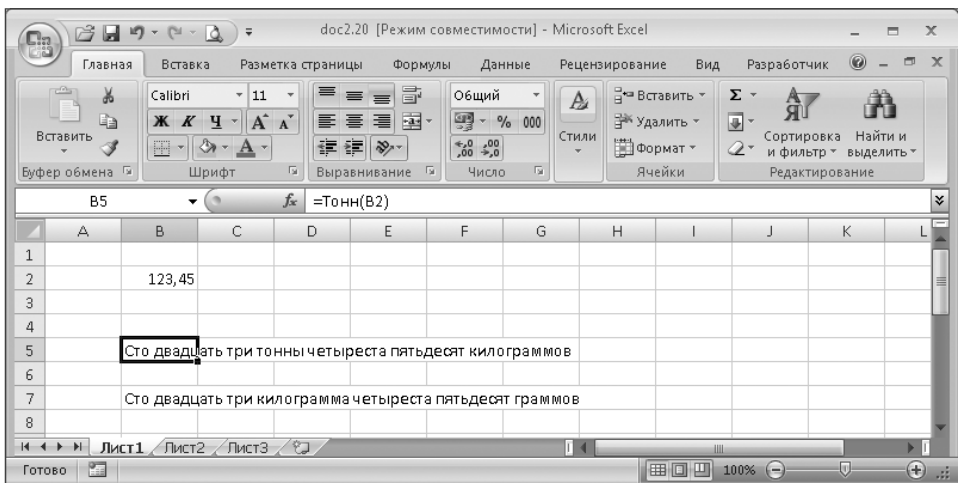
Надстройка **Вес\_прописью.xls** может применяться аналогичным способом. На рис. 2.48 показан результат использования функций **Тонн** и **КГ**.

**ВНИМАНИЕ**

В этой главе уже описывался процесс установки и подключения дополнительных надстроек. С данными надстройками необходимо поступить аналогичным образом. Ранее надстройка Деньги\_прописью.xla уже была показана на рис. 2.45 в списке активных надстроек (функции ПРОПИСЬ для Рублей, Долларов и Евро). При рассмотрении примеров, использующих данную надстройку, необходимо иметь в виду, что без установки надстройки на компьютере пользователя эти примеры не могут работать правильно.



**Рис. 2.47.** Пример применения надстройки Деньги\_прописью.xla



**Рис. 2.48.** Пример применения надстройки Вес\_прописью.xla

## Поиск решения

Поиск решения — надстройка, входящая в комплект поставки Excel. Ее основным назначением является решение линейных и нелинейных задач оптимизации. Для линейных задач используется симплекс-метод, для задач целочисленного программирования — метод ветвей, границ и для нелинейных задач — метод приведенного градиента.

Надстройка Поиск решения является частью блока задач, который иногда называют анализом «что-если».

Если надстройка Поиск решения подключена, на вкладке Данные появляется группа Анализ и в ней кнопка Поиск решения (рис. 2.49).

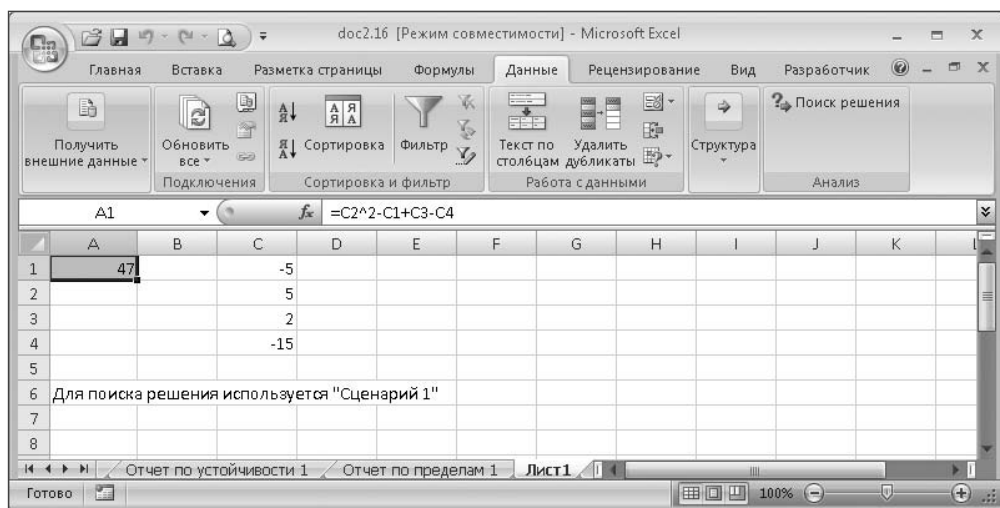


Рис. 2.49. Применение надстройки Поиск решения

С помощью этой надстройки можно найти максимальное или минимальное значение для формулы, содержащейся в одной ячейке, называемой *целевой*. При поиске решения работа производится с группой ячеек, прямо или косвенно связанных с формулой в целевой ячейке. Для получения заданного результата по формуле в целевой ячейке надстройка Поиск решения изменяет значения в назначенных ячейках, называемых *изменяемыми ячейками*. Для уменьшения количества используемых значений применяются *ограничения*, которые могут ссылаться на другие ячейки, влияющие на формулу для целевой ячейки.

При поиске решения с помощью этой надстройки необходимо первоначально ввести в изменяемые ячейки некоторые значения исходных данных, а в целевую ячейку — формулу для вычисления результата. Затем нажатием кнопки Поиск решения открывается диалоговое окно, в котором производится настройка параметров задачи. Пример задания таких параметров показан на рис. 2.50.

После того как выполнены все необходимые настройки параметров, нажатием кнопки Выполнить в окне Поиск решения запускается процесс решения задачи. Во время

вычислений в строке состояния отображается число выполненных итераций. В зависимости от различных условий процесс вычислений может продолжаться достаточно долго.

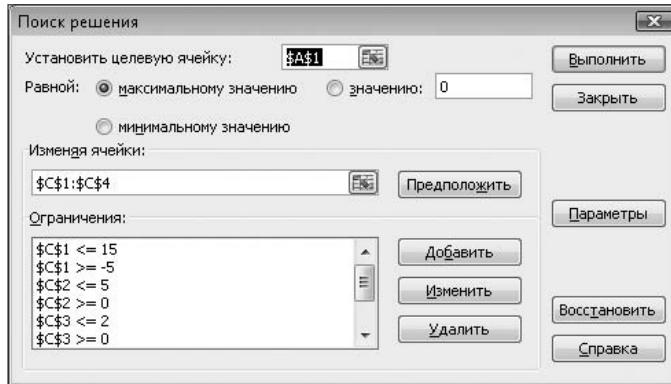


Рис. 2.50. Окно Поиск решения

По окончании расчетов открывается диалоговое окно Результаты поиска решения, в котором сообщается, было ли найдено решение.

Если найдено оптимальное решение, то в диалоговом окне Результаты поиска решения выводятся два ключевых сообщения: Решение найдено и Все ограничения и условия оптимальности выполнены. Отсутствие хотя бы одного из этих сообщений свидетельствует о том, что программе не удалось найти оптимальное решение. Причины неудачи могут быть различны, необходимо проверить установленные ограничения, начальные значения изменяемых ячеек и постановку задачи в целом. Если решение не было найдено, сообщаются иные причины окончания вычислений.

В окне Результаты поиска решения можно принять найденный вариант или восстановить прежний, а также сохранить *сценарий* расчетов с определенным именем. В этом окне есть список Тип отчета. Если выделить один или несколько вариантов, то при закрытии окна создаются дополнительные листы рабочей книги (Отчет по результатам 1, Отчет по пределам 1, Отчет по устойчивости 1) с запрошенной дополнительной информацией. При повторном запуске могут создаваться дополнительные листы с новыми номерами отчетов, таким образом, информация о различных вариантах расчетов не будет утеряна.

Для работы с сохраненными сценариями можно использовать Диспетчер сценариев, вызываемый нажатием кнопки Анализ «что-если» и выбором инструмента Диспетчер сценариев... в группе Работа с данными вкладки Данные. Здесь можно добавить, изменить, удалить сценарии, а также объединить их и вывести отчет на дополнительный лист. В этом окне приводится список существующих в данной книге сценариев, для запуска одного из которых нужно выбрать конкретное имя сценария и нажать кнопку Вывести. При этом происходит перерасчет результатов, и в целевой ячейке появляется новое значение.

С помощью надстройки Поиск решения можно решать следующие задачи.

- ✓ Поиск оптимума при наличии ограничений (условная оптимизация) — наиболее общий тип задачи оптимизации.

В этом случае заданы ограничения и адрес ячейки целевой функции, которую необходимо максимизировать или минимизировать. Если целевая функция и все ограничения линейны, то имеет место задача линейной оптимизации. В этом случае в диалоговом окне Параметры поиска решения можно установить флажок *Линейная модель*. При этом решение задачи будет найдено быстрее, надежнее, и будет выдана более подробная дополнительная информация. В другом случае надстройка Поиск решения использует метод приведенного градиента. Если целевая функция имеет несколько оптимумов, удовлетворяющих ограничениям, то надстройка Поиск решения найдет один из них (то есть локальный оптимум). Найденный оптимум может не быть глобальным (то есть наилучшим из всех оптимумов). При наличии нескольких локальных оптимумов на результат поиска решения может повлиять изменение начальных значений изменяемых ячеек.

- ✓ Поиск безусловного оптимума — задача нахождения максимума или минимума целевой функции при отсутствии ограничений.

Подобная постановка задачи имеет смысл только в том случае, если целевая функция является нелинейной. При поиске оптимума линейной целевой функции без задания ограничений будет выводиться сообщение о неограниченном решении. Как и в предыдущем случае, если целевая функция имеет несколько максимумов или минимумов, то надстройка Поиск решения находит один из них (локальный оптимум), который может не совпадать с глобальным оптимумом. Начальные значения изменяемых ячеек могут существенно влиять на поиск оптимума.

- ✓ Поиск допустимого решения.

Если не задана целевая ячейка (поле *Установить целевую ячейку* в диалоговом окне Поиск решения), то надстройка Поиск решения прекратит работу, найдя допустимое решение задачи, то есть набор значений для изменяемых ячеек, которые удовлетворяют всем ограничениям. В случае линейности функций ограничений можно установить флажок *Линейная модель* в диалоговом окне Параметры поиска решения. Данная настройка параметров задачи может ускорить поиск допустимого решения.

- ✓ Решение систем уравнений.

В этом случае целевая ячейка не задается, ограничения указываются только в виде равенств. При решении задачи выполняется поиск значений изменяемых ячеек, удовлетворяющих заданной системе ограничений. Таким образом, решается система уравнений, в которой неизвестными являются значения изменяемых ячеек.

- ✓ Подбор параметров.

Для решения подобной задачи необходимо задать конкретное значение для целевой ячейки, не определяя какие-либо ограничения. При решении задачи может производиться подбор нескольких параметров, доставляющих заданное значение целевой функции.

Пример подбора параметров, в качестве одного из вариантов применения надстройки Поиск решения, приводится далее.

На рис. 2.51 показано окно Поиск решения с настройками для подбора параметров.

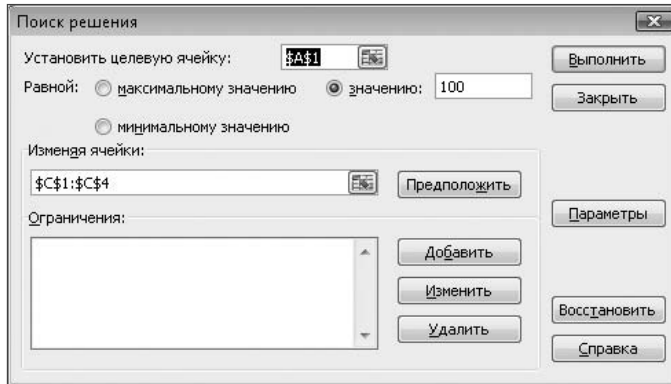


Рис. 2.51. Задание значения целевой ячейки для подбора параметров

На рис. 2.52 показан результат подбора параметров.

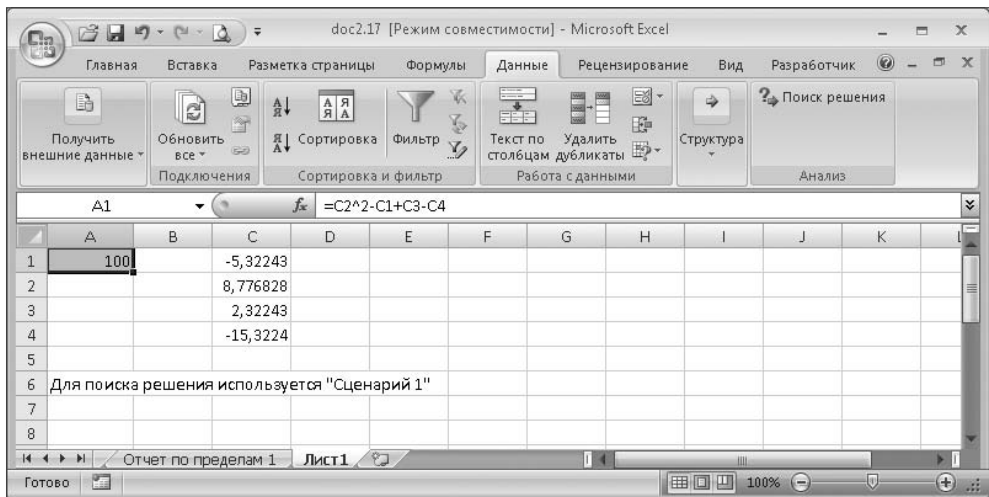


Рис. 2.52. Результаты подбора параметров

Далее приводится более подробное описание параметров надстройки Поиск решения, которые задаются в отдельных диалоговых окнах.

## Диалоговое окно Поиск решения

Диалоговое окно Поиск решения содержит элементы управления, позволяющие настроить основные параметры решаемой задачи.

Для установки целевой ячейки в поле Установить целевую ячейку вводится адрес ячейки, содержащей значение целевой функции. Адрес ячейки можно ввести вручную или щелкнув мышью на нужной ячейке (в этом случае адрес вводится автоматически).

В области Равной диалогового окна Поиск решения задается тип оптимизации. Можно указать, требуется ли достичь максимального или минимального значения целевой ячейки или некоторого конкретного значения, которое вводится в соответствующем поле данного диалогового окна.

В поле Изменяя ячейки необходимо указать ячейки, в которых содержатся переменные значения задачи.

Список Ограничения содержит перечень всех ограничений, установленных для данной задачи. При нажатии на кнопку Добавить открывается диалоговое окно Добавление ограничения. По умолчанию предполагается, что ограничение имеет вид неравенства  $<=$ . Вместо данного неравенства из списка могут быть выбраны другие варианты, а также ограничения вида цел и двоич, которые указывают, что значения изменяемых ячеек могут принимать только целые значения или только двоичные значения (0 и 1).

В Excel 2007 максимальное количество изменяемых ячеек, с которыми одновременно может работать надстройка Поиск решения, равно 200. При решении нелинейных задач на каждую из изменяющихся ячеек можно наложить до 100 ограничений (в дополнение к целочисленным ограничениям на переменные).

Кнопка Предположить используется для автоматического поиска ячеек, содержащих значения (не формулы) и влияющих на формулу в целевой ячейке.

Выделив одно из ограничений в списке Ограничения и нажав кнопку Изменить, пользователь получает возможность изменить данное ограничение. Изменение ограничения будет выполняться в открывающемся окне Изменение ограничения.

При нажатии кнопки Удалить происходит удаление выделенного ограничения.

Нажатие кнопки Закрыть закрывает диалоговое окно Поиск решения, при этом не начинаются вычисления. При закрытии окна сохраняются все сделанные настройки параметров.

При нажатии кнопки Восстановить диалоговое окно Поиск решения очищается от всех установленных значений параметров. Окно показывается в первоначальном виде со значениями параметров, принятыми по умолчанию.

Кнопка Параметры служит для перехода в диалоговое окно Параметры поиска решения, в котором можно задать дополнительные параметры.

Для вызова справочной системы Excel следует нажать кнопку Справка. Аналогичные действия выполняют кнопки Справка в других диалоговых окнах надстройки Поиск решения.

Нажатие кнопки Выполнить вызывает запуск вычислений. При необходимости пользователь может прервать работу, нажав клавишу Esc. В этом случае рабочий лист пересчитывается с теми значениями изменяемых ячеек, которые имели место во время последней прерванной итерации.

## Диалоговое окно Параметры поиска решения

При необходимости задать дополнительные параметры процесса поиска решения следует открыть диалоговое окно Параметры поиска решения (кнопка Параметры), показанное на рис. 2.53.

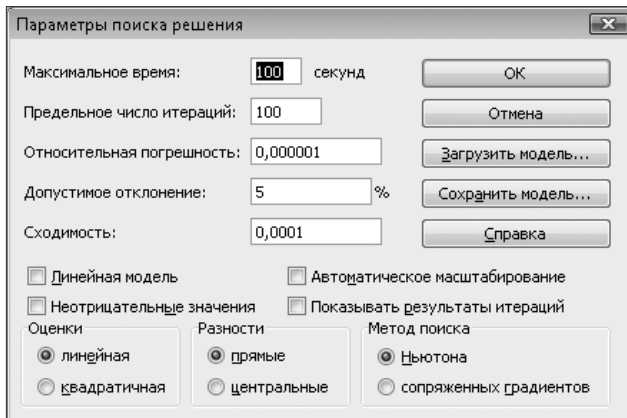


Рис. 2.53. Диалоговое окно Параметры поиска решения

В поле ввода **Максимальное время** задается максимальное время решения задачи (в секундах). Значение, принятое по умолчанию — 100 секунд. Такого интервала времени достаточно для решения большинства несложных задач. Максимальное значение, которое можно ввести в это поле, составляет 32 767 секунд. Если решение не будет найдено в течение указанного времени, то появится диалоговое окно **Текущее состояние поиска решения**, предлагающее два варианта дальнейших действий: остановка или продолжение работы в течение еще одного интервала времени.

В поле ввода **Предельное число итераций** задается максимальное число итераций, выполняемых при поиске решения. Максимально допустимое число итераций — 32 767. Заданного по умолчанию значения (100 итераций) достаточно для решения несложных задач. Если решение не будет найдено в течение заданного количества итераций, открывается диалоговое окно **Текущее состояние поиска решения**. В этом окне пользователю предлагается два варианта дальнейших действий: остановка вычислений или продолжение вычислений в течение еще такого же количества итераций.

В поле ввода **Относительная погрешность** пользователь может задать точность выполнения ограничений. Ограничение считается выполненным в виде равенства, если абсолютные разности значений правой и левой частей ограничения не выходят за интервал, определяемый параметром **Относительная погрешность**. Величина относительной погрешности в этом поле должна быть дробным числом в интервале от 0 до 1. Чем меньше заданная величина относительной погрешности, тем точнее полученный результат. При задании большей величины относительной погрешности решение будет найдено быстрее. При выполнении обычных расчетов значение параметра **Относительная погрешность** принимается в пределах от 0,0001 до 0,000001.

В поле ввода **Допустимое отклонение** задается максимальное отклонение значения целевой ячейки от действительного оптимального значения, выраженное в процентах. Этот параметр используется только при решении задач целочисленного программирования, если задано не менее одного целочисленного ограничения.



Данный параметр может использоваться для ускорения вычислений. Задание большего значения в этом поле снижает время вычислений, но одновременно с этим снижается и точность найденного решения. По умолчанию принимается значение допустимого отклонения равного 5 %.

Параметр **Сходимость** применяется только к нелинейным задачам. Вычисления прекращаются, если относительное изменение значения в целевой ячейке за последние пять итераций становится меньше указанного числа. Значение параметра должно находиться в интервале от 0 до 1. Меньшее значение параметра соответствует более высокой точности вычисленного результата. С другой стороны — большее значение этого параметра позволяет быстрее найти решение. По умолчанию задано значение 0,0001.

При установке флажка **Линейная модель** к текущей задаче применяется линейная модель. Линейная модель предполагает, что все зависимости между изменяемыми значениями и формулой в целевой ячейке описываются линейными функциями. В этом случае для решения задачи применяется быстрый и эффективный симплекс-метод. Если флажок не установлен, то применяется градиентный метод. Применение линейной модели задачи ускоряет поиск решения.

Установка флажка **Неотрицательные значения** задает нулевую нижнюю границу для тех значений изменяющихся ячеек, для которых не были явно заданы нижние границы. Установка этого параметра эквивалентна добавлению ограничения неотрицательности (значения изменяемых ячеек должны быть больше или равны 0).

## ВНИМАНИЕ

Не следует одновременно устанавливать флажок **Неотрицательные значения** и задавать в явном виде ограничения неотрицательности. Оба варианта задания таких ограничений эквивалентны, но их совместное использование создает избыточные ограничения, которые могут стать причиной того, что решение не будет сходиться к оптимуму для некоторых типов задач.

Флажок **Автоматическое масштабирование** служит для включения автоматической нормализации входных и выходных значений, значительно различающихся по величине. Это делается с целью уменьшить разность между их возможными минимальными и максимальными значениями.

## СОВЕТ

Необходимо избегать ситуаций, когда значения переменных отличаются друг от друга на пять или более порядков. В таких ситуациях может происходить накопление ошибок округления в процессе вычислений, что, в свою очередь, может привести к неверному решению или к ложным сообщениям об ошибках. В таких случаях следует изменить масштаб представления некоторых данных для уменьшения разброса в значениях переменных. Автоматического изменения масштаба (параметр **Автоматическое масштабирование** в диалоговом окне **Параметры поиска решения**) может оказаться недостаточно, особенно в нелинейных задачах.

При установке флажка **Показывать результаты итераций** вычисления приостанавливаются после выполнения очередной итерации. После этого на экран выводится диалоговое окно **Текущее состояние поиска решения** с результатами данной итерации. Нажатие кнопок **Продолжить** или **Стоп** в окне **Текущее состояние поиска решения** позво-

ляет соответственно продолжить или остановить вычисления. Нажатие кнопки **Сохранить сценарий** позволяет сохранить текущее решение в именованном сценарии.

В области **Оценки** находятся два переключателя для указания метода экстраполяции (линейный или квадратичный), используемого для получения исходных оценок значений переменных в каждом одномерном поиске.

- ✓ Переключатель **линейная** установлен по умолчанию. Этот параметр устанавливается при решении линейной задачи. При установке этого переключателя вычисления выполняются быстрее, чем при установленном переключателе **квадратичная**, однако точность решения понижается.
- ✓ Установка переключателя **квадратичная** означает использование квадратичной экстраполяции, которая дает более точные результаты при решении нелинейных задач.

В области **Разности** находятся два переключателя, служащие для указания метода численного дифференцирования, используемого для вычисления частных производных целевой функции и функций ограничений.

- ✓ Переключатель **прямые** установлен по умолчанию. Этот вариант настройки используется в большинстве задач, где скорость изменения ограничений относительно невысока.
- ✓ При положении переключателя **центральные** в вычислениях используются центральные разности, применимые к функциям, имеющим разрывные производные. Такой вариант вычислений более сложен, но его применение может быть оправданным, если не удастся получить решение при другой настройке параметров.

Переключатели в области **Метод поиска** предназначены для выбора алгоритма оптимизации для решения нелинейной задачи.

- ✓ При выборе переключателя **Ньютона** при вычислениях используется модифицированный метод Ньютона. При этом для вычислений требуется больше оперативной памяти, но выполняется меньше итераций.
- ✓ При установке переключателя **сопряженных градиентов** используется метод сопряженных градиентов. Данный метод используется, когда решаемая задача достаточно сложна, необходимо экономить память, а также если итерации дают слишком малое отличие в последовательных приближениях.

При нажатии кнопки **ОК** происходит сохранение значений параметров диалогового окна **Параметры поиска решения** и возврат в диалоговое окно **Поиск решения**.

Нажатие кнопки **Отмена** не сохраняет сделанные установки значений параметров диалогового окна **Параметры поиска решения**, при этом происходит возврат в диалоговое окно **Поиск решения**.

Нажатие на кнопку **Загрузить модель** открывает диалоговое окно **Загрузка модели**. В этом окне для загрузки ранее сохраненной модели необходимо указать адрес диапазона ячеек рабочего листа, содержащего параметры модели.

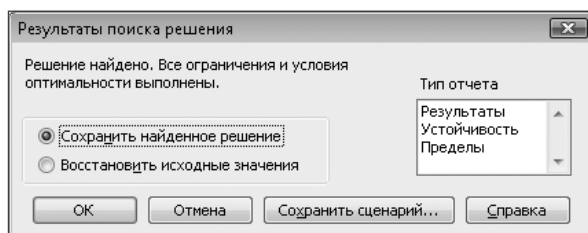
Нажатие на кнопку **Сохранить модель** открывает диалоговое окно, в котором указывается диапазон ячеек рабочего листа, в которых будут сохранены параметры модели.

**СОВЕТ**

Обычно модель задачи содержит только один набор параметров, используемых в процессе вычислений, который хранится в виде скрытых переменных вместе с рабочим листом. Сохранение различных наборов параметров поиска в явном виде на рабочем листе и последующее повторное использование является очень удобным способом выполнения многовариантных расчетов, а также сравнения их результатов. При этом сохраняется и восстанавливается вся информация, необходимая для выполнения поиска: адреса изменяемых ячеек, ограничения, адрес ячейки с целевой функцией и параметры, установленные в диалоговом окне Параметры поиска решения.

## Диалоговое окно Результаты поиска решения

При окончании вычислений, требовании пользователя прервать вычисления, а также в некоторых других случаях открывается диалоговое окно Результаты поиска решения, показанное на рис. 2.54.



**Рис. 2.54.** Диалоговое окно Результаты поиска решения

Если решение найдено, то в диалоговом окне Результаты поиска решения может отобразиться одно из двух следующих сообщений.

- ✓ Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.  
Это сообщение означает, что все ограничения выполнены и найдено оптимальное значение целевой функции.
- ✓ Поиск свелся к текущему решению. Все ограничения выполнены.  
Это сообщение может появиться только при решении нелинейных задач.

Если вычисления остановлены, но решение не найдено, то в диалоговом окне Результаты поиска решения появятся соответствующие сообщения с пояснением причин остановки вычислений.

В диалоговом окне Результаты поиска решения (рис. 2.54) имеются некоторые элементы управления, с их помощью осуществляется выбор вариантов дальнейших действий программы.

- ✓ При установке переключателя Сохранить найденное решение пользователь принимает найденное решение, и Excel помещает в изменяемые ячейки значения, составляющие найденное решение.
- ✓ При выборе переключателя Восстановить исходные значения происходит восстановление исходных значений в изменяемых ячейках.
- ✓ Если в списке Тип отчета выбрать нужные типы отчетов с результатами поиска решения, Excel создаст такие отчеты на отдельных листах рабочей книги.

- ✓ Нажатие кнопки ОК используется для того, чтобы принять установки, сделанные в диалоговом окне Результаты поиска решения, и вернуться на рабочий лист Excel.
- ✓ Нажатие кнопки Отмена используется для восстановления исходных значений в изменяемых ячейках.
- ✓ Нажатие кнопки Сохранить сценарий открывает диалоговое окно Диспетчер сценариев, позволяющее сохранить значения изменяемых ячеек в качестве сценария Excel.

## Диалоговое окно Текущее состояние поиска решения

Диалоговое окно Текущее состояние поиска решения, показанное на рис. 2.55, выводится в следующих случаях:

- ✓ в диалоговом окне Параметры поиска решения установлен флажок Показывать результаты итераций;
- ✓ достигнут временной предел вычислений, установленный в поле Максимальное время в диалоговом окне Параметры поиска решения;
- ✓ выполнено предельное количество итераций, заданное в диалоговом окне Параметры поиска решения.

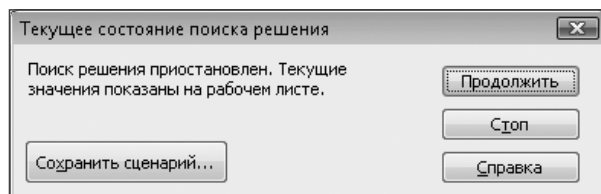


Рис. 2.55. Диалоговое окно Текущее состояние поиска решения

В этом окне могут быть выведены несколько вариантов сообщений.

- ✓ Поиск решения приостановлен. Текущие значения показаны на рабочем листе.  
Это сообщение выводится, когда в диалоговом окне Параметры поиска решения установлен флажок Показывать результаты итераций.
- ✓ Время, установленное для поиска решения, истекло. Продолжить?  
Данное сообщение выводится, когда время вычислений достигло значения, установленного в поле Максимальное время диалогового окна Параметры поиска решения.
- ✓ Достигнуто максимальное число итераций. Продолжить?  
Это сообщение появляется при выполнении максимального количества итераций, установленного в поле Предельное число итераций диалогового окна Параметры поиска решения.

Нажатие кнопки Стоп в диалоговом окне Текущее состояние поиска решения завершает вычисления и отображает диалоговое окно Результаты поиска решения. Если нажать

кнопку **Продолжить**, то вычисления продолжают, и может быть отображено следующее окно **Текущее состояние поиска решения** (если установлен флажок **Показывать результаты итераций** в диалоговом окне **Параметры поиска решения**). Нажатие кнопки **Сохранить сценарий** открывает диалоговое окно **Диспетчер сценариев**, которое дает возможность сохранить текущее состояние поиска решения в виде сценария.

## Отчеты надстройки Поиск решения

Если найдено решение, то Excel предоставляет возможность на основе полученного решения создать отчеты трех типов.

- ✓ В отчете **Результаты** выводятся исходные и полученные в результате поиска решения значения изменяемых ячеек и целевой функции, а также сведения об ограничениях задачи.
- ✓ Отчет **Устойчивость** дает основную информацию для анализа чувствительности линейных и нелинейных моделей. Этот анализ показывает, насколько чувствительно найденное оптимальное решение к небольшим изменениям параметров модели. Такой тип отчета будет недоступен, если в модели используются ограничения целочисленности.
- ✓ Отчет **Пределы** представляет собой ограниченный вариант отчета **Устойчивость**. Здесь показаны наименьшее и наибольшее значения, которые могут принимать каждая изменяемая переменная и целевая функция. Такой тип отчета будет недоступен, если в модели используются ограничения целочисленности.

Для создания отчетов в диалоговом окне **Результаты поиска решения** (рис. 2.54) в списке **Тип отчета** следует выбрать один или несколько типов отчетов и нажать кнопку **ОК**. Соответствующие отчеты будут созданы на новых листах в текущей рабочей книге, каждый отчет на отдельном рабочем листе.

Поскольку отчеты находятся на обычных рабочих листах книги Excel, их можно редактировать и копировать так же, как и любую другую информацию, содержащуюся на рабочем листе. Кроме того, на ячейки отчета можно ссылаться в формулах или использовать их для создания диаграмм. В отчетах форматирование ячеек, содержащих данные, наследуется от соответствующих ячеек табличной модели.

В большинстве отчетов имена переменных в столбцах **Имя** создаются путем соединения первой текстовой ячейки слева (если таковая имеется) и первой текстовой ячейки выше изменяемой ячейки, содержащей эту переменную. Структура табличной модели, содержащая текстовые заголовки столбцов и строк, делает имена переменных в отчетах надстройки **Поиск решения** информативными и понятными.

### Отчет Результаты

В этом отчете приводятся исходные и найденные оптимальные значения изменяемых ячеек и целевой функции. Кроме этого, в отчете указано, какие ограничения являются связывающими (лимитирующими). Показаны сведения только о тех ограничениях, которые отображаются в списке **Ограничения** диалогового окна **Поиск решения**. Ограничение неотрицательности, заданное в диалоговом окне **Параметры поиска решения** путем установки флажка **Неотрицательные значения**, в этом отчете не отображается.

На рис. 2.56 показан пример отчета по результатам.

	A	B	C	D	E																				
1	Microsoft Excel 12.0 Отчет по результатам																								
2	Рабочий лист: [9.xlsx] Лист1																								
3	Отчет создан: 03.07.2007 21:16:18																								
4																									
5																									
6	Целевая ячейка (Максимум)																								
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ячейка</th> <th>Имя</th> <th>Исходное значение</th> <th>Результат</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>\$A\$1</td> <td></td> <td>47</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>					Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат	\$A\$1		47	47												
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат																						
\$A\$1		47	47																						
8																									
9																									
10																									
11	Изменяемые ячейки																								
12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ячейка</th> <th>Имя</th> <th>Исходное значение</th> <th>Результат</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>\$C\$1</td> <td></td> <td>-5</td> <td>-5</td> </tr> <tr> <td>\$C\$2</td> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>\$C\$3</td> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>\$C\$4</td> <td></td> <td>-15</td> <td>-15</td> </tr> </tbody> </table>					Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат	\$C\$1		-5	-5	\$C\$2		5	5	\$C\$3		2	2	\$C\$4		-15	-15
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат																						
\$C\$1		-5	-5																						
\$C\$2		5	5																						
\$C\$3		2	2																						
\$C\$4		-15	-15																						
13																									
14																									
15																									
16																									

Рис. 2.56. Лист Отчет по результатам при поиске решения

В отчете Результаты содержатся следующие данные:

- ✓ В таблице Целевая ячейка(Максимум) приведены:
  - адрес целевой ячейки;
  - ее имя (созданное заранее или составленное из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находится целевая ячейка); если имени нет, то это поле остается пустым;
  - исходное значение в целевой ячейке;
  - значение в целевой ячейке после выполнения поиска решения.

В заголовке таблицы в скобках указывается тип решаемой задачи: Минимум — задачи минимизации, Максимум — задачи максимизации, Значение — задачи поиска заданного значения.

- ✓ В таблице Изменяемые ячейки приведены:
  - адреса изменяемых ячеек;
  - их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;
  - исходные значения в изменяемых ячейках;
  - значение в изменяемых ячейках после выполнения поиска решения.
- ✓ В таблице Ограничения приведены:
  - адреса ячеек, на значения которых наложены ограничения, и адреса изменяемых ячеек, на значения которых наложены явные ограничения;
  - их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;
  - значения в этих ячейках после выполнения поиска решения;

- формула ограничения;
- статус ограничения: **связанное** — решение зависит от этого ограничения, **не связанное** — решение не зависит от данного ограничения;
- значения разностей между вычисленными значениями правых и левых частей неравенств.

Признаком связанности ограничения, заданного в виде неравенства, служит значение разности, равное нулю.

### Отчет Устойчивость

Данный отчет дает основную информацию для анализа чувствительности линейных и нелинейных моделей. Анализ показывает, насколько чувствительно оптимальное решение к небольшим изменениям параметров модели, при этом предполагается, что значения всех параметров, за исключением одного, остаются неизменными.

Этот вид отчета доступен только для задач, не имеющих ограничений целочисленности. Кроме того, отчет содержит различные данные для линейных и нелинейных задач.

Пример данного типа отчета задач показан на рис. 2.57. В отчете для линейных задач могут содержаться две таблицы.

	A	B	C	D	E
1	Microsoft Excel 12.0 Отчет по устойчивости				
2	Рабочий лист: [9.xlsx] Лист1				
3	Отчет создан: 03.07.2007 21:16:19				
4					
5					
6	Изменяемые ячейки				
7				Результ.	Нормир.
8		Ячейка	Имя значение	градиент	
9		\$C\$1		-5	-1
10		\$C\$2		5	9,999995232
11		\$C\$3		2	1
12		\$C\$4		-15	-1
13					
14	Ограничения				
15	НЕТ				

Рис. 2.57. Лист Отчет по устойчивости при поиске решения

В таблице Изменяемые ячейки приведены:

- ✓ адреса изменяемых ячеек;
- ✓ их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки), если имен нет, то это поле остается пустым;
- ✓ найденные значения этих ячеек;
- ✓ нормированная стоимость, показывающая, насколько изменится значение целевой функции, если на единицу изменится значение в данной изменяемой

ячейке (этот показатель будет отличным от нуля только в тех случаях, когда значение в изменяемой ячейке равно ее верхнему или нижнему предельному допустимому значению);

- ✓ целевой коэффициент — коэффициент, стоящий при данной изменяемой переменной в уравнении целевой функции;
- ✓ значения в столбцах **Допустимое увеличение** и **Допустимое уменьшение** показывают, в каких пределах может изменяться целевой коэффициент при условии, что найденное значение целевой функции останется неизменным.

В таблице **Ограничения** приведены:

- ✓ адреса ячеек, на значения которых наложены ограничения;
- ✓ их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;
- ✓ найденные значения этих ячеек;
- ✓ теневая цена показывает, насколько изменится значение целевой функции, если на единицу изменится значение правой части данного ограничения; теневая цена отлична от нуля только тогда, когда данное ограничение в оптимальном решении является связанным (и решение не вырождено);
- ✓ значения правых частей ограничений;
- ✓ значения в столбцах **Допустимое увеличение** и **Допустимое уменьшение** показывают, в каких пределах может изменяться значение правой части ограничения при условии, что найденное значение целевой функции останется неизменным.

Появление в столбце **Допустимое увеличение** (или **Допустимое уменьшение**) таблиц **Изменяемые ячейки** и **Ограничения значений**  $1E+30$  показывает, что допускается неограниченное возрастание (или убывание) значения соответственно целевого коэффициента или правой части ограничения.

Отчет для нелинейных задач также содержит две таблицы.

- ✓ В таблице **Изменяемые ячейки** приведены:
  - адреса изменяемых ячеек;
  - их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;
  - найденные значения этих ячеек;
  - нормированный градиент (аналог нормированной стоимости для линейных моделей) — нормированное значение производной целевой функции по данной переменной;
- ✓ В таблице **Ограничения** приведены:
  - адреса ячеек, на значения которых наложены ограничения;
  - их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;



- найденные значения этих ячеек;
- множитель Лагранжа (аналог теневой цены для линейных моделей) — значение производной целевой функции по значению правой части данного ограничения; множитель Лагранжа отличен от нуля только тогда, когда данное ограничение в оптимальном решении является связанным.

В отчете Устойчивость простые верхние и нижние ограничения, налагаемые на переменные задачи (значения в изменяемых ячейках), в таблице Ограничения не отображаются, поскольку обрабатываются надстройкой Поиск решения иначе, чем остальные неравенства.

### Отчет Пределы

В отчете показаны наименьшее и наибольшее значения, которые может принимать каждая переменная решения при удовлетворении ограничений и при постоянстве значений всех остальных переменных. Такой отчет доступен только для задач, которые не имеют ограничений целочисленности.

В отчете по пределам приводятся наибольшее и наименьшее значения, которые может достигать каждый параметр целевой функции, и ее значения, принимаемых при этих значениях параметров (другие параметры считаются постоянными).

Данный тип отчета показан на рис. 2.58. Этот отчет содержит две таблицы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Microsoft Excel 12.0 Отчет по пределам									
2	Рабочий лист: [9.xlsx] Отчет по пределам 1									
3	Отчет создан: 03.07.2007 21:16:19									
4										
5										
6	Целевое									
7	Ячейка		Имя		Значение					
8	\$A\$1				47					
9										
10										
11	Изменяемое				Нижний Целевой		Верхний Целевой			
12	Ячейка		Имя		предел		результат		результат	
13	\$C\$1				-5		-5		47	
14	\$C\$2				5		0		22	
15	\$C\$3				2		0		45	
16	\$C\$4				-15		-15		47	

Рис. 2.58. Лист Отчет по пределам при поиске решения

- ✓ В первой таблице приведены:
  - адрес целевой ячейки;
  - ее имя (созданное заранее или составленное из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находится целевая ячейка); если имени нет, то это поле остается пустым;
  - значение в целевой ячейке после выполнения вычислений.

- ✓ Во второй таблице приведены:
  - адреса изменяемых ячеек;
  - их имена (созданные заранее или составленные из заголовков строк и столбцов, на пересечении которых находятся изменяемые ячейки); если имен нет, то это поле остается пустым;
  - значение в изменяемых ячейках после выполнения вычислений;
  - нижняя граница значений изменяемой ячейки, при которой сохраняется текущее значение целевой функции;
  - значение целевой функции при значении изменяемой ячейки, равном нижней границе;
  - верхняя граница значений изменяемой ячейки, при которой сохраняется текущее значение целевой функции;
  - значение целевой функции при значении изменяемой ячейки, равном верхней границе.

Если на значения изменяемой ячейки не налагаются ограничения, задающие ее верхнюю (или нижнюю) границы, то в столбцах **Верхний предел** и **Целевой результат** (или **Нижний предел** и **Целевой результат**) для этой переменной будут стоять значения ошибки #Н/Д.

## Программирование

Программирование в Excel имеет несколько уровней. Самый простой — задание формул вычислений в ячейках с использованием простых арифметических операций и содержимого других ячеек в качестве данных. Немного сложнее использование встроенных функций. Еще сложнее использование возможностей, предоставляемых модулями надстроек. Кроме этого, можно создавать *макросы*, то есть свои собственные последовательности часто выполняемых команд. Макросы создаются, сохраняются в книге Excel и могут использоваться повторно по мере необходимости.

Работа по созданию макросов требует дополнительной настройки конфигурации Excel 2007. В окне **Параметры Excel** (кнопка **Office** ▶ **Параметры Excel** ▶ **Основные**) необходимо включить показ вкладки **Разработчик**. В стандартных настройках эта вкладка не отображается. Для создания своего макроса на вкладке **Разработчик** в группе **Код** следует нажать кнопку **Запись макроса** (рис. 2.59), ввести его имя и далее производить необходимые действия, то есть вводить данные, формулы, переключать листы рабочей книги и т. д. После выполнения всех действий необходимо остановить запись макроса нажатием кнопки **Остановить запись**, которая появляется вместо кнопки **Запись макроса**. После проделанных операций книга Excel 2007 должна сохраняться уже в виде *книги Excel с поддержкой макросов*.

Для использования записанных макросов, их изменения и удаления используется кнопка **Макросы**, которая открывает специальное окно (рис. 2.60). Нажатием кнопки **Параметры...** можно присвоить выделенному в списке макросу определенное сочетание клавиш, при нажатии которых он будет выполняться. Для запуска макроса можно нажать клавишу **Выполнить**.

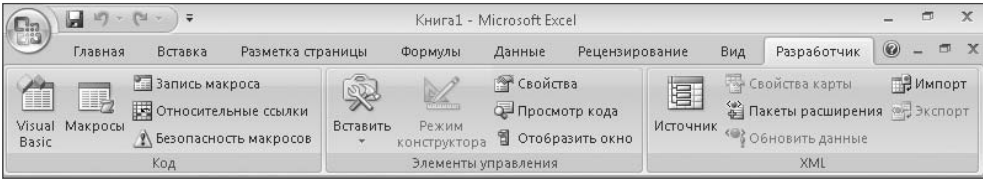


Рис. 2.59. Вкладка Разработчик

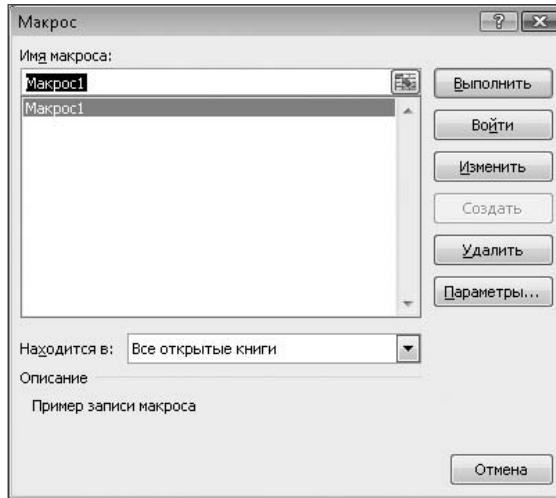


Рис. 2.60. Работа с созданными макросами

В Excel существует также другая возможность автоматизации работы. Для этого используется программирование в классическом понимании этого слова и язык программирования Visual Basic для приложений. Необходимые инструменты расположены на вкладке Разработчик. Программа работает с объектами, которыми могут быть ячейки, столбцы и строки, листы и вся рабочая книга. На листах рабочей книги можно помещать различные элементы управления (кнопки, поля ввода данных, списки и т. д.), создавать свои собственные функции и подпрограммы и т. д. Ранее это относилось к понятию *форма*. В Excel 2007 не делается акцента на данном термине, хотя все прежние действия возможны с помощью группы Элементы управления вкладки Разработчик.

Столкнуться с программированием на Visual Basic можно и при создании макросов, которые имеют внутреннюю реализацию в Excel на этом языке программирования. Это произойдет при нажатии кнопки Макрос и выборе пункта Изменить, после чего можно немного изменить действия макроса. На рис. 2.61 показано окно Visual Basic, которое используется для редактирования макросов.

Программирование на Visual Basic требует дополнительных знаний, поэтому не может быть рекомендовано рядовому пользователю Excel, однако очевидно, что эта программа обладает мощными возможностями. Так, можно создать законченную программу, имеющую развитый интерфейс и множество инструментов. Желающие

освоить программирование в Excel должны обратиться к специальной литературе, так как осветить все связанные с этим вопросы в контексте данной книги невозможно.

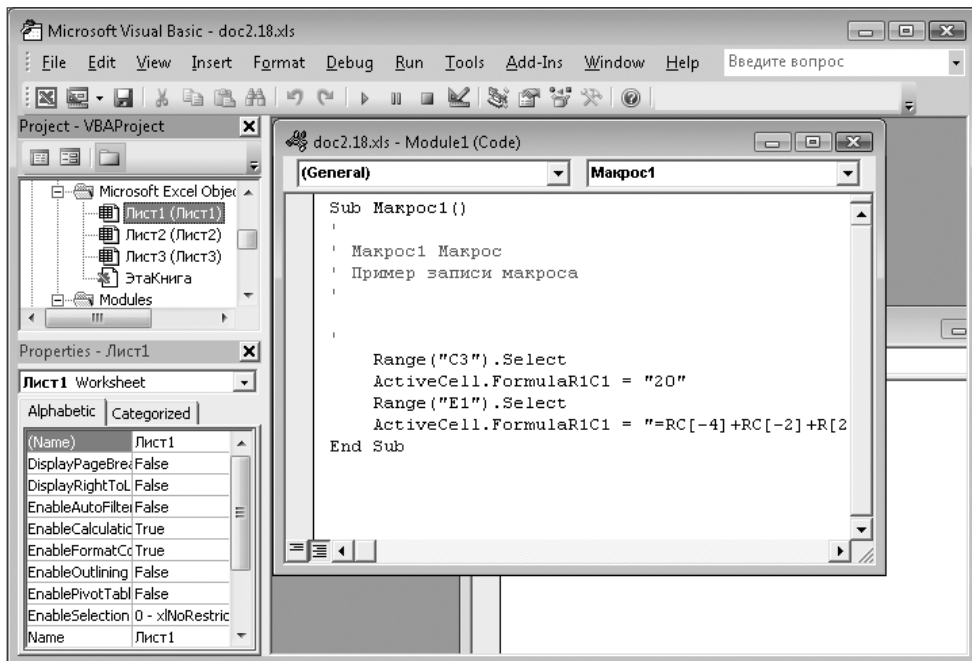



Рис. 2.61. Изменение макроса

## Безопасность

С использованием макросов тесно связаны вопросы безопасности, так как макросы в Excel могут являться носителями вредоносного программного кода. По этой причине по умолчанию использование макросов в Excel 2007 отключено, но пользователя предупреждают, что в открывшейся книге они есть. При необходимости и доверии создателю файла можно временно разрешить использование макросов или изменить постоянно действующие значения параметров в центре безопасности Excel (Office ► Параметры Excel ► Центр управления безопасностью ► Параметры центра управления безопасностью ► Параметры макросов или кнопка Безопасность макросов  в группе Код вкладки Разработчик). Можно разрешить использовать макросы без дополнительных предупреждений, но это следует делать только в том случае, если на компьютере установлена и регулярно обновляется антивирусная программа. В некоторых случаях требуется закрыть и снова открыть программу Excel 2007 для использования измененных параметров системы безопасности.

В Excel 2007 имеется удобный инструментарий, позволяющий настроить параметры безопасности при частом использовании макросов. Для этого открывается специальное окно (Office ► Параметры Excel ► Центр управления безопасностью ► Па-

параметры центра управления безопасностью), в левой части которого имеется меню, открывающее в правой части окна группы необходимых параметров. В частности, можно описать надежных издателей или надежное расположение файлов. В первом случае при наличии указанной цифровой подписи файл будет открываться с включенными макросами. Во втором случае в таком режиме открываются все файлы, находящиеся в определенной папке. При этом для остальных файлов может быть установлен другой режим. В целом значения параметров системы безопасности установлены оптимально, и без особой необходимости изменять их не следует. На рис. 2.62 показано окно настройки параметров использования макросов в Центре управления безопасностью.

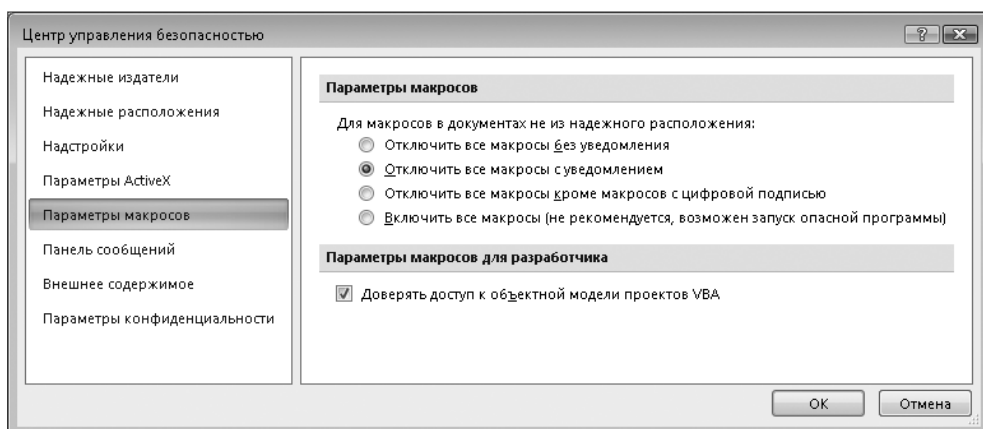


Рис. 2.62. Настройка параметров использования макросов

Рассмотренные методы использования Excel охватывают лишь часть широких возможностей этой программы. Описанные в этой главе средства позволяют успешно решать разнообразные практические задачи.



**Часть**

**2**

---

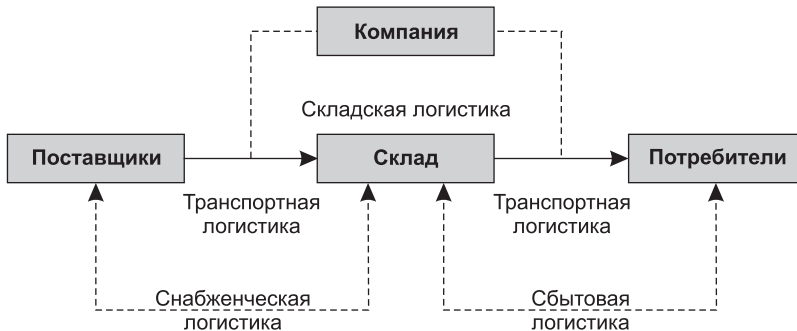
**Логистические расчеты**

В современных условиях *логистику* рассматривают как научно-практическое направление хозяйствования, заключающееся в эффективном управлении материальными и информационными потоками в сферах производства и обращения.

Используемое в настоящее время определение логистики было дано Первым Европейским Конгрессом по логистике, проходившем в Берлине с 20 по 22 марта 1974 года. Оно сформулировано следующим образом: «Логистика — это наука о планировании, управлении и контроле движения материальных, информационных и финансовых ресурсов в различных системах».

С развитием логистики из нее выделилось несколько видов: закупочная или снабженческая логистика, транспортная логистика, складская логистика, сбытовая или распределительная логистика, информационная логистика, производственная логистика и другие.

На рис. 3.1 в качестве примера показана логистическая цепь торговой компании.



**Рис. 3.1.** Логистическая цепь торговой компании

Очевидно, что все виды логистики взаимосвязаны между собой, как и все отрасли экономики.



## Глава 3

---

# Снабженческая логистика

*Снабженческая логистика* – управление материальными потоками в процессе обеспечения предприятия материальными ресурсами, первая логистическая подсистема, регулирующая процесс движения сырья, материалов, комплектующих и запасных частей с рынка закупок до складов предприятия.

## Закупки

Для *управления закупками* могут применяться различные методики. В этом разделе будет показано применение классической логистической методики и методов оптимизации, входящих в состав инструментария Excel.

## Метод миссий

*Метод миссий* широко используется в логистике для анализа и минимизации издержек. Он заключается в том, что рассматривается несколько вариантов процесса (миссий), для каждого из которых последовательно рассчитываются все расходы и доходы. В результате можно получить материал для сравнения и выбора или изменения вариантов (миссий).

На рис. 3.2 показан пример расчета вариантов закупки товаров. Данный пример носит условный характер; например, состав статей расходов и способ их вычисления может меняться. Ячейки с исходными данными для наглядности выделены цветом, в остальных ячейках таблицы находятся расчетные формулы. На рис. 3.3 показаны формулы вычислений. Для включения и выключения этого режима используется команда **Формулы** ▶ **Зависимости формул** ▶ **Показать формулы**.

Сравнение результатов расчетов при различных вариантах исходных данных наглядно показывает существующие различия и позволяет выбрать наиболее предпочтительный вариант закупок товара.

	A	B	C	D
1	<b>Расчет затрат при закупке и хранении товаров</b>			
2		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
3	Цена оптовая, руб. за 1 кг	20	15	30
4	Цена розничная, руб. за 1 кг	30	25	40
5	Объем продаж в сутки, т	1,5	1,5	1,5
6	Стоимость хранения, руб. за 1 т в сутки	150	150	150
7	Процент отходов, %	1	1	1
8	Стоимость заказа автомашины	5000	5000	5000
9	Стоимость перевозки, руб. за 1 т-км	5	5	5
10	Расстояние перевозки, км	20	20	20
11	Объем закупок, т	10	10	10
12	Затраты на рекламу, тыс. руб.	10	10	10
13	Фактическое время, сутки	6,66666667	6,66666667	6,66666667
14	Округленно в время, сутки	7	7	7
15	Затраты на 1 т., руб.	20000	15000	30000
16	Затраты на закупки, тыс. руб.	200	150	300
17	Затраты на кредит, тыс. руб.	4,66666667	4,66666667	4,66666667
18	Затраты на перевозку, тыс. руб.	6	6	6
19	Затраты на хранение, тыс. руб.	10,5	10,5	10,5
20	Затраты суммарные, тыс. руб.	231,166667	181,166667	331,166667
21	Объем отходов, т	0,7	0,7	0,7
22	Объем фактический, т	9,3	9,3	9,3
23	Доход, тыс. руб.	279	232,5	372
24	<b>Прибыль, тыс. руб.</b>	<b>47,8333333</b>	<b>51,3333333</b>	<b>40,8333333</b>
25	<b>Рентабельность продаж, %</b>	<b>17,1445639</b>	<b>22,078853</b>	<b>10,9767025</b>
26	<b>Рентабельность затрат (капитала), %</b>	<b>20,6921413</b>	<b>28,3348666</b>	<b>12,3301459</b>

Рис. 3.2. Применение метода миссий при расчете закупки товаров

	A	B	C
1	<b>Расчет затрат при закупке и хранении товаров</b>		
2		Вариант 1	Вариант 2
3	Цена оптовая, руб. за 1 кг	20	15
4	Цена розничная, руб. за 1 кг	30	25
5	Объем продаж в сутки, т	1,5	1,5
6	Стоимость хранения, руб. за 1 т в сутки	150	150
7	Процент отходов, %	1	1
8	Стоимость заказа автомашины	5000	5000
9	Стоимость перевозки, руб. за 1 т-км	5	5
10	Расстояние перевозки, км	20	20
11	Объем закупок, т	10	10
12	Затраты на рекламу, тыс. руб.	10	10
13	Фактическое время, сутки	=B11/B5	=C11/C5
14	Округленно в время, сутки	=ОКРУГЛВВЕРХ(B13;0)	=ОКРУГЛВВЕРХ(C13;0)
15	Затраты на 1 т., руб.	=B3*1000	=C3*1000
16	Затраты на закупки, тыс. руб.	=B15*B11/1000	=C15*C11/1000
17	Затраты на кредит, тыс. руб.	=0,2*100*B14/30	=0,2*100*C14/30
18	Затраты на перевозку, тыс. руб.	=(B8+B9*B11*B10)/1000	=(C8+C9*C11)/1000
19	Затраты на хранение, тыс. руб.	=B6*B14*B11/1000	=C6*C14*C11/1000
20	Затраты суммарные, тыс. руб.	=B16+B17+B18+B19+B12	=C16+C17+C18+C19+C12
21	Объем отходов, т	=B11*B7*B14/100	=C11*C7*C14/100
22	Объем фактический, т	=B11-B21	=C11-C21
23	Доход, тыс. руб.	=B22*B4	=C22*C4
24	<b>Прибыль, тыс. руб.</b>	=B23-B20	=C23-C20
25	<b>Рентабельность продаж, %</b>	=(B24/B23)*100	=(C24/C23)*100
26	<b>Рентабельность затрат (капитала), %</b>	=(B24/B20)*100	=(C24/C20)*100

Рис. 3.3. Формулы расчета затрат при закупке и хранении товаров

Приведенный пример показывает, что при постоянной разнице оптовой и розничной цен (марже) и одинаковых других исходных данных более дорогой товар может давать меньшую прибыль. В данном случае это объясняется тем, что для закупки товара использовался кредит. По этой причине резко увеличилась сумма затрат и уменьшилась прибыль.

## Оптимизация закупок средствами Excel

Приводящийся далее пример оптимизации закупок средствами Excel носит более схематичный характер. В нем не учитываются многие параметры, влияющие на стоимость закупок, но при необходимости они могут быть добавлены в него, и поэтому их отсутствие не является принципиальным недостатком данного подхода к решению задачи.

Допустим, что необходимо приобрести изделия трех видов. Каждый из трех поставщиков изготавливает изделия всех видов, но существует различие в стоимости изделий. Ресурсы каждого из поставщиков ограничены, причем ограничения распространяются не отдельно на каждый вид изделий, а на суммарное количество.

Для решения задачи оптимизации используется надстройка Excel Поиск решения. Вариант исходных данных показан на рис. 3.4. В ячейках В7 : D9 находятся данные о стоимостях изделий у различных поставщиков, в ячейках E7 : E9 — их возможности поставки определенных изделий, а в ячейках B10 : D10 — требуемое количество товаров.

	A	B	C	D	E
1	<b>Закупки</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	<b>Поставщик</b>	<b>Стоимость одного изделия</b>			<b>Макс. возможно, шт.</b>
6		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
7	Фирма 1	210	185	190	2700
8	Фирма 2	200	190	200	1780
9	Фирма 3	195	180	190	1240
10	Требуется	2500	1400	1600	
11					
12					
13	<b>Решение</b>				
14					
15	<b>Поставщик</b>	<b>Количество изделий</b>			<b>Итого от поставщика, шт.</b>
16		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
17	Фирма 1	10	10	10	30
18	Фирма 2	10	10	10	30
19	Фирма 3	10	10	10	30
20	Итого	30	30	30	90
21					
22	<b>Поставщик</b>	<b>Стоимость всех изделий</b>			<b>Итого от поставщика</b>
23		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
24	Фирма 1	2100	1850	1900	5850
25	Фирма 2	2000	1900	2000	5900
26	Фирма 3	1950	1800	1900	5650
27	Итого	6050	5550	5800	17400

Рис. 3.4. Исходные данные к задаче закупок

В ячейках В17 : D19 находятся начальные значения для подбора количества товаров, закупаемых у поставщиков. Эти ячейки являются изменяемыми, впоследствии в них будет находиться результат решения задачи.

В ячейке Е27 по формуле =СУММ(Е24 : Е26) вычисляется суммарная стоимость закупок. Промежуточные значения стоимости отдельного товара или закупок у отдельного поставщика вычисляются аналогично с использованием функции СУММ.

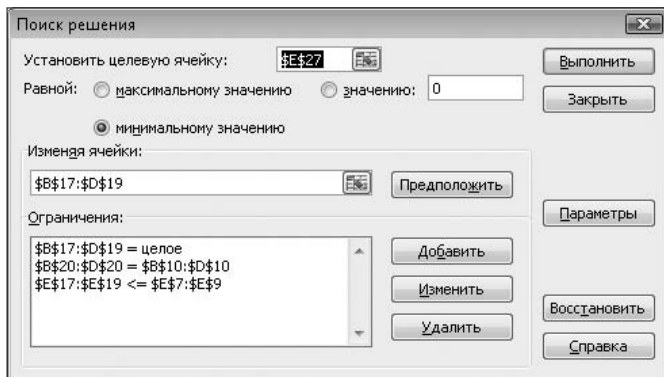


Рис. 3.5. Ограничения к задаче закупок

	А	В	С	Д	Е
1	<b>Закупки</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	<b>Поставщик</b>	<b>Стоимость одного изделия</b>			<b>Макс. возможно, шт.</b>
6		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
7	Фирма 1	210	185	190	2700
8	Фирма 2	200	190	200	1780
9	Фирма 3	195	180	190	1240
10	Требуется	2500	1400	1600	
11					
12					
13	<b>Решение</b>				
14					
15	<b>Поставщик</b>	<b>Количество изделий</b>			<b>Итого от поставщика, шт.</b>
16		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
17	Фирма 1	0	880	1600	2480
18	Фирма 2	1780	0	0	1780
19	Фирма 3	720	520	0	1240
20	Итого	2500	1400	1600	5500
21					
22	<b>Поставщик</b>	<b>Стоимость всех изделий</b>			<b>Итого от поставщика</b>
23		Изд. 1	Изд. 2	Изд. 3	
24	Фирма 1	0	162800	304000	466800
25	Фирма 2	356000	0	0	356000
26	Фирма 3	140400	93600	0	234000
27	Итого	496400	256400	304000	1056800

Рис. 3.6. Решение задачи закупок

При поиске решения используются ограничения, показанные на рис. 3.5. Они показывают, что должно быть закуплено заданное количество товаров (условие

$B_{20} : D_{20} = B_{10} : D_{10}$ ) и количество товаров, закупаемых у поставщиков, не должно превышать их возможностей (условие  $E_{17} : E_{19} \leq E_{7} : E_{9}$ ). Условие  $B_{17} : D_{19} = \text{целое}$  указывает, что для этих ячеек не может использоваться дробное значение числа. Такое условие, например, может использоваться в случае закупок штучного товара.

На рис. 3.6 представлен результат решения задачи. Все условия и ограничения полностью выполнены.

### СОВЕТ

При необходимости можно значительно усовершенствовать методику расчета, добавив в нее различные дополнительные расходы. Например, могут учитываться расходы, аналогичные используемым в расчете закупок методом миссий. В этом случае немного изменятся формулы расчета стоимости закупок (ячейки E24:E27). Одновременно с этим могут быть изменены и принятые ограничения, например, можно для поставщиков более точно учитывать возможность поставок каждого наименования товара вместо суммарного количества товаров.

## Управление запасами

Цель *управления запасами* заключается в обеспечении бесперебойного производства и поставки продукции в нужном количестве и в установленные сроки, достижение на основе этого полной реализации выпуска при минимальных расходах на содержание запасов, нахождении оптимального соотношения между издержками и выгодами.

### ABC-анализ

Свои истоки *ABC-анализ* берет в работе итальянского экономиста Вильфредо Парето (1848–1923), который в 1906 году высказал мнение, что 80 процентов благосостояния итальянского общества контролируются 20 процентами общественного капитала. Это мнение явилось предметом изучения многих экономистов, в результате которого в 1948 году появилось первое упоминание о разделении на три класса с аббревиатурой ABC по принципу Парето и соответствующее графическое изображение.

До сегодняшнего дня аналитики всего мира используют этот инструмент. Особое применение он нашел в 90-е годы XX века в связи с развитием логистических систем. В принципе ABC-анализ имеет очень широкую область применения, поскольку подобной классификации могут быть подвергнуты самые разные области деятельности.

Цель ABC-анализа состоит в том, чтобы из всего множества однотипных объектов выделить наиболее значимые из них. Таких объектов, как правило, немного, и именно на них необходимо в дальнейшем сосредоточить основное внимание и силы. С помощью ABC-анализа, ориентирующегося на принцип Парето, реализуется возможность сконцентрировать деятельность на важнейших аспектах проблемы.

Важное преимущество ABC-анализа заключается в простоте применения.

«Правило 80/20» (или *принцип Парето*) — хороший инструмент для анализа, который можно с большой пользой применить, например, к управлению запасами. Анализ годовых затрат на расходуемые запасы (то есть произведение используемого количества на стоимость единицы) позволяет разделить все запасы на три широких категории:

- ✓ класс А — узкий ассортимент (обычно 10 % от полного списка), на который идет основная часть затрат (70 %);
- ✓ класс В — средняя группа (20 %), затраты составляют 20 % от полной суммы;
- ✓ класс С — основная часть списка (70 %), но с малыми суммарными затратами (например 10 % от полной суммы).

Такой способ деления на категории подсказывает, что нужно тщательно контролировать дорогостоящие запасы класса А, можно слабее отслеживать состояние объектов в классе В и меньше всего заботиться о классе С.

Применительно к снабженческой логистике «правило 80/20» может интерпретироваться следующим образом:

- ✓ 80 % стоимости товара определяется 20 % входящих в него компонентов;
- ✓ 80 % ежедневного объема продукции производится за 20 % рабочего времени;
- ✓ 80 % стоимости запасов дают 20 % наименований хранимых на складе запасов.

Порядок проведения ABC-анализа.

1. Формулирование цели анализа.
2. Идентификация анализируемых объектов управления.
3. Выделение признака, на основе которого будет осуществлена классификация объектов управления.
4. Оценка объектов управления по выделенному классификационному признаку.
5. Группировка объектов управления в порядке убывания значения признака.
6. Построения кривой ABC.
7. Разделение совокупности объектов управления на три группы: группа А, группа В и группа С.

К группе А относятся наименования в списке, начиная с первого, сумма накопленных стоимостей которых составляет 70–80 % от суммарной стоимости всех потребленных за этот период материальных ресурсов. Опыт показывает, что обычно в эту группу попадает 10–20 % всей номенклатуры.

В группу В попадут примерно треть наименований ресурсов, сумма стоимостей которых составляет 15–20 %.

К группе С относятся все оставшиеся позиции номенклатуры, суммарная стоимость которых составляет лишь 5–10 %. При этом следует не забывать о «якорных позициях», отсутствие которых может привести к потере продаж в группе А или

В. На практике такие позиции искусственно переносят в соответствующие группы массовой доли «связанных» позиций.

## XYZ-анализ

Принцип дифференциации ассортимента в процессе *XYZ-анализа* состоит в том, что весь ассортимент (ресурсы) делят на три группы в зависимости от степени равномерности спроса, а от этого зависит точность планирования и прогнозирования на будущее действий всех участников логистической цепи.

При стабильном (постоянном) спросе можно достаточно точно спланировать объем производства, следовательно, можно заранее рассчитать потребности в необходимом сырье, материалах, полуфабрикатах, товарах, выбрать оптимального поставщика и заключить с ним договор поставок на самых выгодных условиях.

При нестабильном спросе процесс планирования не может быть точным. Поэтому предприятие вынуждено компенсировать колебания спроса созданием дополнительных запасов во всех звеньях логистической цепи (готовая продукция, запасы сырья, незавершенное производство) или работать под заказ, а снабжение осуществлять по мере необходимости, что не всегда удобно потребителю и поставщику. И в том и другом случае возникают дополнительные логистические затраты, что ведет к снижению эффективности производства.

Поэтому необходимо заранее разделить весь ассортимент в зависимости от стабильности спроса для того, чтобы можно было принять правильные управленческие решения.

Признаком, на основе которого конкретную позицию ассортимента относят к группе X, Y или Z, является коэффициент вариации спроса по этой позиции.

Порядок проведения XYZ-анализа.

1. Определение коэффициентов вариации по отдельным позициям ассортимента.
2. Группировка объектов управления в порядке возрастания коэффициента вариации.
3. Построения кривой XYZ.
4. Разделение совокупности объектов управления на группы: группа X, группа Y и группа Z.

Группировка ресурсов при проведении XYZ-анализа осуществляется в порядке возрастания коэффициента вариации.

К группе X относят ресурсы, характеризующиеся стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза.

Группа Y — это ресурсы, потребность в которых характеризуется известными тенденциями (например сезонными колебаниями) и средними возможностями их прогнозирования.

Ресурсы, относимые к группе Z, потребляются нерегулярно, точность их прогнозирования невысокая.

Формула для расчета коэффициента вариации:

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \times 100\%,$$

где  $x_i$  — значение параметра по оцениваемому объекту за  $i$ -й период;

$\bar{x}$  — среднее значение параметра по оцениваемому объекту анализа за все периоды;

$n$  — число периодов.

Рекомендуемое распределение коэффициента вариации по группам:

- ✓ от 0 до 10 % — группа X;
- ✓ от 10 до 25 % — группа Y;
- ✓ более 25 % — группа Z.

Мероприятия по закупке для групп:

- ✓ X — закупка происходит синхронно с процессом потребления;
- ✓ Y — необходимо создание запасов;
- ✓ Z — требует индивидуальных заказов по закупке.

Другим принципом группировки может служить скорость оборота товарных позиций. Это особенно важно, если возникает ситуации разных складов — «коротко дистанционных» и «длинно дистанционных». В этом случае возможно следующее разделение на группы:

- ✓ X — это высоко оборачиваемые товарные позиции;
- ✓ Y — имеющие «среднюю» скорость оборота;
- ✓ Z — долго оборачиваемые товарные позиции.

В этом случае параметром отнесения к той или иной группе будет временной фактор доставки (машинно-часы доставки). Эти параметры можно рассчитать через транспортную задачу.

## Совмещение ABC и XYZ-результатов

Совмещение результатов XYZ-анализа с данными ABC-анализа образует девять групп ресурсов, для каждой из них необходимо разработать свои техники управления, при этом каждая из групп имеет свою характеристику: стоимость запасов и точность прогнозирования потребности в них.

Результатом совместного проведения ABC и XYZ-анализа (рис. 3.7) является выделение ключевых, наиболее важных ресурсов фирмы и установление на этой основе приоритетов в структуризации бизнес-процессов.

Группы AX, AY и AZ являются наиболее важными и требуют наибольшего внимания, для них необходимо тщательное планирование потребности, нормирование расхода, тщательный (ежедневный) учет и контроль, постоянный анализ отклонений от запланированных показателей. Причем для категории AX



следует рассчитывать оптимальный размер закупок и использовать технологию «точно в срок» (just in time). А для категории AZ эффективнее использовать систему снабжения по запросам с обязательным расчетом величины страхового запаса. Для ресурсов категории CX, CY, CZ применяются укрупненные методы планирования.

Категории	X	Y	Z
A	AX	AY	AZ
B	BX	BY	BZ
C	CX	CY	CZ

Привлекательность

Устойчивость тенденции

Рис. 3.7. Совмещение результатов ABC и XYZ-анализа

## Пример ABC и XYZ-анализа

При выполнении ABC и XYZ-анализа средствами Excel целесообразно объединить в одной рабочей книге все расчеты, но для наглядности можно распределить их на нескольких листах. На рис. 3.8 показан лист исходных данных для проведения анализа.

В дальнейшем необходимо использовать значение «доля в общем запасе», поэтому можно отдельно вычислить эти значения. В данном примере вычисления производятся в ячейках столбца С, например, ячейка С5 содержит формулу  $= (B5 / \$B\$25) * 100$ , в ячейке В25, используемой в этой формуле, находится общая величина запаса, которая вычисляется по формуле  $=СУММ (B5 : B24)$ .

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для удобства заполнения ячеек столбца С формулами, аналогичными ячейке С5, в адресе ячейки В25 используется символ \$. Это предотвращает изменение адреса ячейки В25 и позволяет простым копированием формулы заполнить все нужные ячейки.

На рис. 3.9 показаны результаты дальнейших вычислений. Данные, находящиеся в ячейках столбцов А, В и С, были скопированы с предыдущего листа. Далее к ячейкам С5 : С24 была применена операция сортировки (вкладка Главная ► Сортировка и фильтр ► Сортировка от максимального к минимальному). После выполнения сортировки данные в ячейках размещаются в ином порядке, поэтому нужно добавить новые номера товаров, полученные при сортировке в порядке уменьшения доли в общем запасе (столбец D).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

Номер	Средний запас за квартал	Доля в общем запасе, %	Реализация, квартал 1	Реализация, квартал 2	Реализация, квартал 3	Реализация, квартал 4
1	2300	7,610853739	650	800	500	300
2	800	2,647253475	250	400	300	280
3	2900	9,596293845	500	450	540	600
4	600	1,985440106	150	100	120	180

Рис. 3.8. Исходные данные для анализа

В ячейку E5 вводится формула вычисления доли данного товара нарастающим итогом  $=\text{СУММ}(\$C\$5:\$C5)$ . Далее эта формула копируется в другие ячейки столбца, например, в ячейке E6 при этом будет находиться формула  $=\text{СУММ}(\$C\$5:\$C6)$ .

The screenshot shows the results of the ABC analysis in the following table:

Номер	Средний запас за квартал	Доля в общем запасе, %	Номер в списке, упорядоченном по доле в общих запасах	Доля нарастающим итогом	Группа
11	7000	23,1634679	1	23,1634679	A
10	4500	14,89080079	2	38,0542687	A
8	4000	13,23626737	3	51,29053607	A
3	2900	9,596293845	4	60,88682991	A
12	2500	8,272667108	5	69,15949702	A
1	2300	7,610853739	6	76,77035076	B

Рис. 3.9. Результаты ABC-анализа

Для определения группы товаров в ячейки столбца F вводятся более сложные формулы. Например, в ячейке F5 используется формула =ЕСЛИ (E5<=75 ; "А" ; ЕСЛИ (E5<=95 ; "В" ; "С" ) ). В данном примере критерии распределения по группам (75 и 95 %) указываются в формуле в явном виде. При необходимости можно предусмотреть более универсальный вариант, когда эти величины заносятся в какие-то ячейки вместе с другими исходными данными, а в формуле вместо конкретных числовых значений используются адреса этих ячеек.

Результаты вычислений могут быть изображены в графическом виде. Для этого необходимо выделить соответствующий столбец таблицы (ячейки E4 : E24) и на вкладке Вставка в группе Диаграммы нажать кнопку График. После того как будет выбран один из вариантов графика, он будет вставлен на лист Excel, и его можно будет переместить в нужное место (рис. 3.10). При этом в качестве названия графика будет использоваться наименование выделенного столбца таблицы. Необходимо помнить, что номера товарных позиций на этом графике соответствуют новой нумерации товаров.

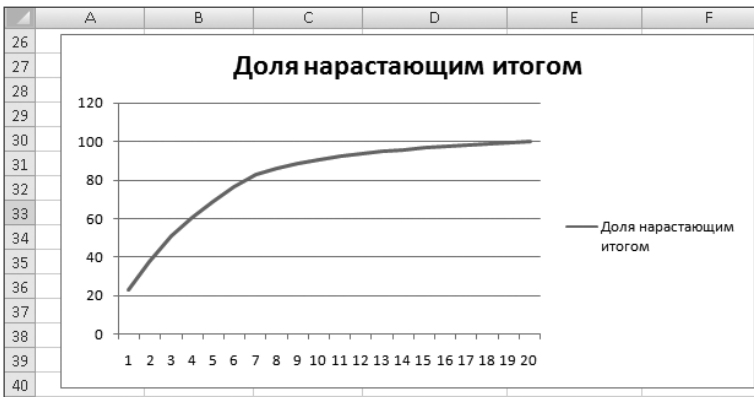


Рис. 3.10. Кривая ABC-анализа

На рис. 3.11 представлены результаты XYZ-анализа. При его выполнении на лист Excel были скопированы исходные данные (столбцы А, В, С, D, E). В ячейках столбца F вычисляется среднеквартальная реализация каждого товара, например, в ячейке F5 находится формула =СУММ (B5 : E5) / 4.

### СОВЕТ

Для вычисления среднего арифметического значения нескольких чисел можно использовать встроенную функцию, заменив содержимое ячейки F5 на формулу =СРЗНАЧ(B5:E5). В других ячейках столбца F следует сделать аналогичные изменения.

Коэффициент вариации (столбец G) вычисляется по приведенной ранее формуле, например, в ячейке G5 находится формула = (КОРЕНЬ ( ( (B5-\$F5)^2 + (C5-\$F5)^2 + (D5-\$F5)^2 + (E5-\$F5)^2 ) / 4 ) / F5) \* 100.

После вычисления коэффициента вариации данные сортируются (вкладка Главная ▶ Сортировка и фильтр ▶ Сортировка от минимального к максимальному), и в таблицу добавляется столбец номеров товаров в порядке возрастания коэффициента вариации.

В ячейки столбца I вводятся формулы определения группы товаров (X, Y или Z). Например, в ячейку I5 вводится формула =ЕСЛИ (G5<=10; "X"; ЕСЛИ (G5<=25; "Y"; "Z" ) ). Эта формула аналогична рассмотренному ранее случаю определения групп А, В и С.

Номер	Реализация, квартал 1	Реализация, квартал 2	Реализация, квартал 3	Реализация, квартал 4	Среднеквартальная реализация	Коэффициент вариации	Номер упорядочивания по коэффициенту вариации
13	300	350	280	330	315	8,547880646	
11	3500	3800	3300	3000	3400	8,574929257	
3	500	450	540	600	522,5	10,51543587	
17	50	45	50	60	51,25	10,63146084	
20	150	160	120	160	147,5	11,11430258	
10	3000	2500	2800	2200	2625	11,54700538	

Рис. 3.11. Результаты XYZ-анализа

По вычисленным значениям коэффициента вариации может быть построен график, показанный на рис. 3.12. Как и в предыдущем случае, необходимо учитывать, что номера товарных позиций соответствуют новой нумерации товаров (в порядке возрастания коэффициента вариации).

На рис. 3.13 показано совмещение результатов ABC и XYZ-анализа.

На этом рисунке представлена автоматически формируемая сводная таблица результатов расчетов. Для облегчения восприятия результатов расчетов используется исходная нумерация товаров. В ячейки столбцов В и С введены формулы, позволяющие автоматизировать процесс поиска данных в других ячейках, для этой цели используется функция ВПР. Например, в ячейке В10 находится формула =ВПР (А10; 'ABC-анализ'!\$A\$5:\$F\$24; 6; ЛОЖЬ), а в ячейке С10 — аналогичная формула =ВПР (А10; 'XYZ-анализ'!\$A\$5:\$I\$24; 9; ЛОЖЬ). По этим формулам функция поиска ВПР использует значение ячейки из столбца А (в данном случае — ячейки А10) для определения соответствующей строки в таблицах на других листах книги Excel и далее присваивает значение, взятое из указанного столбца (в первом случае — 6, во втором — 9) найденной строки.

Можно поступить и иным способом. Например, с помощью функции ВПР формировать для любого заданного номера товара отдельную таблицу, аналогичную показанной на рис. 3.13.



Рис. 3.12. Кривая XYZ-анализа

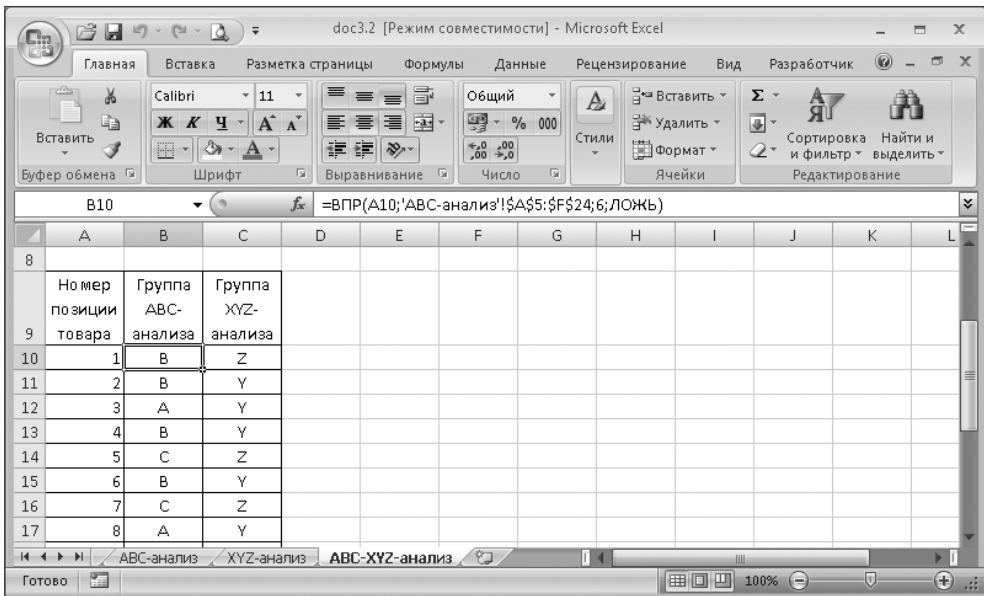


Рис. 3.13. Совмещение ABC и XYZ-анализа

## Программы ABC и XYZ-анализа

Существуют готовые программы ABC и XYZ-анализа различных разработчиков. Некоторые из них имеют весьма широкие возможности анализа и, соответственно, достаточно сложный интерфейс, а также высокую стоимость. Однако можно найти программы, основанные на Excel и обладающие хорошими возможностями

для анализа. Такие программы могут иметь более низкую стоимость или предоставляться бесплатно.

### ABCD-XYZ анализ

Разработка фирмы ROMB Consulting является коммерческой. Демонстрационную версию этой программы можно загрузить с некоторых сайтов сети Интернет (например [www.download.ru](http://www.download.ru)).

### ВНИМАНИЕ

В демонстрационной версии установлен ограниченный срок пользования. В дальнейшем все действия, вызываемые нажатием кнопок управления, блокируются. При этом открывается окно с соответствующим сообщением (рис. 3.14).

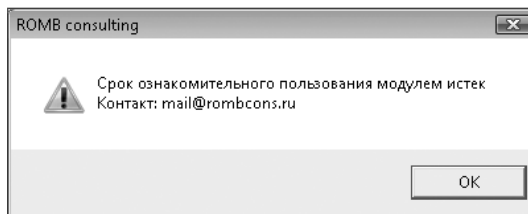


Рис. 3.14. Сообщение демонстрационной версии

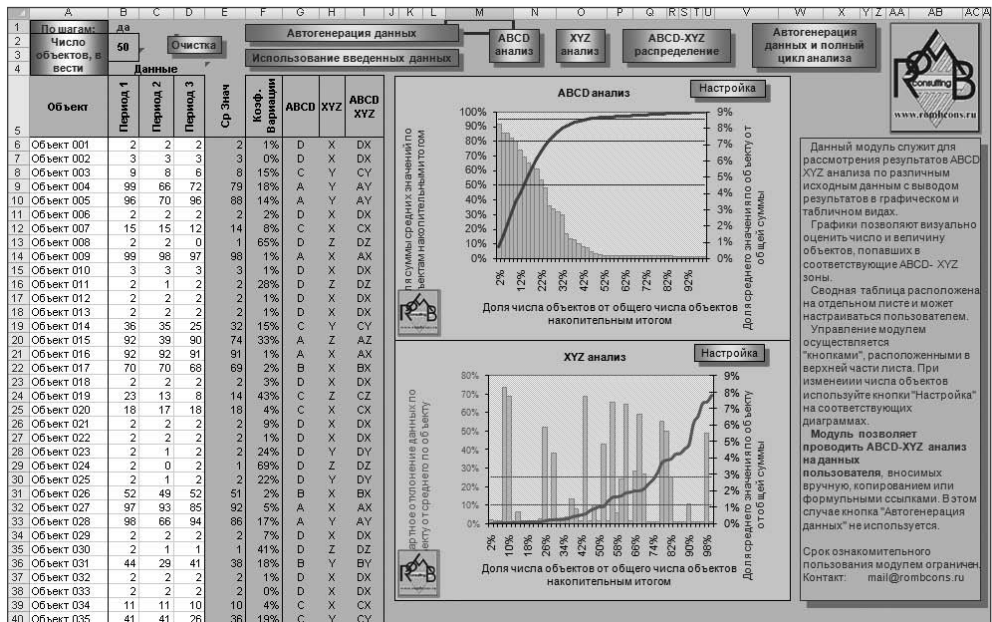


Рис. 3.15. Лист ABCD-XYZ

Данная программа предназначена для ABCD-XYZ анализа исходных данных и выполнена в виде рабочей книги Excel. Для начала работы с программой необходимо

лишь распаковать архивный файл, содержащий единственный файл ABC-08.xls. Этот файл может быть помещен пользователем в любую удобную для него папку. Установки программы, а также дополнительной настройки не требуется.

## ВНИМАНИЕ

При работе программы используются макросы, поэтому необходимо соответствующим образом настроить систему безопасности Excel (разрешить их использование).

Управление работой программы производится с помощью кнопок, расположенных на рабочем листе книги Excel ABCD-XYZ, показанном на рис. 3.15. Назначение кнопок, порядок и способы работы с данными интуитивно понятны и не вызывают затруднений.

Результаты анализа представлены в графическом и табличном виде. Графики, показанные на листе Статистика, позволяют наглядно оценить объекты, попадающие в различные ABCD-XYZ зоны (рис. 3.16).

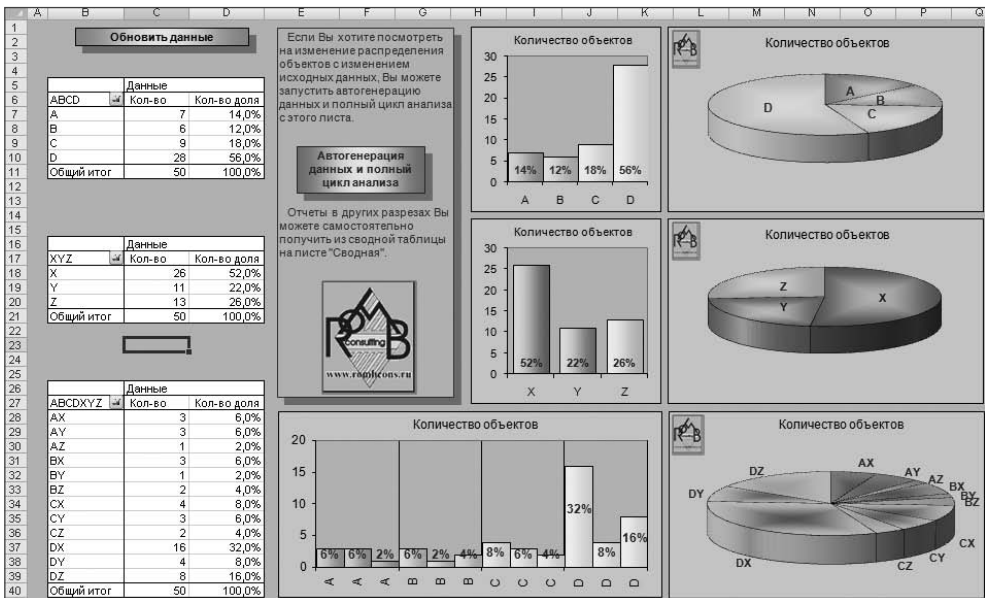


Рис. 3.16. Лист Статистика

Сводная таблица результатов анализа (рис. 3.17) расположена на отдельном листе (лист Сводная) и может настраиваться пользователем. В ней содержатся данные о распределении объектов по группам, их доле, среднем значении и т. д.

В табл. 3.1 показаны основные характеристики программы.

Таблица 3.1. Основные характеристики программы ABCD-XYZ анализа

<b>Название</b>	ABC-08
<b>Автор</b>	ROMB Consulting
<b>E-mail</b>	mail@rombcons.ru

продолжение ↗





- ✓ аналитические отчеты, позволяющие пользователю самостоятельно выполнять различные вычисления с использованием технологии сводных таблиц Microsoft Excel.

### ВНИМАНИЕ

Демонстрационный вариант данной программы может быть загружен с сайта. При оплате лицензии и регистрации программы пользователь получает по электронной почте регистрационный ключ. После ввода ключа регистрации программа готова к полноценной работе.

Программа поставляется в виде файла `setupDemoABC.exe` и требует установки на компьютер. Процесс установки программы не имеет каких-либо особенностей, при этом создается отдельная папка, и в нее копируются все необходимые файлы. На рабочем столе создается ярлык `ABC — Анализ продаж 1.0 (Демо)`, который используется для того, чтобы открывать нужный файл Excel (`SalesDemoABC.xls`).

### ВНИМАНИЕ

Данная программа при работе также использует макросы. Необходимо настроить систему безопасности Excel соответствующим образом (разрешить использование макросов).

На рис. 3.18 показано главное меню программы (лист `Info`). Используя кнопки меню Выберите раздел, можно выполнить переход ко всем рабочим листам книги Excel.

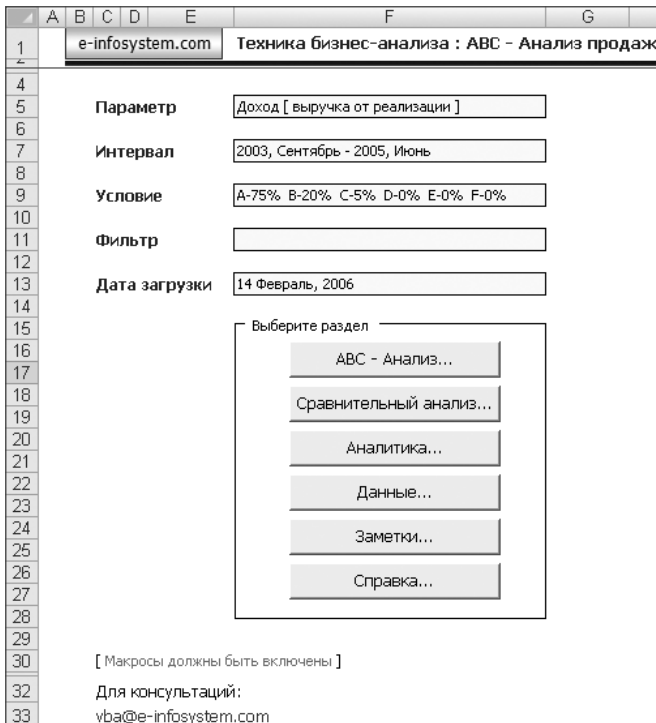


Рис. 3.18. Главное меню программы

Для ввода исходных данных предназначен раздел Данные (рис. 3.19). Данные могут быть загружены из внешнего файла (Загрузить). Для использования кнопки Обновить требуется регистрация программы.

№ Док-та	Дата	Наименование	Доход	Стоимость	Код 1	Код 2	Код 3
000518	03.09.2003	Предприятие.146	421,20	332,75	Кредит – 1	Отдел К	Склад А
000519	03.09.2003	Предприятие.103	1281,15	558,00	Кредит – 1	Отдел К	Склад Б
000520	03.09.2003	Предприятие.6	2923,83	1298,80	Предоплата	Отдел К	Склад Б
000521	03.09.2003	Предприятие.160	2923,83	1298,80	Кредит – 1	Отдел К	Склад А
000522	04.09.2003	Предприятие.17	421,20	176,00	Кредит – 1	Отдел К	Склад А
000524	04.09.2003	Предприятие.51	2864,16	1196,80	Предоплата	Отдел К	Склад Б
000525	04.09.2003	Предприятие.145	1870,83	804,40	Кредит – 2	Отдел К	Склад А
000527	04.09.2003	Предприятие.52	4326,08	1897,20	Кредит – 2	Отдел К	Склад А
000528	04.09.2003	Предприятие.163	2923,83	1298,80	Кредит – 1	Отдел К	Склад А
000529	04.09.2003	Предприятие.155	2923,83	1298,80	Предоплата	Отдел К	Склад А
000530	04.09.2003	Предприятие.49	6941,61	3502,00	Кредит – 2	Отдел К	Склад А

Рис. 3.19. Фрагмент раздела Данные

Раздел ABC-анализ показан на рис. 3.20. С помощью кнопок Анализ и Выбрать группу пользователь может настроить параметры анализа и отображение данных в таблице. Диалоговые окна, открывающиеся при нажатии этих кнопок, показаны соответственно на рис. 3.21 и 3.22.

№	Наименование	Доход	Стоимость	Прибыль	Рент.	Кол.	Сред.	Рейт.	%
1	Предприятие.7	2 889 063	2 171 521	717 542	24,84%	52	55 559	1	14,15%
2	Предприятие.48	2 860 223	1 786 028	1 074 195	37,56%	80	35 753	2	14,01%
3	Предприятие.43	2 853 495	1 681 166	1 172 329	41,08%	171	16 687	3	13,96%
4	Предприятие.42	1 760 951	1 147 178	613 773	34,85%	78	22 576	4	8,63%
5	Предприятие.72	1 501 938	917 723	584 215	38,90%	41	36 633	5	7,36%
6	Предприятие.49	1 351 871	827 171	524 700	38,81%	113	11 963	6	6,62%
7	Предприятие.137	1 292 552	763 190	529 362	40,95%	45	28 723	7	6,33%
8	Предприятие.150	1 086 641	591 710	494 931	45,55%	78	13 931	8	5,32%
9	Предприятие.58	1 025 524	380 471	645 053	62,90%	83	12 356	9	5,02%
10	Предприятие.124	1 015 025	626 530	388 495	38,27%	59	17 204	10	4,97%
11	Предприятие.164	956 986	541 285	415 701	43,44%	79	12 114	11	4,89%
12	Предприятие.60	820 603	324 566	496 037	60,45%	82	10 007	12	4,02%
13	Предприятие.54	503 734	141 988	361 746	71,81%	47	10 718	13	2,47%
14	Предприятие.84	496 410	136 710	359 700	72,46%	26	19 093	14	2,43%
<b>Итого</b>		<b>20 415 017</b>	<b>12 037 237</b>	<b>8 377 780</b>	<b>41,04%</b>	<b>1034</b>	<b>19 744</b>		

Рис. 3.20. Раздел Анализ

На рис. 3.23 показан фрагмент раздела Аналитика. С помощью кнопок Расчет и Значение можно выбрать параметр расчета (доход, прибыль, себестоимость) и настроить значение (сумма, среднее, максимум, минимум, количество), а также дополнительные вычисления (итог, итог за год, итог за месяц и т. д.).

Рис. 3.21. Диалоговое окно ABC анализ: Расчет

Рис. 3.22. Диалоговое окно ABC Анализ: Выбор группы

Анализ продаж : Доход [выручка от реализации]	
<input type="button" value="Главное окно..."/> <input type="button" value="Расчет..."/> <input type="button" value="Значение..."/>	
ABC - группа	(Все)
Код 1	(Все)
Код 2	(Все)
Код 3	(Все)
Год	(Все)
Квартал	(Все)
Месяц	(Все)
<b>Сумма (Итого)</b>	
<b>Наименование</b>	<b>Итого</b>
Предприятие.1	26
Предприятие.10	135 371
Предприятие.100	11 695
Предприятие.101	16
Предприятие.102	2 749
Предприятие.103	3 750

Рис. 3.23. Фрагмент раздела Аналитика

В разделе Сравнительный анализ (рис. 3.24) пользователь может наглядно сравнить результаты анализа различных групп. При настройке параметров анализа по аналогии с разделом ABC-анализ используются кнопки Анализ и Выбрать группу.

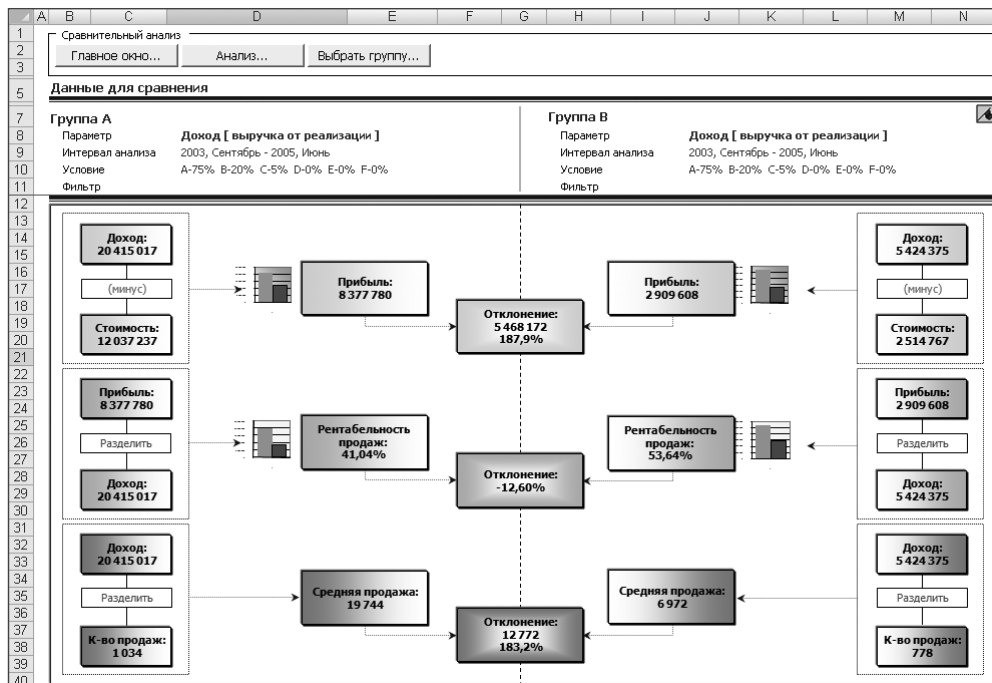


Рис. 3.24. Раздел Сравнительный анализ

В табл. 3.2 приведены основные характеристики программы.

Таблица 3.2. Основные характеристики программы «ABC-анализ продаж»

<b>Название</b>	ABC-анализ продаж. Версия 1.0
<b>Автор</b>	Корягин Ю. В.
<b>E-mail</b>	vba@e-infosystem.com
<b>Веб-страница</b>	http://www.e-infosystem.com
<b>Файл</b>	setupDemoABC.exe
<b>Размер файла</b>	2,25 МБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	07.03.06
<b>Требование к системе</b>	Windows 95/98/NT4/2000/ME/XP, Microsoft Excel 2000/XP/2003
<b>Условия использования</b>	Демо

## Оптимизация закупок и запасов

Регулируемыми значениями параметров в системе управления запасами являются размер заказа, точка заказа, максимальный запас и периодичность (или период повторения) заказа.

Под оптимальным заказом понимается такой размер заказа, при котором обеспечивается минимальная сумма затрат на оформление заказа и хранение запасов.

Для расчета *оптимального размера заказа* используется формула Вильсона:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times A \times S}{I}},$$

где  $Q^*$  – оптимальный размер заказа, шт;

$A$  – стоимость оформления одного заказа, руб.;

$S$  – потребность в товарно-материальных ценностях за определенный период, шт.;

$I$  – затраты на содержание единицы запаса за период, руб./шт.

Во избежание дефицита комплектующего изделия можно округлить оптимальный размер заказа в большую сторону.

Если поставщиком предоставляется скидка при приобретении более крупными партиями, необходимо определять *экономичный размер заказа*, дополнительно учитывая затраты на закупки.

Несвоевременная поставка необходимого сырья, материалов и комплектующих может привести к остановке производства, простоям оборудования и рабочих, уменьшению объемов выпуска и реализации продукции. В этом случае предприятие несет «потери от дефицита».

В некоторых случаях, для того чтобы не допустить простоя, предприятия вынуждены создавать дополнительные страховые запасы. Это ведет к увеличению затрат на хранение, отвлечению денежных средств из оборота и замораживанию их в запасах, а также требует создания дополнительных складских помещений. Это не выгодно для предприятия, если «потери от дефицита» меньше затрат на хранение дополнительных запасов. Поэтому, если по условиям производства допускается простой, необходимо определять величину экономического запаса с учетом «потерь от дефицита».

*Классификация по времени* позволяет выделить различные количественные уровни запасов.

*Максимальный желательный запас* определяет уровень запаса, экономически целесообразный в данной системе управления запасами. Этот уровень может превышать. В различных системах управления максимальный желательный запас используется как ориентир при расчете объема заказа.

*Пороговый уровень запаса* используется для определения момента времени выдачи очередного заказа.

*Текущий запас* соответствует уровню запаса в любой момент учета. Он может совпасть с максимальным желательным запасом, пороговым уровнем или гарантийным запасом.

*Гарантийный запас* (или страховой запас) аналогичен гарантийному запасу в классификации *по исполняемой функции* и предназначен для непрерывного снабжения потребителя в случае непредвиденных обстоятельств.

*Неликвидные запасы* – длительно неиспользуемые производственные и товарные запасы. Они образуются вследствие ухудшения качества товаров во время хранения, а также морального износа.

Логистическая система управления запасами проектируется с целью непрерывного обеспечения потребителя каким-либо видом материального ресурса. Реализация этой цели достигается решением следующих задач:

- ✓ учет текущего уровня запаса на складах;
- ✓ определение размера гарантийного (страхового) запаса;
- ✓ расчет размера заказа;
- ✓ определение интервала времени между заказами.

Для идеальной ситуации, когда отсутствуют отклонения от запланированных показателей и запасы употребляются равномерно, в теории управления запасами разработаны две основные системы управления, решающие поставленные задачи и соответствующие цели непрерывного обеспечения потребителя материальными ресурсами. Такими системами являются:

- ✓ система управления запасами с фиксированным размером заказа;
- ✓ система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

Пример расчета оптимального размера заказа и исходные данные к нему показаны на рис. 3.25.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Расчет оптимального размера заказа</b>							
2								
3					<b>Вариант 1</b>	<b>Вариант 2</b>	<b>Вариант 3</b>	<b>Вариант 4</b>
4	Цена единицы товара, руб.				550	500	450	400
5	Годовая потребность, шт.				1500	1500	1500	1500
6	Стоимость оформления одного заказа, руб.				200	200	200	200
7	Стоимость хранения единицы товара, % от цены				5	5	5	5
8	<b>Оптимальный размер заказа</b>				<b>147,7097892</b>	<b>154,9193338</b>	<b>163,2993162</b>	<b>173,2050808</b>

**Рис. 3.25.** Расчет оптимального размера заказа

Значения ячеек E4 : H7 являются исходными данными для расчетов. В ячейку E8 введена формула =КОРЕНЬ (2 \* E5 \* E6 / (E4 \* E7 / 100)) (формула Вильсона), по которой вычисляется оптимальный размер заказа. Другие варианты расчетов созданы аналогично.

Для расчета экономичного размера заказа (рис. 3.26) были использованы эти же исходные данные, дополненные значениями скидок при некоторых размерах партии товара. В ячейках C15 : C18 использованы вычисленные оптимальные размеры заказа, например, в ячейке C15 находится формула =E8. Принятый размер заказа устанавливается менеджером, правило определения его величины было сформулировано ранее. После определения этих значений, исходя из потребности в товаре в течение заданного периода (в данном примере — год), можно вычислить необходимое количество заказов. Для этого в ячейку E15 введена формула =ОКРУГЛВВЕРХ (E5 / D15 ; 0). В ячейках F15, G15 и H15 находятся соответственно следующие формулы: =B15 \* D15 \* E15, = (E4 \* E7 / 100) \* D15 \* E15, =E15 \* E6. Суммарные затраты на закупки в течение года вычисляются в ячейке I15 по формуле =СУММ (F15 : H15). Формулы в других строках аналогичны описанному варианту. Выполненные таким способом расчеты нескольких вариантов заказов позволяют выбрать наилучший вариант.

На рис. 3.27 показан пример расчетов параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа. В этом случае среди вычисляемых значений

параметров наибольший интерес может представлять срок расходования запаса до порогового уровня (ячейка E35).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
11	Расчет экономического размера заказа								
12									
13					Годовые затраты				
14	Объем партии	Цена	Оптимальный размер заказа	Принятый размер заказа	Количество заказов в год	Затраты на выполнение закупок	Затраты на хранение	Затраты на оформление заказа	Суммарные затраты
15	1-200	550	147,7097892	148	11	895 400,00	44 770,00	2 200,00	<b>942 370,00</b>
16	201-400	500	154,9193338	201	8	804 000,00	44 220,00	1 600,00	<b>849 820,00</b>
17	401-600	450	163,2993162	401	4	721 800,00	44 110,00	800,00	<b>766 710,00</b>
18	Более 600	400	173,2050808	601	3	721 200,00	49 582,50	600,00	<b>771 382,50</b>
19									

Рис. 3.26. Расчет экономического размера заказа

	A	B	C	D	E
	Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа				
21					
22					
23	Число рабочих дней				226
24	Потребность, шт.				1500
25	Оптимальный размер заказа, шт.				147,7097892
26	Время поставки, дней				3
27	Возможная задержка, дней				1
28	Ожидаемое дневное потребление, шт./день				6,637168142
29	Срок расходования заказа, дней				22,25494157
30	Ожидаемое потребление за время поставки, шт.				19,91150442
31	Максимальное потребление за время поставки, шт.				26,54867257
32	Гарантийный запас, шт.				6,637168142
33	Пороговый уровень запаса, шт.				26,54867257
34	Максимальный желательный запас, шт.				154,3469573
35	Срок расходования запаса до порогового уровня, дней				<b>19,25494157</b>
36					

Рис. 3.27. Фиксированный размер заказа

Исходные данные для этого расчета находятся в ячейках E23 : E24 и E26 : E27. Оптимальный размер заказа (ячейка E25) рассчитывается аналогично предыдущим вариантам. Формулы, находящиеся в других ячейках, показаны на рис. 3.28.

На рис. 3.29 приводится пример расчета параметров системы управления запасами при условии фиксированного интервала между заказами. Наиболее важными вычисляемыми величинами в этом случае является интервал времени между заказами и размер заказа с фиксированным интервалом.

Расчет интервала времени между заказами выполняется по формуле:

$$T = N / (S / Q^*),$$

где  $N$  – количество рабочих дней за период, дни;

$Q^*$  – оптимальный размер заказа, шт.;

$S$  – потребность в товарах за определенный период, шт.

Расчет размера заказа с фиксированным интервалом времени между заказами производится по формуле:

$$PЗ = MЖЗ - TЗ + ОП,$$

где PЗ – размер заказа, шт.;

MЖЗ – максимально желательный заказ, шт.;

TЗ – текущий запас, шт.;

ОП – ожидаемое потребление за время поставки, шт.

Эти и другие используемые при расчете формулы показаны на рис. 3.30.

	A	B	C	D	E
	<b>Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным размером заказа</b>				
21					
22					
23	Число рабочих дней				226
24	Потребность, шт.				=E5
25	Оптимальный размер заказа, шт.				=E8
26	Время поставки, дней				3
27	Возможная задержка, дней				1
28	Ожидаемое дневное потребление, шт./день				=E24/E23
29	Срок расходования заказа, дней				=E25/E28
30	Ожидаемое потребление за время поставки, шт.				=E26*E28
31	Максимальное потребление за время поставки, шт.				=(E26+E27)*E28
32	Гарантийный запас, шт.				=E27*E28
33	Пороговый уровень запаса, шт.				=E32+E30
34	Максимальный желательный запас, шт.				=E32+E25
35	Срок расходования запаса до порогового уровня, дней				=(E34 - E33)/E28

Рис. 3.28. Расчетные формулы при фиксированном размере заказа

	A	B	C	D	E
	<b>Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами</b>				
38					
39					
40	Число рабочих дней				226
41	Потребность, шт.				1500
42	Оптимальный размер заказа, шт.				147,7097892
43	Интервал времени между заказами, дней				22,25494157
44	Время поставки, дней				3
45	Возможная задержка, дней				1
46	Ожидаемое дневное потребление, шт./день				6,637168142
47	Ожидаемое потребление за время поставки, шт.				19,91150442
48	Максимальное потребление за время поставки, шт.				26,54867257
49	Текущий запас, шт.				50
50	Гарантийный запас, шт.				6,637168142
51	Максимальный желательный запас, шт.				154,3469573
52	Размер заказа, шт.				<b>124,2584617</b>

Рис. 3.29. Фиксированный интервал между заказами

В этом варианте расчетов исходными данными являются ячейки E40 : E41, E44 : E45 и E49. Оптимальный размер заказа рассчитывается аналогично предыдущим вариантам.



	А	В	С	Д	Е
38	<b>Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами</b>				
39					
40	Число рабочих дней				226
41	Потребность, шт.				=E5
42	Оптимальный размер заказа, шт.				=E25
43	Интервал времени между заказами, дней				=E40/(E41/E42)
44	Время поставки, дней				3
45	Возможная задержка, дней				1
46	Ожидаемое дневное потребление, шт./день				=E41/E40
47	Ожидаемое потребление за время поставки, шт.				=E44*E46
48	Максимальное потребление за время поставки, шт.				=(E44+E45)*E46
49	Текущий запас, шт.				50
50	Гарантийный запас, шт.				=E45*E46
51	Максимальный желательный запас, шт.				=E50+E43*E46
52	Размер заказа, шт.				=E51 -E49+E47

**Рис. 3.30.** Расчетные формулы при фиксированном интервале между заказами

В приведенных примерах расчетов практически не использовалось округление результатов вычислений до целого значения. В некоторых случаях в этом нет необходимости. Однако существует много видов деятельности, в которых результаты вычислений имеют физический смысл только в том случае, если представлены целым числом. При необходимости все приведенные здесь формулы расчетов легко могут быть изменены с учетом этого требования.

## Рейтинг поставщиков

Выбор поставщика — одна из важнейших задач фирмы. Под этим термином подразумевается процесс оценки возможных поставщиков и принятия решений о стратегическом партнерстве.

Существенное влияние на выбор поставщика оказывают результаты работы по ранее заключенным договорам, на основании выполнения которых можно произвести расчет *рейтинга поставщика*. Очевидно, что система контроля исполнения договоров поставки должна позволять накапливать информацию, необходимую для такого расчета.

Перед расчетом рейтинга следует определить, на основании каких критериев будет приниматься решение о предпочтительности того или иного поставщика. Как правило, в качестве таких критериев используются цена, качество поставляемых товаров и надежность поставки. Однако при необходимости получения более точной оценки этот список может быть расширен. Следует определить вес (весовой коэффициент) того или иного критерия в общей совокупности. Вес критерия и оценка определяют экспериментальным путем с учетом значимости каждого критерия для организации. Обычно весовые коэффициенты выбираются таким образом, что их сумма равна единице.

Следующим этапом определения рейтинга поставщиков является их оценка по намеченным критериям.

Далее полученные оценки каждого поставщика по отдельным критериям следует умножить на вес критерия, результаты складываются и дают итоговый рейтинг. На рис. 3.31 показаны результаты расчета рейтинга поставщиков по такой методике.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1								
2	Критерий	Вес критерия	Оценка по десятибалльной шкале			Произведение веса критерия на оценку		
3			Поставщик 1	Поставщик 2	Поставщик 3	Поставщик 1	Поставщик 2	Поставщик 3
4	Надежность поставки	0,30	8	6	9	2,40	1,80	2,70
5	Цена	0,25	6	4	5	1,50	1,00	1,25
6	Качество товара	0,15	7	6	8	1,05	0,90	1,20
7	Условия платежа	0,15	5	7	4	0,75	1,05	0,60
8	Внеплановые поставки	0,15	4	6	2	0,60	0,90	0,30
9	<b>Итого:</b>	<b>1,00</b>				<b>6,30</b>	<b>5,65</b>	<b>6,05</b>

Рис. 3.31. Расчет рейтинга поставщиков

В некоторых случаях описанная методика может оказаться слишком приблизительной, так как в ней не учитываются тенденции изменения показателей, по которым производится оценка поставщиков. На рис. 3.32 показаны результаты расчетов по методике, учитывающей эти дополнительные факторы.

Основная сложность данной методики заключается в вычислении темпов изменения показателей. Для этого используются следующие формулы.

1. Расчет средневзвешенного темпа роста цен ( $T_{ц}$ ) на поставляемые товары.

Средневзвешенный темп роста цен вычисляется по формуле:

$$T_{ц} = \sum_{i=1}^n T_{ц_i} \times d_i,$$

где  $T_{ц_i}$  — темп роста цены на  $i$ -ю разновидность поставляемого товара;

$d_i$  — доля  $i$ -ой разновидности товара в общем объеме поставок текущего периода;

$n$  — количество поставляемых разновидностей товаров.

Темп роста цены на  $i$ -ю разновидность поставляемого товара рассчитывается по формуле:

$$T_{ц_i} = (P_i1 / P_i0) \times 100,$$

где  $P_i1$  — цена  $i$ -й разновидности товара в текущем периоде;

$P_i0$  — цена  $i$ -й разновидности товара в предшествующем периоде.

Доля  $i$ -ой разновидности товара в общем объеме поставок рассчитывается по формуле:

$$d_i = (S_i / \sum S_i),$$

где  $S_i$  — сумма на стоимость товара  $i$ -й разновидности в текущем периоде, руб.

2. Расчет темпа роста поставки товаров ненадлежащего качества (показатель качества). Темп роста поставки товаров ненадлежащего качества ( $T_{н.к.}$ ) по каждому поставщику рассчитывается по формуле:

$$T_{н.к.} = d_{н.к.1} / d_{н.к.0} \times 100,$$

где  $d_{н.к.1}$  — доля товара ненадлежащего качества в общем объеме текущего периода;

$d_{н.к.0}$  — доля товара ненадлежащего качества в общем объеме поставок предшествующего периода.

### 3. Расчет темпа роста среднего опоздания (показатель надежности поставки, Тн.п.).

Темп роста среднего опоздания по каждому поставщику определяется по формуле:

$$\text{Тн.п.} = (\text{Осп1} / \text{Осп0}) \times 100,$$

где  $\text{Осп1}$  — среднее опоздание на одну ставку в текущем периоде, дней;

$\text{Осп0}$  — среднее опоздание на одну поставку в предшествующем периоде, дней.

При вычислениях по приведенным формулам в ячейку B20 (темп роста цен) введена формула  $= (E8/E4) * 100 * (D8 * E8 / (D8 * E8 + D9 * E9)) + (E9/E5) * 100 * (D9 * E9 / (D8 * E8 + D9 * E9))$ . В ячейку C20 (темп роста количества товаров ненадлежащего качества) — формула  $= (F8/F4) * 100$ , в ячейку C21 (темп роста задержек поставок) — формула  $= (G8/G4) * 100$ . Итоговое значение рейтинга в ячейке C22 рассчитывается по формуле  $= B20 * C14 + C20 * C15 + E20 * C16$ .

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Исходные данные</b>						
2							
3	Поставщик	Месяц	Товары	Объем поставки, шт.	Цена, руб.	Товары ненадлежащего качества, %	Средняя задержка одной поставки, дней
4	Фирма 1	январь	Товар 1	1500	20	2	2
5		январь	Товар 2	1000	10		
6	Фирма 2	январь	Товар 1	5000	15	3	4
7		январь	Товар 2	4000	6		
8	Фирма 1	февраль	Товар 1	1300	22	3	3
9		февраль	Товар 2	800	12		
10	Фирма 2	февраль	Товар 1	4500	17	3	3
11		февраль	Товар 2	3600	7		
12							
13	<b>Весовые коэффициенты показателей</b>						
14	Цена		0,5				
15	Качество		0,3				
16	Надежность поставки		0,2				
17							
18	<b>Расчет рейтинга поставщиков</b>						
19	Поставщик	Темп роста цен	Темп роста количества товаров ненадлежащего качества		Темп роста задержек поставок		Рейтинг поставщика
20	Фирма 1	112,513089	150		150		131,2565445
21	Фирма 2	114,159292	100		75		54,24778761

**Рис. 3.32.** Расчет рейтинга поставщиков с учетом динамики показателей

Вычисленные по такой методике значения рейтингов различных поставщиков дают более полную информацию для анализа. Для более наглядного отображения результатов вычислений могут быть добавлены графики и диаграммы различного вида. Это особенно целесообразно при достаточно большом количестве поставщиков и видов товаров.

# Глава 4

---

## Транспортная логистика

*Транспортная логистика* касается вопросов оптимизации транспортных систем.

К задачам транспортной логистики относятся:

- ✓ выбор вида и типа транспортных средств;
- ✓ совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным процессами;
- ✓ совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта (в случае смешанных перевозок);
- ✓ обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса;
- ✓ определение рациональных маршрутов доставки.

Можно сказать, что основная задача транспортной логистики — перемещение требуемого количества товара в нужную точку оптимальным маршрутом за требуемое время и с наименьшими издержками. При этом очень большое значение имеет выбор транспортных средств. В некоторых случаях он может представлять основную задачу. Решение такой задачи выполняется с учетом следующих данных:

- ✓ базисных условий поставки;
- ✓ характера груза — его консистенции, веса, объема, габаритов и т. д.;
- ✓ количества отправляемых партий груза;
- ✓ места нахождения точки, в которую должен быть доставлен груз, его погодных, климатических, сезонных характеристик;
- ✓ расстояния, на которое должен быть доставлен груз;
- ✓ ограничений скорости перевозки груза;
- ✓ ценности груза;
- ✓ близости расположения точки доставки груза к железнодорожной сети, магистральным автомобильным дорогам, морским и речным портам и т. д.

Большое место в транспортной логистике занимают задачи составления маршрутов, которые позволяют до минимума сократить пробег транспортных средств или затраты на перевозку грузов.

Данные задачи, с математической точки зрения, являются прикладными задачами линейного программирования. Для их решения применяются различные методы (симплекс-метод, методы теории графов). Заложенные в Excel математические методы и алгоритмы обеспечивают успешное решение таких задач.

## Решение транспортной задачи

Термином *транспортная задача* именуется задача расчета оптимального плана перевозок однородного продукта из пунктов производства в пункты потребления. В качестве критериев оптимальности обычно выбирается критерий стоимости (минимум затрат на перевозку) и критерий времени (минимум времени на перевозку).

Различаются два варианта задачи: *закрытая* (или *сбалансированная*) и *открытая* модель (задачи с избытком или с дефицитом). В случае закрытой модели весь имеющийся в наличии груз развозится без остатка, что полностью удовлетворяет все потребности заказчиков (количество груза равно сумме заказов). В случае *открытой* модели либо все заказчики удовлетворены и при этом на некоторых складах могут остаться излишки груза (количество груза больше суммы заказов), либо весь груз оказывается израсходованным, хотя не все потребности полностью удовлетворены (количество груза меньше суммы заказов).

Также существуют *одноэтапные* модели задач, когда перевозка осуществляется напрямую от завода к потребителю, и *двухэтапные*, когда между ними имеется промежуточный пункт, например склад.

Практическая важность данной задачи побуждала разрабатывать различные математические методы и алгоритмы ее решения, так как в реальных случаях получение решения эмпирическим или экспертным путем затруднено из-за большого количества вариантов. В данном случае применение надстройки Поиск решения позволяет легко и быстро решать подобные задачи.

## Сбалансированная транспортная задача

Пример SOLVSAMP.XLS из комплекта установки Microsoft Excel среди нескольких различных вариантов решения задач оптимизации содержит и решение транспортной задачи (этот файл Excel находится в папке `Имя_диска\Program Files\Microsoft Office\Office12\SAMPLES\`, где `Имя_диска` обозначает диск, на котором установлена программа Microsoft Office Excel 2007). Подробный разбор этого примера помогает не только понять способы использования надстройки Поиск решения, но и помогает использовать аналогичный подход к решению многих задач транспортной логистики.

Общий вид листа Excel данного примера показан на рис. 4.1.

В данном случае формулируется задача доставки товара с трех заводов на пять региональных складов. Товары могут доставляться с любого завода на любой склад, но при этом различается стоимость доставки. Требуется определить объемы

перевозок между каждым заводом и складом таким образом, чтобы удовлетворить потребности заводов и складов и минимизировать затраты на перевозку товаров.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей												
3	на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из произ-												
4	водителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	Число перевозок от завода х к складу у:												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	5	1	1	1	1	1						
9	Урал	5	1	1	1	1	1						
10	Украина	5	1	1	1	1	1						
11			---	---	---	---	---						
12	Итого:		3	3	3	3	3						
13													
14	требности складов -->		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	Затраты на перевозку от завода х к складу у:										
16	Беларусь	310	10	8	6	5	4						
17	Урал	260	6	5	4	3	6						
18	Украина	280	3	4	5	5	9						
19													
20	Перевозка:	83р.	19р.	17р.	15р.	13р.	19р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.1. Пример транспортной задачи

Изменяемые данные (количество перевозок от завода к складу) находятся в ячейках C8:G10. В ячейках C12:G12 вычисляется суммарное количество перевозок для каждого склада (например по формуле =СУММ(C8:G10) для ячейки C12), а в ячейках C14:G14 — задаются потребности складов.

Для вычисления суммарной стоимости перевозок (ячейка B20) используется формула =СУММ(C20:G20). В ячейках C20:G20 находятся значения стоимости перевозки для каждого из складов. Например, для ячейки C20 это значение вычисляется по формуле =C8\*C16+C9\*C17+C10\*C18, то есть в ней используются данные о количестве перевозок с каждого завода и стоимости каждой перевозки (ячейки C16:G18).

Ограничения формулируются следующим образом:

- ✓ количество перевезенных грузов не может превышать производственных возможностей заводов (B8:V10<=B16:V18);
- ✓ количество доставляемых грузов не должно быть меньше потребностей складов (C12:G12>=C14:G14);
- ✓ число перевозок не может быть отрицательным (C8:G10>=0).

### СОВЕТ

Можно обратить внимание на способ описания ограничений. Например, запись B8:V10<=B16:V18 представляет собой сокращенный вариант записи B8<=B16, B9<=B17, B10<=B18. Запись C8:G10>=0 означает, что неравенство выполняется для каждой ячейки этого диапазона.

Для настройки параметров и запуска решения задачи следует нажать кнопку Поиск решения (находится на вкладке Данные в группе Анализ). При этом открывается диалоговое окно Поиск решения (рис. 4.2), в котором можно настроить ограничения и задать другие параметры задачи.

## ПРИМЕЧАНИЕ

В данном примере начальные значения изменяемых ячеек не соответствуют заданным ограничениям, для них взяты произвольные значения. Этот факт не является принципиальным, так как в процессе решения задачи такой вариант будет отброшен.

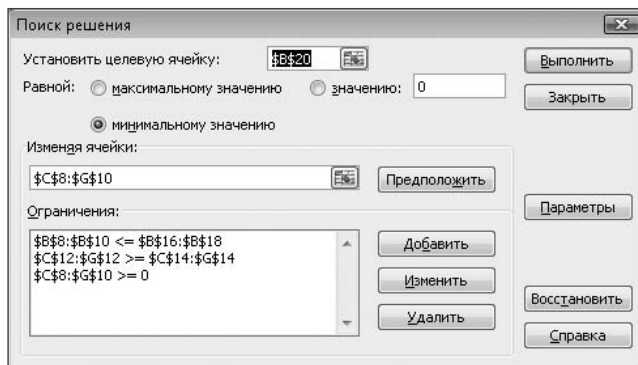


Рис. 4.2. Настройка параметров поиска решения

На рис. 4.3 показаны результаты решения транспортной задачи. В ячейках C8:G10 находятся вычисленные (оптимальные) значения количества перевозок от завода к складу, а в ячейке B20 — соответствующая этим данным суммарная стоимость перевозок.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	Число перевозок от завода x к складу y:												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	300	0	0	0	80	220						
9	Урал	260	0	0	180	80	0						
10	Украина	280	180	80	20	0	0						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:		180	80	200	160	220						
13													
14	требности складов →		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	Затраты на перевозку от завода x к складу y:										
16	Беларусь	310	10	8	6	5	4						
17	Урал	260	6	5	4	3	6						
18	Украина	280	3	4	5	5	9						
19													
20	Перевозка:	3 200р.	540р.	320р.	820р.	640р.	880р.						

**Цветовые обозначения**

- Результат
- Изменяемые данные
- Ограничения

Рис. 4.3. Результаты решения транспортной задачи

При необходимости можно провести вычислительные эксперименты с различными вариантами ограничений, начальными значениями данных и т. д.

Можно убедиться, что в некоторых случаях незначительное на первый взгляд изменение может привести к совершенно иному варианту решения задачи. Например, ограничения, показанные на рис. 4.4, отличаются от первоначального варианта одним условием:  $B8 : B10 = B16 : B18$  вместо  $B8 : B10 \leq B16 : B18$ . Изменившийся вариант решения такой задачи показан на рис. 4.5. При этом общая стоимость

перевозок изменилась незначительно, но существенно отличается от предыдущего варианта количество перевозок с некоторых заводов.

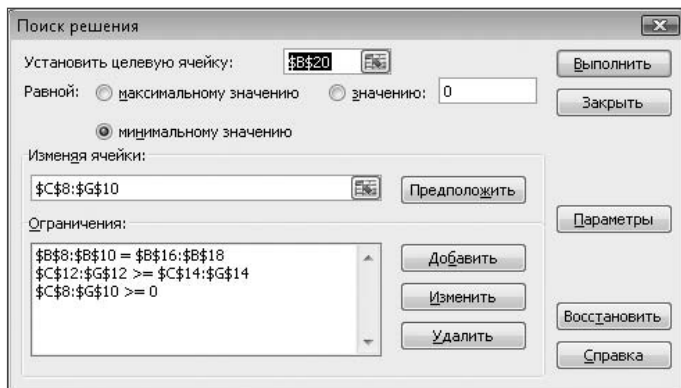


Рис. 4.4. Изменение ограничений при поиске решения

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей												
3	на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из произ-												
4	водителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	<i>Число перевозок от завода х к складу у:</i>												
7	Заводы:	<i>Всего</i>	<i>Казань</i>	<i>Рига</i>	<i>Воронеж</i>	<i>Курск</i>	<i>Москва</i>						
8	Беларусь	310	0	0	90	0	220						
9	Урал	260	0	0	100	160	0						
10	Украина	280	190	80	10	0	0						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:		190	80	200	160	220						
13													
14	<i>требности складов →</i>		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	<i>Поставки</i>	<i>Затраты на перевозку от завода х к складу у:</i>										
16	Беларусь	310	10	8	6	5	4						
17	Урал	260	6	5	4	3	6						
18	Украина	280	3	4	5	5	9						
19													
20	<i>Перевозка:</i>	<b>3 240р.</b>	570р.	320р.	990р.	480р.	880р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.5. Измененный результат решения транспортной задачи

Аналогично рассмотренному варианту могут быть сформулированы и другие задачи, например, можно рассмотреть задачу минимизации времени доставки грузов или двухэтапную задачу доставки с промежуточным складом.

## Транспортная задача с дефицитом

Рассмотренный пример можно модифицировать для решения транспортной задачи с дефицитом, предполагающей, что суммарное количество товара на заводах меньше затребованного складами.

Исходные данные для решения такой задачи показаны на рис. 4.6.

Для решения задачи можно добавить в ячейку B12 формулу =СУММ(B8:B10) вычисления суммарного производства товара на всех заводах.



Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва
Беларусь	5	1	1	1	1	1
Урал	5	1	1	1	1	1
Украина	5	1	1	1	1	1
Итого:	15	3	3	3	3	3
требности складов →		180	80	200	160	220

Заводы:	Поставки	Затраты на перевозку от завода × к складу у:				
Беларусь	310	10	8	6	5	4
Урал	260	6	5	4	3	6
Украина	280	3	4	5	5	9
Перевозка:	83р.	19р.	17р.	15р.	13р.	19р.

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.6. Исходные данные транспортной задачи с дефицитом

Ограничения на значения ячеек при решении задачи дополняются условием  $B12 \leq 700$  (рис. 4.7). Это условие ограничивает производство товара определенным значением и создает его дефицит при распределении по складам.

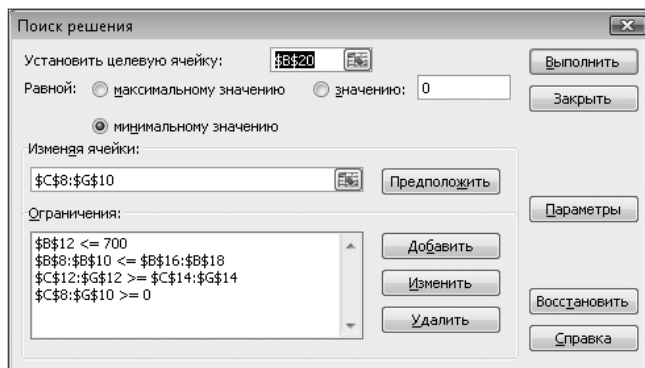


Рис. 4.7. Параметры решения транспортной задачи с дефицитом

Результат решения задачи в такой постановке показан на рис. 4.8. Эти результаты показывают, что действительно общее производство товара не превысило заданного в ячейке B12 значения, при распределении этого количества товара по складам все заявки оказались выполнены, кроме одной (различаются значения ячеек G14 и G12). Суммарная стоимость перевозок в этом случае несколько отличается от предыдущего варианта. Значение стоимости перевозок в этом случае оказалось даже меньше, чем в предыдущем варианте, но это объясняется меньшим количеством товара и, следовательно, меньшим количеством самих перевозок.

Если выполнение заявки какого-то склада является обязательным условием, то полученное таким способом решение может не всегда удовлетворять пользователя. В рассмотренном примере таким складом может являться «Москва». Иногда рекомендуется в подобных случаях установить нулевые значения для стоимости доставки на такой склад. Решение подобной задачи показано на рис. 4.9.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	Число перевозок от завода <i>x</i> к складу <i>y</i> :												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	310	0	0	70	160	80						
9	Урал	260	50	80	130	0	0						
10	Украина	130	130	0	0	0	0						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:	700	180	80	200	160	80						
14	требности складов →		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	Затраты на перевозку от завода <i>x</i> к складу <i>y</i> :										
16	Беларусь	310	10	8	6	5	4						
17	Урал	260	6	5	4	3	6						
18	Украина	280	3	4	5	5	9						
19													
20	Перевозка:	3 150р.	690р.	400р.	940р.	800р.	320р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.8. Решение транспортной задачи с дефицитом

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	Число перевозок от завода <i>x</i> к складу <i>y</i> :												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	260	180	80	0	0	0						
9	Урал	260	0	0	0	40	220						
10	Украина	180	0	0	180	0	0						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:	700	180	80	180	40	220						
14	требности складов →		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	Затраты на перевозку от завода <i>x</i> к складу <i>y</i> :										
16	Беларусь	310	10	8	6	5	0						
17	Урал	260	6	5	4	3	0						
18	Украина	280	3	4	5	5	0						
19													
20	Перевозка:	3 460р.	1 800р.	640р.	900р.	120р.	0р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.9. Гарантированная доставка товара на один из складов

Результаты расчетов показывают, что заявка этого склада удовлетворена полностью. Однако при таком подходе к решению задачи суммарная стоимость доставки имеет лишь некоторое условное значение, так как в нее не входит доставка до одного из складов. В данном случае обязательное удовлетворение заявки данного склада вызвало нарушение заявок двух других складов.

Более полноценный расчет можно произвести, если добавить дополнительное ограничение, например  $\$G\$14 = \$G\$12$  (рис. 4.10).

Результат таких расчетов показан на рис. 4.11. В этом случае заявка склада полностью выполнена, но общая стоимость перевозок значительно выше, чем в случае отсутствия дефицита (то есть с еще большим, чем в данном случае, количеством перевозок). Очевидно, что подобное увеличение общей стоимости перевозок может являться «случайным», так как, во-первых, оно зависит от соотношения стоимостей перевозок на отдельные склады, во-вторых — от размера дефицита товара.

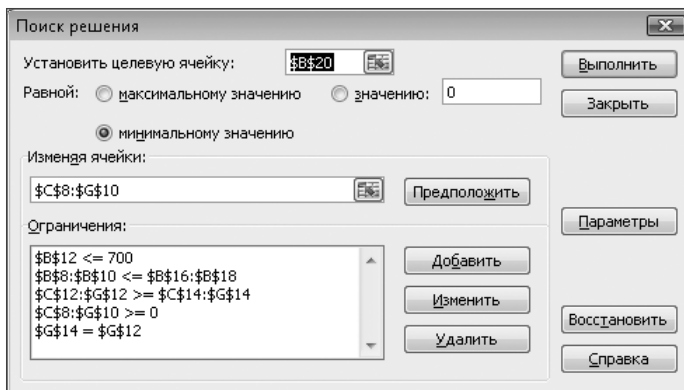


Рис. 4.10. Параметры решения транспортной задачи с гарантированной доставкой при дефиците товаров

Пример 2: Задача перевозки грузов						
Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.						
Число перевозок от завода x к складу y:						
Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва
Беларусь	310	10	80	200	20	0
Урал	170	170	0	0	0	0
Украина	220	0	0	0	0	220
Итого:	700	180	80	200	20	220
требности складов =>		180	80	200	160	220
Заводы: Поставки Затраты на перевозку от завода x к складу y:						
Беларусь	310	10	8	6	5	4
Урал	260	6	5	4	3	6
Украина	280	3	4	5	5	9
Перевозка:	5 040р.	1 120р.	640р.	1 200р.	100р.	1 980р.

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.11. Результат расчетов гарантированной доставки товара на один из складов

Результат расчета данного варианта отличается распределением товара по складам, в этом случае заявка не выполнена только для одного склада.

## Транспортная задача с избытком

На основе примера SOLVSAMP.XLS можно построить решение транспортной задачи в случае избытка товаров, то есть когда количество произведенных товаров превышает сумму заявок складов. В данном случае предполагается, что все произведенные товары должны быть вывезены на склады, даже если количество товара превышает заявку данного склада. В зависимости от производственной ситуации, ограничения, задаваемые в окне Поиск решения, могут быть описаны различными способами. Например, могут быть заданы определенные количества товаров для каждого из заводов или установлено ограничение на суммарное производство. В данном случае было добавлено ограничение  $\$B\$12 \geq 1000$  (рис. 4.12). Кроме того, для создания избытка товаров, были изменены данные в ячейках B16 : B18 (рис. 4.13).

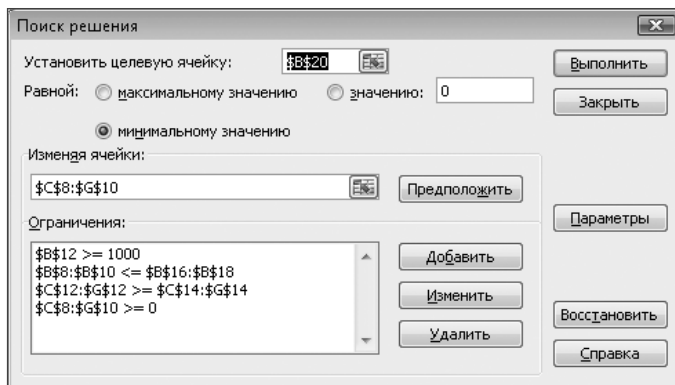


Рис. 4.12. Параметры решения транспортной задачи при избытке товаров

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	<i>Число перевозок от завода х к складу у:</i>												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	5	1	1	1	1	1						
9	Урал	5	1	1	1	1	1						
10	Украина	5	1	1	1	1	1						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:	15	3	3	3	3	3						
14	требности складов →		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	<i>Затраты на перевозку от завода х к складу у:</i>										
16	Беларусь	450	10	8	6	5	4						
17	Урал	450	6	5	4	3	6						
18	Украина	450	3	4	5	5	9						
19													
20	Перевозка:	83р.	19р.	17р.	15р.	13р.	19р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.13. Исходные данные транспортной задачи при избытке товаров

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>												
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из производителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.												
6	<i>Число перевозок от завода х к складу у:</i>												
7	Заводы:	Всего	Казань	Рига	Воронеж	Курск	Москва						
8	Беларусь	220	0	0	0	0	220						
9	Урал	360	0	0	200	160	0						
10	Украина	420	340	80	0	0	0						
11		---	---	---	---	---	---						
12	Итого:	1000	340	80	200	160	220						
14	требности складов →		180	80	200	160	220						
15	Заводы:	Поставки	<i>Затраты на перевозку от завода х к складу у:</i>										
16	Беларусь	450	10	8	6	5	4						
17	Урал	450	6	5	4	3	6						
18	Украина	450	3	4	5	5	9						
19													
20	Перевозка:	3 500р.	1 020р.	320р.	800р.	480р.	880р.						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.14. Результат решения транспортной задачи при избытке товаров

На рис. 4.14 показан результат решения задачи. Характерно, что при решении данной задачи изменение каких-либо ограничений и условий (например, на рис. 4.15 представлены результаты решения задачи с измененными данными в ячейках B16 : B18) может вызвать изменение результатов решения.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I/J	K	L	M
1	<b>Пример 2: Задача перевозки грузов</b>											
2	Требуется минимизировать затраты на перевозку товаров от предприятий-производителей											
3	на торговые склады. При этом необходимо учесть возможности поставок каждого из произ-											
4	водителей при максимальном удовлетворении запросов потребителей.											
6	<i>Число перевозок от завода x к складу у:</i>											
7	Заводы:	<i>Всего</i>	<i>Казань</i>	<i>Рига</i>	<i>Воронеж</i>	<i>Курск</i>	<i>Москва</i>					
8	Беларусь	220	0	0	0	0	220					
9	Урал	400	0	0	200	200	0					
10	Украина	380	300	80	0	0	0					
11		---	---	---	---	---	---					
12	Итого:	1000	300	80	200	200	220					
13	<i>требности складов →</i>		180	80	200	160	220					
15	Заводы:	<i>Поставки</i>	<i>Затраты на перевозку от завода x к складу у:</i>									
16	Беларусь	400	10	8	6	5	4					
17	Урал	400	6	5	4	3	6					
18	Украина	400	3	4	5	5	9					
19	<i>Перевозка:</i>	<b>3 500р.</b>	900р.	320р.	800р.	600р.	880р.					

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 4.15. Результат решения транспортной задачи при избытке товаров с измененными исходными данными

Показанный на рис. 4.15 вариант распределения существенно отличается от предыдущего. Этот простой вычислительный эксперимент наглядно демонстрирует тот факт, что к заданию ограничений надо подходить очень внимательно.

## Транспортная задача с несколькими перевозчиками

Формулировку транспортной задачи можно несколько изменить. Например, можно рассмотреть случай, когда требуется выполнить доставку грузов в пункты назначения несколькими перевозчиками. Стоимость перевозок каждым перевозчиком и количество перевозок являются исходными данными. Требуется выполнить доставку, минимизировав общую стоимость перевозок.

Вариант исходных данных подобной задачи показан на рис. 4.16.

Суммарные значения количества перевозок и их стоимости вычисляются обычным способом, например, в ячейке B19 находится формула =СУММ(B16 : B18). В ячейке G26 находится значение целевой функции, вычисляемое по формуле =СУММ(G23 : G25).

Основные ограничения на значения изменяемых ячеек B16 : F18 (рис. 4.17) достаточно очевидны. Учитывая, что целью задачи является минимизация целевой функции, необходимо добавить условия неотрицательности значений изменяемых ячеек. Это можно сделать, добавив еще одно условие в список ограничений или в окне Параметры поиска решения (кнопка Параметры в окне Поиск решения).

Если используется окно Параметры поиска решения, то достаточно установить флажок Неотрицательные значения (рис. 4.18).

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>							
2								
3	Стоимость перевозок							
4	Перевозчик	Пункт						
5		A	B	C	D	E		
6	1	22	18	10	12	14		
7	2	20	16	9	10	16		
8	3	23	20	8	14	18		
9								
10	Требуемое количество перевозок							
11	Пункт	A	B	C	D	E	Итого	
12	Число перевозок	12	15	18	15	10	70	
13								
14	Решение							
15	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого	
16	1	1	1	1	1	1	5	
17	2	1	1	1	1	1	5	
18	3	1	1	1	1	1	5	
19	Итого	3	3	3	3	3	15	
20								
21	Общая стоимость перевозок							
22	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого	
23	1	22	18	10	12	14	76	
24	2	20	16	9	10	16	71	
25	3	23	20	8	14	18	83	
26	Итого	65	54	27	36	48	230	

Рис. 4.16. Исходные данные к задаче с несколькими перевозчиками

Рис. 4.17. Ограничения на значения изменяемых ячеек

## ВНИМАНИЕ

Условие неотрицательности значений в случаях минимизации целевой функции является очень важным. Если это условие не задано, то решение многих практических задач перемещается в область отрицательных чисел. Обычно такие решения не имеют физического смысла и должны отбрасываться.

Параметры поиска решения

Максимальное время:  секунд

Предельное число итераций:

Относительная погрешность:

Допустимое отклонение:  %

Сходимость:

Линейная модель  Автоматическое масштабирование

Неотрицательные значения  Показывать результаты итераций

Оценки:  Разности  Метод поиска

Метод поиска:

линейная  прямые  Ньютона

квадратичная  центральные  сопряженных градиентов

Рис. 4.18. Дополнительные параметры поиска

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>							
2								
3	Стоимость перевозок							
4	Перевозчик	Пункт						
5		A	B	C	D	E		
6	1	22	18	10	12	14		
7	2	20	16	9	10	16		
8	3	23	20	8	14	18		
9								
10	Требуемое количество перевозок							
11	Пункт	A	B	C	D	E	Итого	
12	Число перевозок	12	15	18	15	10	70	
13								
14	Решение							
15	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого	
16	1	0	0	0	0	10	10	
17	2	12	15	0	15	0	42	
18	3	0	0	18	0	0	18	
19	Итого	12	15	18	15	10	70	
20								
21	Общая стоимость перевозок							
22	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого	
23	1	0	0	0	0	140	140	
24	2	240	240	0	150	0	630	
25	3	0	0	144	0	0	144	
26	Итого	240	240	144	150	140	914	

Рис. 4.19. Результат решения задачи с несколькими перевозчиками

На рис. 4.19 показано решение задачи. Можно убедиться, что все заданные условия и ограничения выполняются.

## Доли перевозчиков в суммарной стоимости перевозок

Рассмотренная задача имеет несколько упрощенную постановку. Во многих практических случаях могут возникнуть дополнительные условия и ограничения.

Рассмотрим вариант задачи, в котором требуется удовлетворить ограничения на стоимость перевозок каждым перевозчиком.

Если эти ограничения имеют постоянные значения, можно просто добавить в список ограничений (окно Параметры поиска решения) дополнительные условия для ячеек B26:F26. Однако можно рассмотреть более сложный вариант, когда требуется сохранить определенную пропорцию между стоимостями перевозок различными перевозчиками.

В этом случае необходимо добавить исходные данные для описания долей каждого перевозчика. Вариант исходных данных такой задачи показан на рис. 4.20.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
2										
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Сумма	
5	1	22	18	10	12	14	1	1	230,00	
6	2	20	16	9	10	16	2	2	460,00	
7	3	23	20	8	14	18	3	2	460,00	
8							Итого	5	1150,00	
9	Требуемое количество перевозок									
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
11	Число перевозок	12	15	18	15	10	70			
12										
13	Решение									
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
15	1	5	5	5	5	5	25			
16	2	5	5	5	5	5	25			
17	3	5	5	5	5	5	25			
18	Итого	15	15	15	15	15	75			
19										
20	Общая стоимость перевозок									
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
22	1	110	90	50	60	70	380,00			
23	2	100	80	45	50	80	365,00			
24	3	115	100	40	70	90	415,00			
25	Итого	325	270	135	180	240	1150,00			

Рис. 4.20. Исходные данные к задаче с долевым участием нескольких перевозчиков

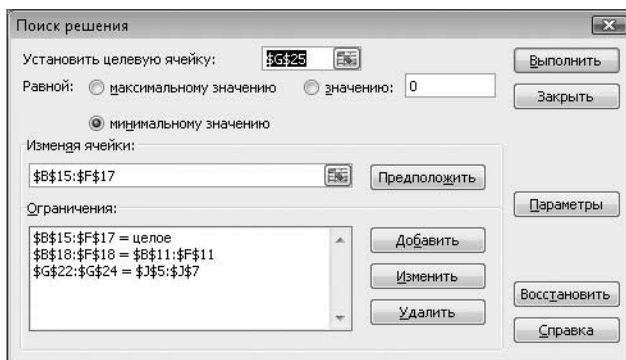


Рис. 4.21. Ограничения для изменяемых ячеек



В ячейках I5 : I7 задаются доли участия каждого перевозчика. В соседних ячейках J5 : J7 вычисляются стоимостные значения их долей. Например, в ячейке J5 находится формула =ОКРУГЛ (\$G\$25/\$I\$8\*I5 ; 2).

Изменение постановки задачи требует внести дополнительные ограничения на значения изменяемых ячеек (рис. 4.21).

В данном случае решение задачи не может быть найдено, об этом сообщается в окне Результаты поиска решения (рис. 4.22). На рис. 4.23 показан найденный результат вычислений по данной задаче, который не является окончательным.

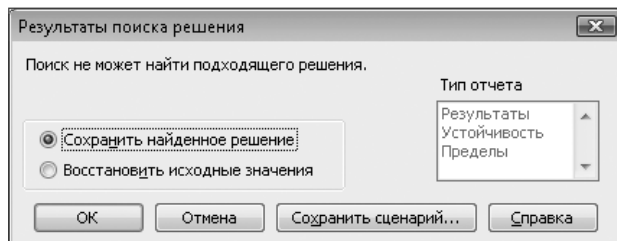


Рис. 4.22. Сообщение о том, что решение не найдено

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
2										
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Сумма	
5	1	22	18	10	12	14	1	1	225,37	
6	2	20	16	9	10	16	2	2	450,75	
7	3	23	20	8	14	18	3	2	450,75	
8							Итого	5	1126,87	
9	Требуемое количество перевозок									
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
11	Число перевозок	12	15	18	15	10	70			
12										
13	Решение									
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
15	1	2	3	13	0	0	18			
16	2	12	0	5	0	10	28			
17	3	0	12	0	15	0	27			
18	Итого	14	15	18	15	10	72			
19										
20	Общая стоимость перевозок									
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
22	1	46	53	126	0	0	225,37			
23	2	242	0	49	0	160	450,75			
24	3	0	241	0	210	0	450,75			
25	Итого	288	294	175	210	160	1126,87			

Рис. 4.23. Результат вычислений по задаче с долевым участием нескольких перевозчиков

Можно убедиться, что условие распределения долей участия выполняется точно, но условие выполнения определенного количества перевозок для каждого из перевозчиков выполнено лишь приблизительно.

**ВНИМАНИЕ**

Если вникнуть в суть ограничений по количеству перевозок и их стоимостному соотношению, можно прийти к выводу, что эти условия находятся в некотором противоречии. Отражением этого является и противоречивый результат расчетов. Данный пример показывает, что к выбору ограничений и постановке задачи надо подходить очень осторожно. Для более точного анализа результатов подобных расчетов необходимо изучать дополнительные листы отчетов.

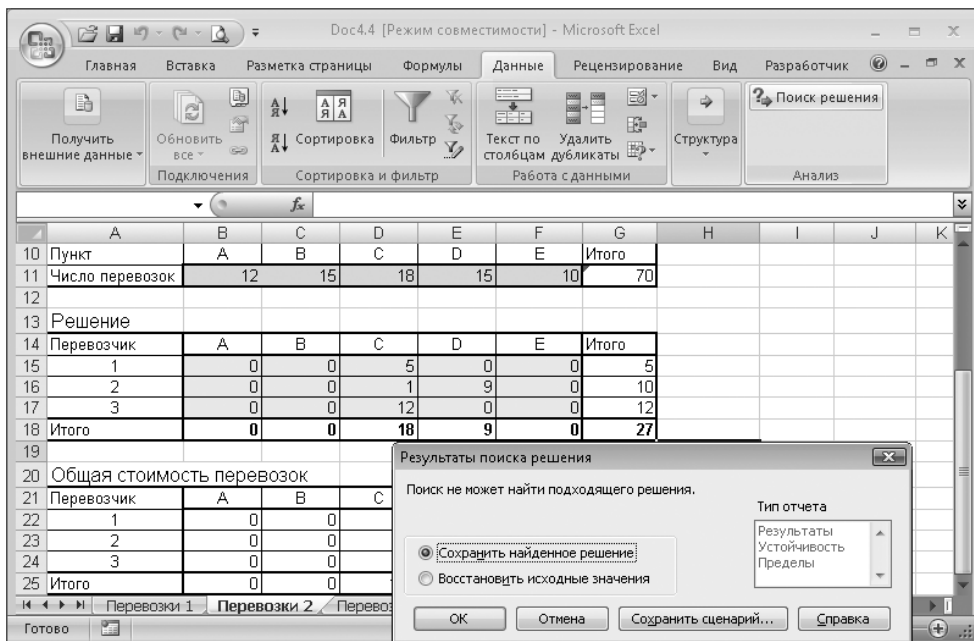


Рис. 4.24. Пример неудачи при поиске решения

**ВНИМАНИЕ**

Приведенный пример позволяет еще раз продемонстрировать возможную проблему, возникающую при решении задач оптимизации. Такой проблемой является зависимость от начальных значений, например, в случаях существования нескольких локальных экстремумов (минимумов или максимумов) целевой функции. В некоторых случаях программа не может найти подходящее решение (рис. 4.24). Результат расчетов, показанный на данном рисунке, был получен при значениях начальных данных в ячейках B15:F17, равных 1. Эти начальные значения слишком далеки от варианта, удовлетворяющего условиям количества перевозок.

**Влияние исходных данных**

Выявленная в ходе расчетов сильная зависимость решения задачи от различных исходных данных может быть проанализирована дополнительно. Здесь не ставится цель выполнить полный и математически строгий анализ данной задачи и ее решения. В данном случае представляет интерес конкретный пример ситуации, которая часто описывается лишь предположительно.

Изменив исходные данные стоимости перевозок (ячейки B5 : F7) и требуемого количества перевозок (ячейки B11 : F11), как показано на рис. 4.25, можно получить

решение, удовлетворяющее всем заданным ограничениям (рис. 4.21). При этом на поиск решения затрачивается значительное время; может возникнуть ситуация, когда заданного по умолчанию интервала времени (100 сек., см. рис. 4.18) будет недостаточно и пользователь будет вынужден установить большее значение.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
2										
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E		Перевозчик	Доля	Сумма
5	1	20	10	20	10	10		1	1	260,00
6	2	20	20	10	20	20		2	2	520,00
7	3	30	10	10	20	30		3	2	520,00
8								Итого	5	1300,00
9	Требуемое количество перевозок									
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
11	Число перевозок	20	20	10	10	20	80			
12										
13	Решение									
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
15	1	5	5	5	5	5	25			
16	2	5	5	5	5	5	25			
17	3	5	5	5	5	5	25			
18	Итого	15	15	15	15	15	75			
19										
20	Общая стоимость перевозок									
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
22	1	100	50	100	50	50	350,00			
23	2	100	100	50	100	100	450,00			
24	3	150	50	50	100	150	500,00			
25	Итого	350	200	200	250	300	1300,00			

Рис. 4.25. Измененные исходные данные

Результат решения задачи с измененными исходными данными показан на рис. 4.26.

### Влияние начальных данных поиска решения

Изменяя начальные данные, используемые для поиска решения, можно провести другую серию численных экспериментов. На рис. 4.27 показаны измененные начальные данные. В данном примере изменения минимальны и ограничены произвольно выбранной ячейкой B17 (значение 10 заменено на 9). Исходные данные стоимости перевозок и требуемого количества перевозок соответствуют предыдущему варианту.

Поиск решения, который и в этом случае требует значительного времени, приводит к результату, показанному на рис. 4.28. Найденное решение полностью отличается от предыдущего, но также удовлетворяет всем ограничениям. Более того, суммарная стоимость перевозок меньше, чем в предыдущем случае.

Приведенные простые численные эксперименты позволяют убедиться в существовании альтернативных решений и выявить чувствительность решения к начальным данным. На практике вполне возможна ситуация, когда при одной комбинации данных задача решается быстро и легко, в то время как при других данных возможны существенные осложнения и проблемы при поиске решения. Все это относится к задачам, имеющим достаточно сложный набор ограничений.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
2										
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Сумма	
5	1	20	10	20	10	10	1	1	260,00	
6	2	20	20	10	20	20	2	2	520,00	
7	3	30	10	10	20	30	3	2	520,00	
8							Итого	5	1300,00	
9	Требуемое количество перевозок									
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
11	Число перевозок	20	20	10	10	20	80			
12										
13	Решение									
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
15	1	1	4	0	6	14	25			
16	2	9	10	0	1	6	26			
17	3	10	6	10	3	0	29			
18	Итого	20	20	10	10	20	80			
19										
20	Общая стоимость перевозок									
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
22	1	20	40	0	60	140	260,00			
23	2	180	200	0	20	120	520,00			
24	3	300	60	100	60	0	490,00			
25	Итого	500	300	100	140	260	1270,00			

**Результаты поиска решения**

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Тип отчета  
 Результаты  
 Устойчивость  
 Пределы

Сохранить найденное решение  
 Восстановить исходные значения

OK    Отмена    Сохранить сценарий...    Справка

Рис. 4.26. Результат расчета с измененными исходными данными

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
2										
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Сумма	
5	1	20	10	20	10	10	1	1	254,00	
6	2	20	20	10	20	20	2	2	508,00	
7	3	30	10	10	20	30	3	2	508,00	
8							Итого	5	1270,00	
9	Требуемое количество перевозок									
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
11	Число перевозок	20	20	10	10	20	80			
12										
13	Решение									
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
15	1	1	4	0	6	14	25			
16	2	9	10	0	1	6	26			
17	3	9	6	10	3	0	28			
18	Итого	19	20	10	10	20	79			
19										
20	Общая стоимость перевозок									
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
22	1	20	40	0	60	140	260,00			
23	2	180	200	0	20	120	520,00			
24	3	270	60	100	60	0	490,00			
25	Итого	470	300	100	140	260	1270,00			

Рис. 4.27. Измененные начальные данные поиска решения

### Влияние изменения ограничений

Во всех рассмотренных ранее вариантах задачи требовалось выполнение определенного количества перевозок для каждого перевозчика. Если заменить это условие требованием выполнить только определенное суммарное количество перевозок (рис. 4.29), можно ожидать положительного эффекта. Это условие является менее жестким и позволяет использовать дополнительные варианты искомых значений.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>										
2											
3	Стоимость перевозок						Сумма перевозок				
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Сумма		
5	1	20	10	20	10	10	1	1	230,00		
6	2	20	20	10	20	20	2	2	460,00		
7	3	30	10	10	20	30	3	2	460,00		
8							Итого	5	1150,00		
9	Требуемое количество перевозок										
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого				
11	Число перевозок	20	20	10	10	20	80				
12											
13	Решение										
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого				
15	1	0	0	0	6	17	23				
16	2	14	2	8	0	3	27				
17	3	6	18	2	4	0	30				
18	Итого	20	20	10	10	20	80				
19											
20	Общая стоимость перевозок										
21	Перевозчик	A	B	C							
22	1	0	0								
23	2	280	40								
24	3	180	180								
25	Итого	460	220								
26											
27											
28											

**Результаты поиска решения**

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Тип отчета  
 Результаты  
 Устойчивость  
 Пределы

Сохранить найденное решение!  
 Восстановить исходные значения

OK    Отмена    Сохранить сценарий...    Справка

Рис. 4.28. Результат поиска решения с измененными начальными данными

**Поиск решения**

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:    
 минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

\$B\$15:\$F\$17 = целое  
 \$G\$18 = \$G\$11  
 \$G\$22:\$G\$24 = \$J\$5:\$J\$7

Рис. 4.29. Менее жесткий вариант ограничений

Все исходные данные и начальные значения изменяемых ячеек соответствуют варианту, показанному на рис. 4.25.

На рис. 4.30 приводится решение задачи с такими ограничениями на значения изменяемых ячеек. Действительно, достигнут некоторый положительный эффект, и значение целевой функции (ячейка G25) уменьшилось с 1300 (рис. 4.26) до 1150. Значение целевой функции в этом варианте совпадает с вариантом расчета при измененных начальных значениях (рис. 4.28).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>										
2	Стоимость перевозок							Сумма перевозок			
4	Перевозчик	A	B	C	D	E		Перевозчик	Доля	Сумма	
5	1	20	10	20	10	10		1	1	230,00	
6	2	20	20	10	20	20		2	2	460,00	
7	3	30	10	10	20	30		3	2	460,00	
8								Итого	5	1150,00	
9	Требуемое количество перевозок										
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого				
11	Число перевозок	20	20	10	10	20	80				
12											
13	Решение										
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого				
15	1	2	0	0	13	6	21				
16	2	0	4	12	4	9	29				
17	3	8	22	0	0	0	30				
18	Итого	10	26	12	17	15	80				
19											
20	Общая стоимость перевозок										
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого				
22	1	40	0	0	130	60	230,00				
23	2	0	80	120	80	180	460,00				
24	3	240	220	0	0	0	460,00				
25	Итого	280	300	120	210	240	1150,00				

Рис. 4.30. Результат поиска решения с менее жесткими ограничениями

## Доли перевозчиков в общем количестве перевозок

В рассмотренном ранее варианте ограничения для перевозчиков вычислялась доля стоимости перевозок каждого из них в общей стоимости перевозок. По аналогии с этим вариантом можно рассмотреть случай, когда для каждого перевозчика устанавливается не доля стоимости, а доля количества перевозок.

Дополнительные исходные данные (доли количества перевозок для каждого из перевозчиков) вводятся в ячейки I5 : I7. В ячейках J5 : J7 вычисляются доли количества перевозок для каждого из перевозчиков. Например, в ячейке J5 находится формула =ОКРУГЛ(\$G\$18/\$I\$8\*I5;2).

Вариант исходных данных для подобных расчетов показан на рис. 4.31. Ограничения для изменяемых ячеек аналогичны предыдущему случаю (рис. 4.32).

Очевидно, что для каждого из перевозчиков ограничения на количество его перевозок и одновременно с этим ограничение на его долю в общем количестве перевозок каким-то образом взаимосвязаны.

В этом случае также не найдено решения, удовлетворяющего всем ограничениям (рис. 4.33). Результат, предложенный программой в качестве конечного варианта, может быть достаточно близок к искомому оптимальному. В некоторых случаях подобное решение может оказаться вполне приемлемым.

Рассмотренный вариант задачи можно видоизменить, задав ограничения только для общего количества перевозок и долей в нем каждого перевозчика (рис. 4.34).

Для видоизмененного варианта задачи легко находится решение, удовлетворяющее всем ограничениям (рис. 4.35).

Данное решение может показаться слишком очевидным, поэтому можно изменить исходные данные (рис. 4.36) и выполнить повторный расчет. На рис. 4.37 показано соответствующее решение.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>										
2											
3	Стоимость перевозок					Доля перевозок					
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Кол-во перевозок		
5	1	22	18	10	12	14	1	1	15		
6	2	20	16	9	10	16	2	2	30		
7	3	23	20	8	14	18	3	2	30		
8								Итого	5	75	
9	Требуемое количество перевозок										
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого				
11	Число перевозок	12	15	18	15	10	70				
12											
13	Решение										
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого				
15	1	5	5	5	5	5	5	25			
16	2	5	5	5	5	5	5	25			
17	3	5	5	5	5	5	5	25			
18	Итого	15	15	15	15	15	75				
19											
20	Общая стоимость перевозок										
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого				
22	1	110	90	50	60	70	380				
23	2	100	80	45	50	80	355				
24	3	115	100	40	70	90	415				
25	Итого	325	270	135	180	240	1150				

Рис. 4.31. Исходные данные к задаче с долевым участием нескольких перевозчиков

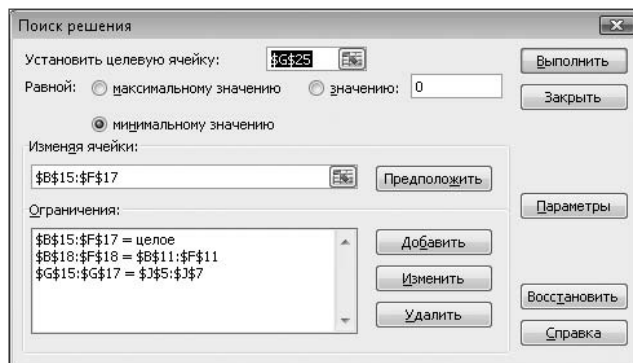


Рис. 4.32. Ограничения для изменяемых ячеек

13	Решение						
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого
15	1	3	2	5	2	3	15
16	2	5	7	7	7	5	30
17	3	5	7	7	7	5	30
18	Итого	13	15	18	15	13	75
19							
20	Общая стоимость перевозок						
21	Перевозчик	A	B	C	D		
22	1	74	31	47	21		
23	2	100	106	60	66		
24	3	115	133	53	93		
25	Итого	289	270	160	180		
26							
27							
28							

Результаты поиска решения

Поиск не может найти подходящего решения.

Тип отчета  
 Результаты  
 Устойчивость  
 Пределы

Сохранить найденное решение!  
 Восстановить исходные значения

OK    Отмена    Сохранить сценарий...    Справка

Рис. 4.33. Результат вычисления задачи с несколькими перевозчиками

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:    
 минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 4.34. Измененный вариант ограничений

1	<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>								
2									
3	Стоимость перевозок						Доля перевозок		
4	Перевозчик	A	B	C	D	E	Перевозчик	Доля	Кол-во перевозок
5	1	22	18	10	12	14	1	1	14
6	2	20	16	9	10	16	2	2	28
7	3	23	20	8	14	18	3	2	28
8							Итого	5	70
9	Требуемое количество перевозок								
10	Пункт	A	B	C	D	E	Итого		
11	Число перевозок	12	15	18	15	10	70		
12									
13	Решение								
14	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого		
15	1	0	0	14	0	0	14		
16	2	0	0	28	0	0	28		
17	3	0	0	28	0	0	28		
18	Итого	0	0	70	0	0	70		
19									
20	Общая стоимость перевозок								
21	Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого		
22	1	0	0	140	0	0	140		
23	2	0	0	252	0	0	252		
24	3	0	0	224	0	0	224		
25	Итого	0	0	616	0	0	616		

Рис. 4.35. Решение задачи с несколькими перевозчиками



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
Стоимость перевозок						Доля перевозок			
Перевозчик	A	B	C	D	E		Перевозчик	Доля	Кол-во перевозок
1	20	10	20	10	10		1	1	15
2	20	20	10	20	20		2	2	30
3	30	10	10	20	30		3	2	30
							Итого	5	75
Требуемое количество перевозок									
Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
Число перевозок	20	20	10	10	20	80			
Решение									
Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
1	5	5	5	5	5	25			
2	5	5	5	5	5	25			
3	5	5	5	5	5	25			
Итого	15	15	15	15	15	75			
Общая стоимость перевозок									
Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
1	100	50	100	50	50	350			
2	100	100	50	100	100	450			
3	150	50	50	100	150	500			
Итого	350	200	200	250	300	1300			

Рис. 4.36. Измененные исходные данные

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Перевозки несколькими перевозчиками</b>									
Стоимость перевозок						Доля перевозок			
Перевозчик	A	B	C	D	E		Перевозчик	Доля	Кол-во перевозок
1	20	10	20	10	10		1	1	16
2	20	20	10	20	20		2	2	32
3	30	10	10	20	30		3	2	32
							Итого	5	80
Требуемое количество перевозок									
Пункт	A	B	C	D	E	Итого			
Число перевозок	20	20	10	10	20	80			
Решение									
Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
1	0	6	0	5	5	16			
2	0	0	32	0	0	32			
3	0	14	18	0	0	32			
Итого	0	20	50	5	5	80			
Общая стоимость перевозок									
Перевозчик	A	B	C	D	E	Итого			
1	0	60	0	50	50	160			
2	0	0	320	0	0	320			
3	0	140	180	0	0	320			
Итого	0	200	500	50	50	800			

Рис. 4.37. Решение измененного варианта задачи с несколькими перевозчиками

Этот вариант решения задачи полностью удовлетворяет всем условиям и показывает эффективность такого подхода.

## Задача о рюкзаке

В общем виде *задача о рюкзаке* формулируется следующим способом: имеется рюкзак определенного объема и неограниченное количество предметов. Для каждого предмета известен его объем (вес) и ценность (стоимость, эффективность). В рюкзак можно положить целое число предметов различного типа. Цель состоит в том, чтобы суммарная ценность всех находящихся в рюкзаке предметов была максимальна, а их объем (вес) не превышал заданной величины. К подобной формулировке может быть сведена задача максимального использования грузоподъемности подвижного состава, грузозместимости судна, автомобиля и т. п. Такая задача часто возникает при выборе оптимального управления в экономико-финансовых областях (например распределение бюджета отдела по проектам).

### Решение задачи в классической постановке

Подобные задачи легко решаются с помощью надстройки Поиск решения. По аналогии с рассмотренными ранее задачами подготовлены исходные данные (рис. 4.38). Задача состоит в том, чтобы за счет подбора значений ячеек B16 : B19 добиться максимального значения целевой функции (значение ячейки D20).

	A	B	C	D
1	<b>Задача о рюкзаке</b>			
2				
3	<b>Исходные данные</b>			
4				
5	Максимальный вес		200	
6				
7	<b>Предметы</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>	
8	Предмет 1	20	210	
9	Предмет 2	12	130	
10	Предмет 3	16	170	
11	Предмет 4	5	50	
12				
13	<b>Решение</b>			
14				
15	<b>Предметы</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>
16	Предмет 1	1	20	210
17	Предмет 2	1	12	130
18	Предмет 3	1	16	170
19	Предмет 4	1	5	50
20	Итого		53	560

Рис. 4.38. Исходные данные к задаче о рюкзаке

На рис. 4.39 показаны ограничения на значения изменяемых ячеек.

На рис. 4.40 приводится результат расчета.

Во многих практических случаях данная постановка задачи является слишком упрощенной. Далее будут рассмотрены различные варианты усложнения постановки задачи.

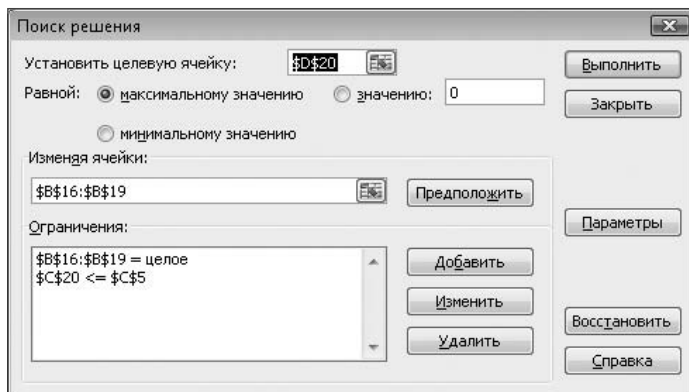


Рис. 4.39. Ограничения на значения изменяемых ячеек

	A	B	C	D
1	<b>Задача о рюкзаке</b>			
2				
3	<b>Исходные данные</b>			
4				
5	Максимальный вес		200	
6				
7	<b>Предметы</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>	
8	Предмет 1	20	210	
9	Предмет 2	12	130	
10	Предмет 3	16	170	
11	Предмет 4	5	50	
12				
13	<b>Решение</b>			
14				
15	<b>Предметы</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>
16	Предмет 1	1	20	210
17	Предмет 2	15	180	1950
18	Предмет 3	0	0	0
19	Предмет 4	0	0	0
20	Итого		200	2160

Рис. 4.40. Решение задачи о рюкзаке

## Модифицированная задача

Одним из дополнительных ограничений, возникающих при практическом использовании данной задачи, могут быть ограничения на необходимое количество предметов определенных видов, которые можно положить в рюкзак. При этом могут возникать варианты задачи, когда требуется строго определенное количество предметов или требуется не менее (не более) заданного количества предметов.

На рис. 4.41 показаны исходные данные модифицированного варианта задачи. В этом случае предполагается, что в рюкзак может быть положено не менее некоторого количества предметов.

	A	B	C	D
1	<b>Задача о рюкзаке</b>			
2				
3	<b>Исходные данные</b>			
4				
5	Максимальный вес		200	
6				
7	<b>Предметы</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>	<b>Необх. кол-во</b>
8	Предмет 1	20	210	2
9	Предмет 2	12	130	2
10	Предмет 3	16	170	2
11	Предмет 4	5	50	2

Рис. 4.41. Исходные данные к модифицированной задаче о рюкзаке

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 4.42. Ограничения на значения изменяемых ячеек для модифицированной задачи о рюкзаке

На рис. 4.42 показаны ограничения на значения изменяемых ячеек B16 : B19. В данном случае к ограничениям добавлено условие  $B_{16} : B_{19} \geq D_{8} : D_{11}$ , то есть задано минимальное необходимое количество предметов различных видов.

13	<b>Решение</b>			
14				
15	<b>Предметы</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Вес</b>	<b>Эффект</b>
16	Предмет 1	2	40	420
17	Предмет 2	9	108	1170
18	Предмет 3	2	32	340
19	Предмет 4	4	20	200
20	Итого		200	2130

Рис. 4.43. Решение модифицированной задачи о рюкзаке

Решение задачи представлено на рис. 4.43.

При необходимости дополнительное условие  $B_{16} : B_{19} \geq D_{8} : D_{11}$  может быть изменено. Например, можно установить отдельные ограничения для всех предметов, назначив для некоторых из них точное количество предметов, в то время как для других — условие «не менее» или «не более».

# Глава 5

---

## Складская логистика

*Складская логистика* занимается организацией складского хранения, разработкой и применением систем приема, размещения, учета движения товаров и грузов.

Задачи складской логистики:

- ✓ рациональная планировка склада при выделении рабочих зон, способствующая снижению затрат и усовершенствованию процесса переработки груза;
- ✓ эффективное использование пространства при расстановке оборудования, что позволяет увеличить мощность склада;
- ✓ использование универсального оборудования, выполняющего различные складские операции;
- ✓ оптимизация маршрутов внутрискладской перевозки с целью сокращения эксплуатационных затрат и увеличения пропускной способности склада;
- ✓ унитизация партии отгрузок, применение централизованной доставки;
- ✓ максимальное использование возможностей информационных систем.

Решение этих задач можно выполнять как с помощью специальных логистических методик расчетов, так и применяя универсальные математические методы оптимизации. В этой главе будет показано применение некоторых логистических методик к расчетам в Excel.

## Управление потоками на складах

Склады — здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения поступивших на них товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

На складах выполняются следующие функции:

- ✓ временное размещение и хранение материальных запасов;

- ✓ преобразование материальных потоков;
- ✓ обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

Материальный поток на складах – продукция (грузы, детали, товарно-материальные ценности), рассматриваемая в процессе приложения к ней различных логистических операций (разгрузка, погрузка и т. д.) и отнесенная к определенному временному интервалу. Материальный поток имеет размерность объем (количество, масса) / время.

*Входящий материальный поток* – материальный поток, поступающий на склад из внешней среды.

*Внутренний материальный поток* – материальный поток, образуемый в результате осуществления логистических операций внутри склада. Внутренний поток складывается из потоков на разных участках склада и, как правило, многократно превышает входящий поток.

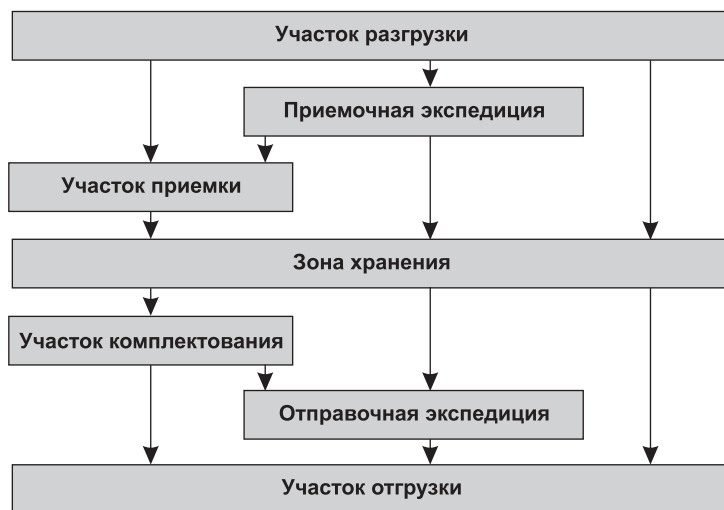
*Выходящий материальный поток* – материальный поток, поступающий со склада во внешнюю среду. При сохранении запаса на складе за определенный период на одном уровне выходящий поток равен входящему.

*Грузооборот склада* – общепринятое название входящего на склад или выходящего со склада материального потока за соответствующий период.

На складах предприятий оптовой торговли материальные потоки рассчитывают для отдельных участков или по отдельным операциям. При этом суммируют объемы работ по всем операциям на данном участке или в рамках данной операции.

*Суммарный внутренний поток* (грузовой поток) склада определяется сложением материальных потоков, проходящих через его отдельные участки и между участками.

Принципиальная схема материального потока на складе предприятия оптовой торговли показана на рис. 5.1.



**Рис. 5.1.** Принципиальная схема материального потока на складе предприятия оптовой торговли

Величина суммарного материального потока на складе зависит от того, по какому пути пойдет груз на складе, будут или не будут выполняться с ним те или иные операции.

Объем работ по отдельной операции, рассчитанный за определенный промежуток времени (месяц, квартал, год), представляет собой материальный поток по соответствующей операции.

*Логистическая операция* – это обособленная совокупность действий, направленная на преобразование материального и/или информационного потока (складирование, транспортировка, комплектация, погрузка, разгрузка, внутреннее перемещение: сбор, хранение и обработка данных и т. д.).

Основные логистические операции, выполняемые с грузом на отдельных участках склада.

- ✓ Участок разгрузки: механизированная разгрузка транспортных средств; ручная разгрузка транспортных средств.
- ✓ Приемочная экспедиция (размещается в отдельном помещении склада): приемка прибывшего в нерабочее время груза по количеству мест и его кратковременное хранение до передачи на основной склад.
- ✓ Участок приемки (размещается в основном помещении склада): приемка товаров по количеству и качеству; грузы на участок приемки могут поступать с участка разгрузки и из приемочной экспедиции.
- ✓ Участок хранения (главная часть основного помещения склада): укладка груза на хранение; отборка груза из мест хранения.
- ✓ Участок комплектования (размещается в основном помещении склада): формирование грузовых единиц, содержащих ассортимент товаров, подобранный в соответствии с заказом покупателей.
- ✓ Отправочная экспедиция: кратковременное хранение подготовленных к отправке грузовых единиц, организация их доставки покупателю.
- ✓ Участок погрузки: погрузка транспортных средств (ручная и механизированная).

## **Расчет величины суммарного материального потока на складе**

Величина суммарного материального потока на складе определяется как сумма величин материальных потоков, сгруппированных по признаку выполняемой логистической операции.

При расчете величины суммарного материального потока используется понятие «группа материального потока», содержание которого варьируется в зависимости от конкретных участков склада или выполняемых операций.

### **Группа материальных потоков — внутрискладское перемещение**

Перемещение грузов осуществляется с участка на участок, суммарный материальный поток по данной группе равен сумме выходных грузовых потоков всех участков, без последнего:

$$P_{п.г.} = T + T \times A1 / 100 + T \times A2 / 100 + T + T \times A3 / 100 + T \times A4 / 100,$$

где  $T$  — грузооборот склада, т/год;

коэффициенты  $A1$ – $A7$ , используемые здесь и далее, указывают соответствующую долю материального потока, проходящего через участок.

Описания и значения параметров, использованные в качестве примера расчета, приведены на рис. 5.2.

	А	В	С
1	<b>Складская грузопереработка</b>		
2			
3	<b>Обозначение фактора</b>	<b>Наименование</b>	<b>Значение</b>
4	A1	Доля товаров, поставляемых на склад в нерабочее время и проходящих через приемную экспедицию	15
5	A2	Доля товаров, проходящих через участок приемки	20
6	A3	Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	70
7	A4	Уровень централизованной доставки (доля товаров, попадающих на участок погрузки из отправочной экспедиции)	40
8	A5	Доля доставленных на склад товаров, требующих ручной выгрузки с укладкой на поддоны	60
9	A6	Доля товаров, загруженных в транспортное средство при отпуске со склада вручную	30
10	A7	Кратность обработки товаров на участке хранения, раз	2
11	T	Грузооборот склада, т/год	5000

Рис. 5.2. Параметры переработки грузов

### Группа материальных потоков — участки разгрузки и погрузки

Операции разгрузки и погрузки могут выполняться вручную или с применением машин и механизмов.

Ручная разгрузка необходима, если товар при погрузке поставщиком в транспортное средство не был уложен на поддоны. В этом случае, чтобы изъять товар из транспортного средства и переместить на один из последующих участков склада, необходимо предварительно вручную уложить его на поддоны.

Грузопоток при ручной разгрузке груза:

$$P_{р.р.} = T \times A5 / 100 \text{ (т/год).}$$

Остальная часть разгрузки является механизированной. Грузопоток при механизированной разгрузке груза:

$$P_{м.р.} = T \times (1 - A5 / 100) \text{ (т/год).}$$



Аналогично вычисляется грузопоток при ручной погрузке груза:

$$P_{р.п.} = T \times A6 / 100 \text{ (т/год).}$$

Грузопоток при механизированной погрузке груза:

$$P_{м.п.} = T \times (1 - A6 / 100) \text{ (т/год).}$$

### Группа материальных потоков — приемка грузов

Грузопоток товаров, проходящих через участок приемки грузов, может быть вычислен по формуле:

$$P_{пр} = T \times A2 / 100 \text{ (т/год).}$$

### Группа материальных потоков — операции в экспедициях

Если груз прибыл в нерабочее время, он разгружается в экспедиционное помещение и только в ближайший рабочий день подается на участок приемки или в зону хранения. По этой причине в приемочной экспедиции появляется операция, увеличивающая совокупный материальный поток на величину

$$P_{п.э.} = T \times A1 / 100 \text{ (т/год).}$$

Если на предприятии оптовой торговли имеется отправочная экспедиция, в ней также появляется операция, увеличивающая совокупный материальный поток на величину

$$P_{о.э.} = T \times A4 / 100 \text{ (т/год).}$$

Общая сумма операций в экспедициях увеличивает совокупный материальный поток на величину

$$P_{эк} = P_{п.э.} + P_{о.э.} = T \times (A1 + A4) / 100 \text{ (т/год).}$$

### Группа материальных потоков — операции в зоне хранения

Поступивший на склад товар сосредотачивается в местах хранения, где выполняются операции укладки груза на хранение и выемки груза из мест хранения.

Объем работ за определенный период по каждой из этих операций равен грузообороту склада за этот же период (при условии сохранения запаса на одном уровне). Таким образом, минимальный материальный поток в зоне хранения равен удвоенному грузообороту склада. Другими словами, в результате всех операций в зоне хранения возникает группа материальных потоков, величина которых равна

$$P_{хр.} = T \times A7 \text{ (т/год).}$$

### Группа материальных потоков — комплектование грузов

Некоторые виды грузов перед отправкой заказчику должны пройти операцию комплектации. Грузопоток товаров, проходящих через участок комплектации, может быть вычислен по формуле:

$$P_{км} = T \times A3 / 100 \text{ (т/год).}$$

### Суммарный материальный поток

Величина суммарного материального потока на складе определяется по формуле:

$$P = P_{п.г.} + P_{р.р.} + P_{м.р.} + P_{р.п.} + P_{м.п.} + P_{пр} + P_{км} + P_{эк} + P_{хр.}$$

На рис. 5.2 приведены значения параметров расчетов переработки грузов на складе. В книге Excel данного примера они расположены на отдельном листе Общие данные.

Пример результатов расчета величины суммарного материального потока на складе показан на рис. 5.3. Формулы имеют более сложный вид (в адресах ячеек указываются наименования соответствующих листов), так как вычисления и исходные данные в этом примере расположены на различных листах книги Excel. Например, в ячейке F4 находится формула:

$$='Общие\ данные'!C11 + 'Общие\ данные'!C11 * 'Общие\ данные'!C4/100 + 'Общие\ данные'!C11 * 'Общие\ данные'!C5/100 + 'Общие\ данные'!C11 + 'Общие\ данные'!C11 * 'Общие\ данные'!C6/100 + 'Общие\ данные'!C11 * 'Общие\ данные'!C7/100.$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
	<b>Суммарный материальный поток и стоимости грузопереработки на складе</b>							
1	на складе							
2								
3						<b>Величина материального потока, т/год</b>	<b>Удельная стоимость работ, руб./т</b>	<b>Стоимость работ, руб./год</b>
4	Внутрискладское перемещение грузов					17250	15	258750
5	Ручная разгрузка грузов					3000	100	300000
6	Механизированная разгрузка грузов					2000	20	40000
7	Ручная погрузка грузов					1500	100	150000
8	Механизированная погрузка грузов					3500	20	70000
9	Приемка грузов					1000	120	120000
10	Комплектование грузов					3500	120	420000
11	Грузы в экспедициях					2750	50	137500
12	Хранение грузов					10000	20	200000
13	<b>Суммарный внутренний материальный поток</b>					<b>44500</b>		<b>1696250</b>

Рис. 5.3. Расчет суммарного материального потока и стоимости переработки грузов на складе

## Расчет стоимости переработки грузов на складе

Стоимость переработки грузов на складе определяется как произведение объема работ по той или иной операции на удельную стоимость выполнения этой операции. Объем работ по каждой отдельной операции был определен ранее. Удельные стоимости выполнения операций являются исходными данными для этих расчетов, их пример и результат расчетов стоимости переработки грузов на складе показан на рис. 5.3. Ячейка H4 содержит формулу  $=F4 * G4$ , в другие ячейки этого столбца вводятся аналогичные формулы. Общая стоимость переработки грузов на складе определяется как сумма затрат на выполнение отдельных операций, поэтому в ячейке H13 находится формула  $=СУММ(H4 : H12)$ .

## Расчет точки безубыточности деятельности склада

*Точка безубыточности* – минимальный объем деятельности, то есть объем, ниже которого работа предприятия становится убыточной. Расчет точки безубыточности деятельности склада заключается в определении грузооборота, при котором прибыль предприятия равна нулю. Расчет минимального грузооборота позволяет определить минимальные размеры склада, минимальное количество техники, оборудования и персонала.

Доход предприятия оптовой торговли  $D$  (руб./год) зависит от торговой надбавки  $N$  и может быть вычислен по формуле:

$$D = T \times R \times N / 100,$$

где  $T$  – входной (выходной) поток, т/год;

$R$  – цена закупки, руб./т.

Прибыль склада  $\Pi$  (руб./год) вычисляется как разность дохода  $D$  и общих издержек  $С_{общ}$ :

$$\Pi = D - С_{общ}.$$

Общие издержки складываются из условно переменных и условно постоянных издержек:

$$С_{общ} = С_{пер} + С_{пост}.$$

Постоянные издержки не зависят от грузооборота склада. К таким видам расходов относятся аренда складского помещения ( $С_{ар}$ ), амортизация техники ( $С_{ам}$ ), оплата электроэнергии ( $С_{эл}$ ), заработная плата персонала ( $С_{зпл}$ ):

$$С_{пост} = С_{ар} + С_{ам} + С_{эл} + С_{зпл}.$$

Переменные издержки, то есть зависящие от грузооборота, складываются из процентов за кредит ( $С_{кр}$ ) и стоимости переработки грузов ( $С_{гр}$ ).

Хранящийся на складе запас, в общем случае пропорциональный грузообороту, требует его оплаты по цене закупки. В данном случае предполагается, что для оплаты товара в банке берется кредит. Сумма выплаты процентов за кредит определяется по формуле:

$$С_{кр} = k \times T \times R,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от величины запаса и банковского процента.

По определению в точке безубыточности прибыль равна нулю. Подставив в формулу для расчета прибыли значение стоимости переработки грузов в точке безубыточности и приравняв правую часть к нулю, можно получить формулу для расчета точки безубыточности:

$$T_{бу} = 100 \times С_{пост} / (R \times N - 100 \times k \times R - 100 \times С_{гр} \text{ уд}),$$

где  $С_{гр} \text{ уд}$  – удельная стоимость переработки грузов, рассчитываемая по формуле:

$$С_{гр} \text{ уд} = С_{гр} / T,$$

где  $С_{гр}$  – стоимость переработки грузов (принимается по результатам предыдущих расчетов),

$T$  – грузооборот склада.

Пример расчета точки безубыточности склада показан на рис. 5.4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Точка безубыточности склада</b>								
2									
3	Наименование								Значение
4	Средняя цена закупки товаров, руб./т								60000
5	Коэффициент для расчета оплаты процентов за кредит								0,045
6	Складская надбавка при оптовой продаже товаров за хранение и переработку								7,5
7	Условно-постоянные затраты, руб./год								200000
8	Удельная стоимость грузо-переработки, руб./т								339,25
9	<b>Точка безубыточности склада, т/год</b>								<b>136,9159678</b>

Рис. 5.4. Расчет точки безубыточности склада

## Размещение товаров на складе

Задача определения оптимального варианта размещения товаров на складе не является новой для системы материально-технического снабжения и торговли. Суть ее заключается в определении оптимальных мест хранения для каждой товарной группы. Разработаны различные методы, предлагающие решать эту задачу с помощью компьютеров. Математически корректная постановка задачи и соответствующие методы решения являются достаточно сложными для обычных пользователей персональных компьютеров, поэтому их применение имеет смысл лишь при определенных условиях.

В большинстве случаев хороший результат может дать применение так называемого правила Парето (80/20). На складе применение правила Парето позволяет минимизировать количество передвижений посредством разделения всего ассортимента на группы товаров, требующих большого количества перемещений, и группы товаров, к которым обращаются достаточно редко.

Как правило, часто отпускаемые товары составляют лишь небольшую часть ассортимента, и их целесообразно располагать вдоль так называемых «горячих» линий или зон. Другие товары могут быть отодвинуты на «второй план» и размещаться вдоль «холодных» линий (зон).

Кроме этого, вдоль «горячих» линий целесообразно располагать крупногабаритные товары и товары, хранящиеся без тары, так как их перемещение может быть связано со значительными трудностями.

## Выбор складов

Задачи выбора складов – определение оптимального количества складов в системе распределения и определение оптимального месторасположения складов (распределительных центров) на обслуживаемой территории.

---

Задача о выборе местоположения складов носит специальное название «задача о размещении складов». В более общей постановке она обычно решается методами нелинейного программирования, но при некоторых условиях она может быть сведена к обычной транспортной задаче линейного программирования. Задача заключается в минимизации общей суммы транспортных и складских расходов при следующих ограничениях: с каждого завода должна быть отгружена вся продукция, емкость любого склада не должна быть превышена, потребности всех покупателей должны быть удовлетворены. Подобные задачи рассматривались ранее в гл. 4.



**Часть**

**3**

**Производственно-  
технологические расчеты**

Существует мнение, что программы Microsoft Office предназначены исключительно для офисной работы и малопригодны для сложных расчетов. Приводимые в этой части примеры расчетов могут поколебать такое суждение. Во многих случаях сложность расчетов определяется сложностью физического процесса и соответствующей математической модели, а не применяемыми вычислительными методами. Если удастся применить стандартные методики вычислений, можно успешно решать сложные задачи.



## Глава 6

---

# Производственные расчеты

В данной главе приводятся разнообразные примеры существующих программ. Некоторые из них используют простейшие вычисления по стандартным методикам, в то время как другие демонстрируют эффективность применения более сложных математических и программных методов. Очень хороший результат в данном случае дает использование графических возможностей Excel.

В дополнение к этому показаны способы решения средствами Excel некоторых оптимизационных задач производственного характера.

## Строительные расчеты

На сайте «Современные строительные системы и технологии» (<http://www.ssst.ru>) находится подборка небольших, но очень удобных программ — калькуляторов для расчета в Excel различных конструкций. Эти программы имеют достаточно узкую специализацию в области строительных расчетов, но являются хорошими примерами выполнения инженерных расчетов средствами Excel.

Набор программ охватывает следующие виды расчетов:

- ✓ различные типы фундаментов, анкеров, ростверков;
- ✓ каменные конструкции;
- ✓ стены подвала;
- ✓ стропила, арки, стойки, балки;
- ✓ теплотехнический расчет;
- ✓ сбор нагрузок;
- ✓ звукоизоляция.

Все программы являются бесплатными и могут быть свободно загружены со страниц сайта, однако они не снабжаются инструкциями по работе или описаниями

применяемых методик расчетов. Листы книг Excel имеют установленную защиту, но она предназначена только для предохранения формул от случайного изменения. Защита легко может быть снята при необходимости внесения каких-либо изменений в ячейки или формулы (вкладка Рецензирование ▶ Снять защиту листа), так как пароль не был установлен разработчиками программ.

Характерной особенностью всех программ, предлагаемых на этом сайте, является их наглядность и красочность. Схематические изображения расчетной модели объекта помогают не только задать исходные данные, но оценить результат расчетов.

Для подготовки исходных данных и дальнейшей работы с программами (оценка результатов расчетов, выбор вариантов и т. д.) требуются знания в области строительства.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Несмотря на то что программы имеют многочисленные положительные качества, существуют и небольшие недостатки. Например, при некоторых комбинациях исходных данных вместо числовых значений ячейки результатов вычислений могут содержать символы «###», «#Н/Д» или другие аналогичные сообщения Excel, свидетельствующие о вычислительных проблемах. Более подробный анализ методики вычислений показывает, что в данных случаях, исходя из физической модели задачи, в этих ячейках не должны были бы появляться числовые значения. Поэтому опытному пользователю можно не обращать внимания на подобные сообщения, однако у неопытного пользователя это обстоятельство может вызвать неуверенность в достоверности результатов расчетов. Встречаются в тексте и опечатки, некоторые из них видны на представленных снимках с экрана ПК.

## Расчет фундаментов

Программа расчета *фундаментов* (книга Excel fund.xls) содержит несколько листов, на каждом из которых выполняются расчеты определенного вида:

- ✓ ленточные фундаменты по деформациям;
- ✓ столбчатые фундаменты по деформациям;
- ✓ прочность слабого слоя;
- ✓ допустимая разность отметок заложения;
- ✓ анкерные фундаментные болты;
- ✓ определение усилий в ростверке;
- ✓ плоский сдвиг.

Дополнительный лист Таблица содержит вспомогательные данные, необходимые для выполнения расчетов.

На рис. 6.1 показано содержимое листа Лента (расчет ленточных фундаментов). Основные исходные данные задаются в выделенных цветом ячейках на изображении расчетной схемы. Дополнительные данные сведены в несколько таблиц.

Выполнение расчета происходит автоматически при вводе исходных данных, так как для этого используются обычные функции Excel. Результаты расчета сведены в небольшую таблицу Результаты расчета. Кроме того, в ячейках B19 и B20 в зависимости от вычисленных числовых значений формируется итоговое заключение о допустимости данного варианта конструкции.



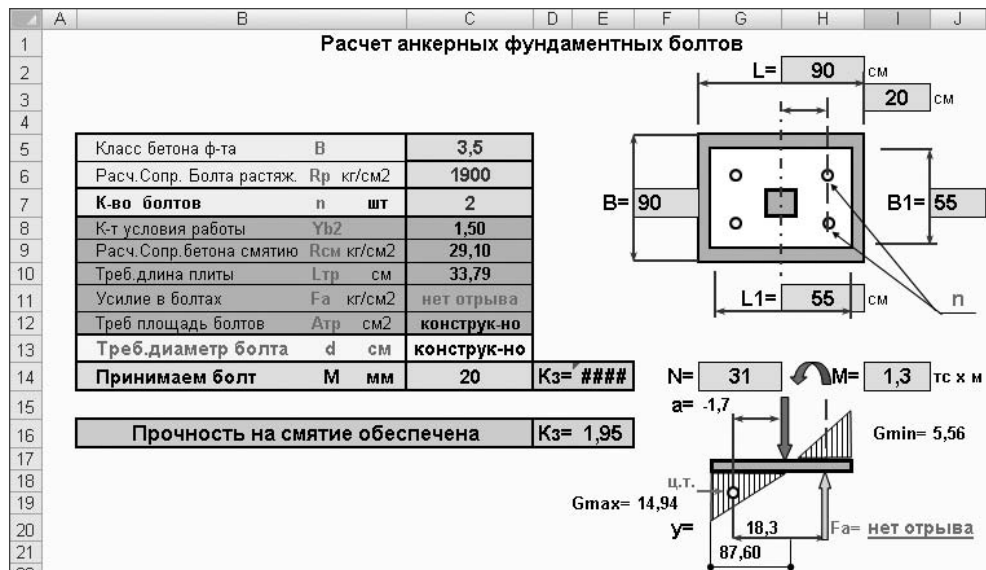


Рис. 6.2. Расчет фундаментных болтов

**ВНИМАНИЕ**

Лист Слой (расчет прочности слабого слоя) содержит ошибку, показанную на рис. 6.3. Эти ячейки должны содержать ссылки на какие-то другие ячейки. К сожалению, пользователю Excel трудно самостоятельно исправить подобную ошибку. Однако наличие ошибки в данном варианте расчетов не мешает использовать остальные.



Рис. 6.3. Ошибка в содержимом ячеек

**Расчет звукоизоляции**

Книга Excel Звукоизол..xls содержит программу расчета *индекса звукоизоляции*. Данный вариант расчета (рис. 6.4) не требует большого количества исходных данных,

часть из них вводится в ячейки С8 :С10, остальные — на расположенной рядом схеме в ячейки, выделенные цветом. Ячейки В4 :С6 являются «подсказкой» для ввода данных в ячейку С8.

Результаты расчетов находятся в ячейках С12 :С13, I5 и С15.

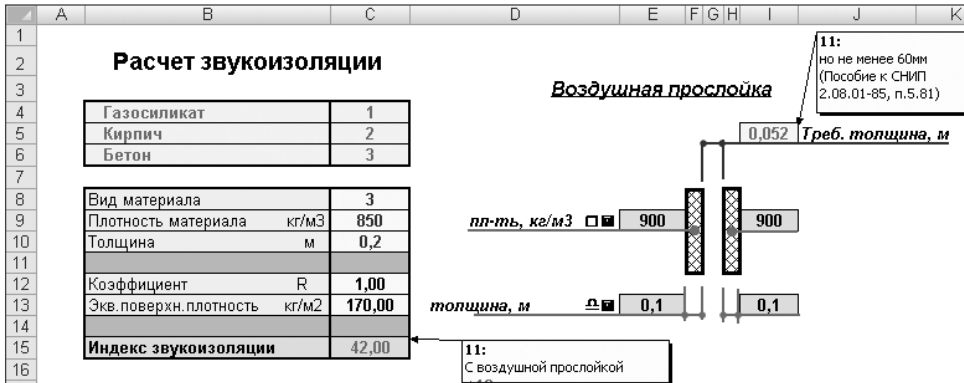


Рис. 6.4. Расчет звукоизоляции

В табл. 6.2 приводятся основные характеристики программы расчетов звукоизоляции.

Таблица 6.2. Основные характеристики программы «Расчет звукоизоляции»

<b>Название</b>	Расчет звукоизоляции
<b>Автор</b>	Современные строительные системы и технологии
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
<b>Файл</b>	zvuk.rar
<b>Размер файла</b>	4 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	18.09.04
<b>Условия использования</b>	бесплатная

## Расчеты каменных конструкций

В книге Excel Кам.констр.xls на отдельных листах содержатся программы расчетов различных *каменных конструкций*:

- ✓ несущая способность кладки;
- ✓ стены подвала;
- ✓ висячие стены;
- ✓ смятие заделки;
- ✓ распределительные устройства (опорные плиты).

Дополнительный лист содержит расчет геометрических характеристик двутаврового профиля:

- ✓ площадь сечения;
- ✓ координаты центра;

- ✓ момент инерции;
- ✓ момент сопротивления;
- ✓ радиус инерции и др.

На рис. 6.5 представлен пример выполнения расчета несущей способности кладки (лист Простенок).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	<b>Расчет несущей способности кладки</b>													
2	<b>Вид кладки</b>													
3	Кладка из кирпича		1											
4	Кладка из бет. блоков		2											
5	Кладка из газосил. блоков		3											
6														
7	Случайный эксцент.		0											
8	Вид кладки		1											
9	Марка (класс) кирп. (блоков)		150											
10	Марка раствора		100											
11	Упруг. хар-ка кладки, $a$		750											
12	К-т условия работы $\gamma_{с}$		1											
13	Кoeffициент $m\gamma$		1											
14	Кoeffициент $w < 1,45$		1,00											
15	Расч. сопр. кл-ки $R$ кг/см <sup>2</sup>		17,6											
16	<b>Нес. способн. эл-та</b>		<b>30,70</b>											
17	0													
18														
19	<b>Нес. способность без арм. не обеспечена</b>												<b><math>K_3 = 0,53</math></b>	
20	0													
21	<b>Нес. способность с арм. обеспечена</b>												<b><math>K_3 = 1,01</math></b>	
22														
23														
24														
25														

С учетом армирования			
R арм. кладки, $R_{skb}$ (треб.)	33,25	<=	35,2
Треб. проц. армир. $\mu_{тр. \Delta}$	0,57	<=	0,64
Принимаем $\mu_{факт. \Delta}$	0,5	>=	0,10%
Класс арм-ры (А-1 - 1; Вр-1 - 2)	1		A-1
Сопр. ар-ры норм/расч. $kg/cm^2$	1800		1380
Упр. хар-ка арм. кладки, $e_{osk}$	496		
К-т прод. изгиба эл-та $\phi$	0,86		
К-т прод. из-ба сж. ч-ти $\phi_1$	1		
Привед. коэфф. изгиба $\phi_1$	0,86		
R арм. кладки, $R_{skb}$ (факт.)	35,20	<=	35,2
<b>Нес. сп-ть</b>	<b>Норм. кг</b>		<b>58,67</b>

Рис. 6.5. Расчет несущей способности каменной кладки

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Расчет висячих стен</b>												
2													
3													
4	<b>Кладка</b>		<b>Значение</b>										
5	Упругая хар-ка $E$		1000										
6	Расч. сопрот. сжатию $R$ кг/см <sup>2</sup>		16										
7	Модуль деформации $E$ кг/см <sup>2</sup>		16000										
8	<b>Балка</b>												
9	Класс бетона $B$		10										
10	Класс арматуры $A$		A3										
11	Модуль упр-ти бетона $E_b$ кг/см <sup>2</sup>		163000										
12	Модуль упр-ти арм-ры $E_s$ кг/см <sup>2</sup>		2000000										
13	<b>Приведенные характеристики</b>												
14	Площадь $A_{red}$ см <sup>2</sup>		1573,62										
15	Статич. момент $S_{red}$ см <sup>3</sup>		39340,49										
16	Расст. до центра тяж-ти $Y_{red}$ см		24,999994										
17	Момент инерции $J_{red}$ см <sup>4</sup>		341947,85										
18	Эквивал. высота балки $H_0$ см		98,22										
19	Напряжен. над опорой кг/см <sup>2</sup>		7,38										
20	<b>Допустимое напряжение</b> кг/см <sup>2</sup>		<b>8</b>		<b>&lt;=</b>		<b>7,38</b>						

$L_c =$	108,40
$S_1 =$	88,40
$A =$	20
$N(t) =$	10
$b =$	25
$H =$	50
$a =$	5
$a'' =$	3
$A_{s''} =$	3
$A_s =$	3
$B =$	30

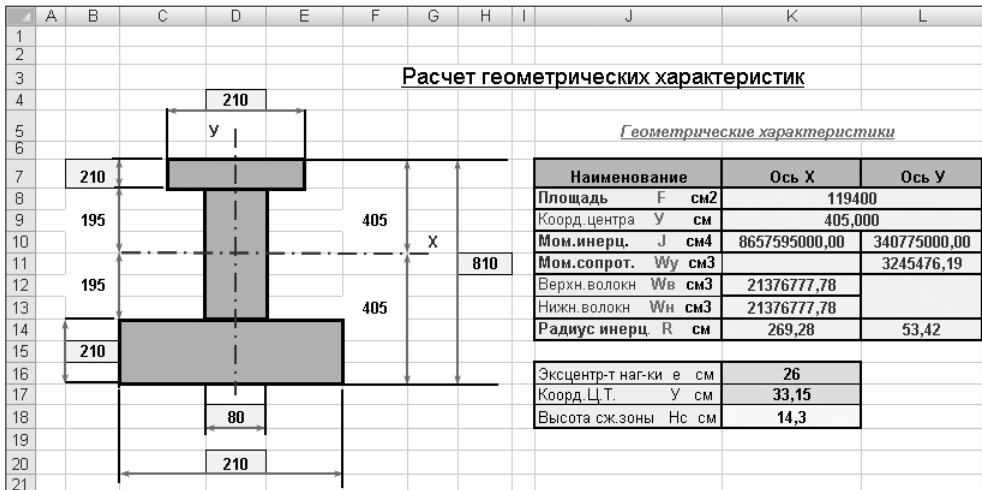
Размеры в см.

Рис. 6.6. Расчет висячих стен

Исходные данные, как и при выполнении других расчетов, задаются в ячейках на схематическом изображении конструкции и в таблицах. Ячейки В3 : С5 содержат «подсказку» для ввода данных в ячейку С8. Результаты расчетов представлены в таблицах. Кроме того, по результатам расчетов формируются итоговые заключения (ячейки В19 и В21). Для этого, например, в ячейке В19 находится формула =ЕСЛИ(С16>=I12;"Нес. способность без арм. обеспечена"; "Нес. способность без арм. не обеспечена").

На рис. 6.6 представлен вариант расчета висячих стен (лист Рандбалки).

Расчет геометрических характеристик двутаврового сечения производится на листе Сечение (рис. 6.7).



**Рис. 6.7.** Расчет геометрических характеристик двутаврового сечения

В табл. 6.3 приводятся основные характеристики программы расчетов каменных конструкций.

**Таблица 6.3.** Основные характеристики программы «Расчет каменных конструкций»

<b>Название</b>	Расчет каменных конструкций
<b>Автор</b>	Современные строительные системы и технологии
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
<b>Файл</b>	kk.rar
<b>Размер файла</b>	25 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	27.11.01
<b>Условия использования</b>	бесплатная

## Расчет подвала

Книга Excel Подвал.xls содержит программу расчетов *основания и стен подвала*. Расчетная схема и основные исходные данные (параметры грунта, материала стен и основания) расположены на отдельных листах Excel.

Как и в предыдущих вариантах программ, часть исходных данных задается на схематическом изображении конструкции (лист Схема, см. рис. 6.8), другая часть — в ячейках таблиц. На листе Грунт исходные данные содержатся только в ячейках С4 : С13 (рис. 6.9), остальные ячейки таблиц содержат вычисляемые значения. Для повышения наглядности формул вычислений в программе вместо адресов ячеек используются присвоенные им именованные.

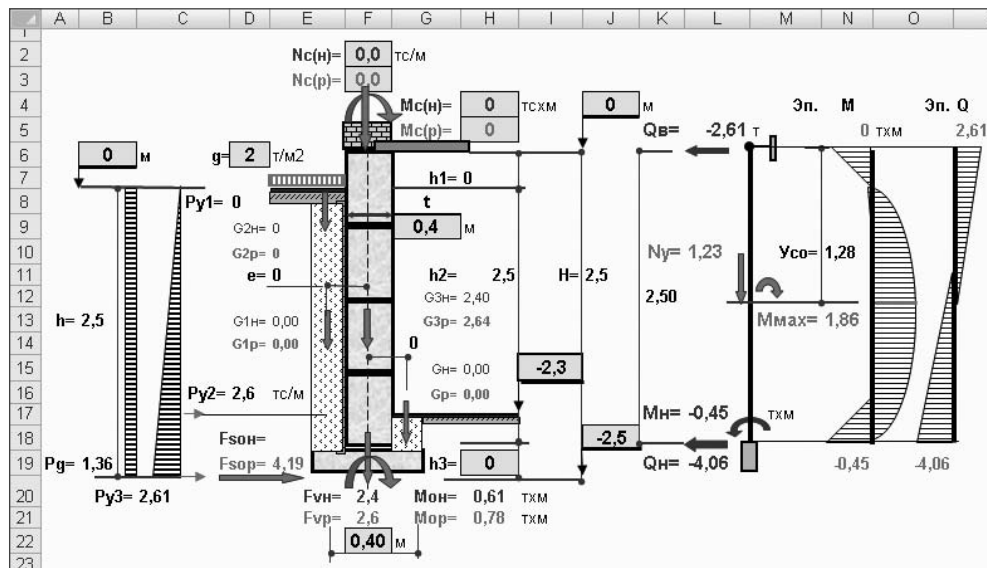


Рис. 6.8. Расчетная схема подвала

Результаты расчетов приводятся на листах Лента (расчетное сопротивление грунта основания), Сдвиг (расчет несущей способности основания и сдвига по подошве, см. рис. 6.10) и Стена (расчет стены подвала). На этих листах также задаются некоторые исходные данные, в основном в виде различных расчетных коэффициентов.

Результаты расчетов представлены в виде числовых значений, на основании сравнения которых формируются текстовые итоговые заключения.

В табл. 6.4 приводятся основные характеристики программы.

Таблица 6.4. Основные характеристики программы «Расчет подвала»

Название	Расчет подвала
Автор	Современные строительные системы и технологии
E-mail	—
Веб-страница	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
Файл	podval.rar
Размер файла	32 КБ
Реализация	Excel-система
Дата рабочего файла	18.09.04
Условия использования	бесплатная



## Исходные данные

Кол-во пролетов подвала		1
Класс фундам.блоков	В	7,5

Вид грунта		1
------------	--	---

Нормативные харк-ки грунта основания			
Уд.вес грунта	$\gamma$ /м <sup>3</sup>	$\gamma_n$	1,6
Угол вн.трения		$\Phi_n$	20
К-т сцепл.	$c$ /м <sup>2</sup>	$c_n$	0
Модуль деформации	$E_{осн}$ /м <sup>2</sup>	$E_{осн}$	1800

Модуль деформ. бетона	$E_b$ , т/м <sup>2</sup>	148000	?
Определение усилий			
Расстояние до сеч.с МАХ моментом, м	$U_{со}$	1,28	1,24
МАХ момент в сечении, тхм	$M_{со}$	1,86	
Поперечн.сила в сечении, т	$Q_{со}$		
Продольное усилие в сечении, т	$N_{со}$	1,23	
Поперечн.сила в нижнем сечен. т	$Q_n$	-4,06	
Момент в нижнем сечении тхм	$M_n$	-0,45	

Характеристики грунтов			
Основания		Засыпки	
$\gamma_i$	1,68	$\gamma_{iz}$	1,60
$\gamma_{ii}$	1,60	$\gamma_{iiz}$	1,52
$\Phi_i$	18	$\Phi_{iz}$	16
$\Phi_{ii}$	20	$\Phi_{iiz}$	18
$c_i$	0,00	$c_{iz}$	0,00
$c_{ii}$	0,00	$c_{iiz}$	0,00

Дополнительные параметры				
$J_h$	м	0,0053	м	1,00
$K_1$		0,32	$m_1$	1,00
$K(w=6)$		6,58	$n$	0,00
$K(w=3)$		3,29	$n_1$	1,00

Интенсивность давления грунта				
Наименование	1 предельное		2 предельное	
Угол наклона плоскости скольжен.	$O_o$	37,00	$O_{on}$	36
К-т горизонтального давления грунта	$L_p$	0,568	$L_n$	0,53
От собственного веса засыпки	$P_{y1}$	0,00	$P_{yin}$	0,00
То же	$P_{y2}$	2,61	$P_{yiin}$	2,01
То же	$P_{y3}$	2,61	$P_{yn}$	2,01
Загружение временной нагрузкой	$P_g$	1,36	$P_{gn}$	1,06

Характеристики бетонных блоков							
Класс бетона блоков	В	3,5	5	7,5	10	12,5	15
Модуль деформации	$E_b$	867000	117000	148000	163000	194000	209000
		2,587					
				K(w=3)		K(w=6)	
Опорная реакция в уровне перекрытия при симметричном нагружении грунтом	$R_{1p}$	Расч.	норм.	Расч.			
		0,986	0,759	1,030	0,793		
Опорная реакция в уровне перекрытия при одностороннем нагружении врем.	$R_{2p}$						
		1,490	1,161	1,577			
Суммарная реакция в уровне перекрытия	$R_p=Q_b$						
		2,476	1,920	2,607	0,793		
			2,007				
Модуль грунта засыпки	$E_z$	630					
Козффициент	$K_o$	4					

Рис. 6.9. Исходные данные к расчету подвала

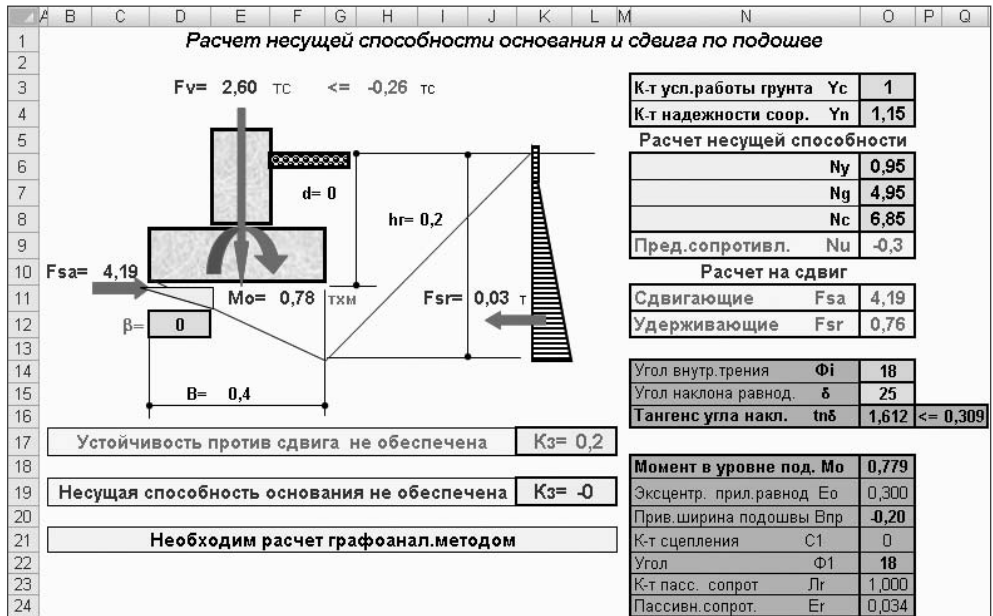


Рис. 6.10. Пример расчетов основания подвала

## Расчет эквивалентной нагрузки на плиты

В книге Excel Эквивал..xls находится программа расчетов на *плиты и фундамент* многоэтажного здания. Часть исходных данных задается на листе Сбор нагр (рис. 6.11), другая часть — на листах расчетов Эквивалент и Фундамент.

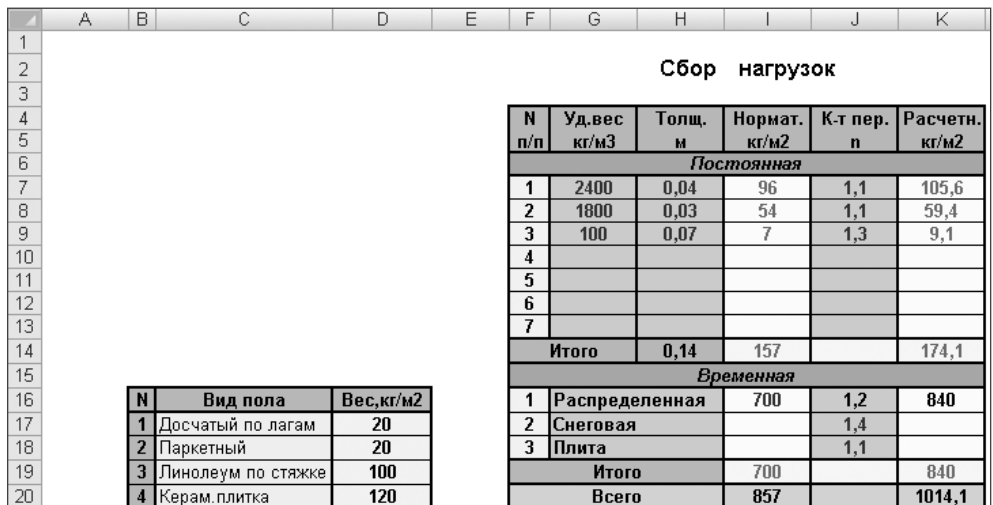


Рис. 6.11. Сбор нагрузок

При расчетах нагрузок на плиты рассматривается несколько вариантов расчетных схем, показанных на рис. 6.12 (лист Эквивалент).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																																																																				
3	<b>Расчет эквивалентной нагрузки на плиты</b>																																																																															
4	<i>Нагрузка от перегородок</i>			<i>Схема загрузки</i>				<i>Нагрузка ерем. и постоянная</i>																																																																								
5				0																																																																												
6	<table border="1"> <tr> <td>Объемн.вес перегород.</td> <td>Кг/м3</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Толщина</td> <td>м</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Высота</td> <td>м</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Штукат.толщ</td> <td>м</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>Ширина плиты,</td> <td>В, м</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Расч.наг-ка,</td> <td>кг/м</td> <td>451,20</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Поперек плиты</b></td> </tr> <tr> <td>Момент от нагр.</td> <td>M1 Кгхм</td> <td>902,40</td> </tr> <tr> <td>Эквив.распр.н-ка,</td> <td>G1 кг/м2</td> <td>89,13</td> </tr> <tr> <td>Момент от нагр.</td> <td>M2 Кгхм</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Эквив.распр.н-ка,</td> <td>G2 кг/м2</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Вдоль плиты</b></td> </tr> <tr> <td>Момент от нагр.</td> <td>схема N1</td> <td>1192,30</td> </tr> <tr> <td>Момент от нагр.</td> <td>схема N2</td> <td>874,20</td> </tr> <tr> <td>Эквив.распр.н-ка,</td> <td>N1 кг/м2</td> <td>283,54</td> </tr> <tr> <td>Эквив.распр.н-ка,</td> <td>N2 кг/м2</td> <td>194,27</td> </tr> </table>			Объемн.вес перегород.	Кг/м3	800	Толщина	м	0,1	Высота	м	3	Штукат.толщ	м	0,03	Ширина плиты,	В, м	1,2	Расч.наг-ка,	кг/м	451,20	<b>Поперек плиты</b>			Момент от нагр.	M1 Кгхм	902,40	Эквив.распр.н-ка,	G1 кг/м2	89,13	Момент от нагр.	M2 Кгхм	0,00	Эквив.распр.н-ка,	G2 кг/м2	0,00	<b>Вдоль плиты</b>			Момент от нагр.	схема N1	1192,30	Момент от нагр.	схема N2	874,20	Эквив.распр.н-ка,	N1 кг/м2	283,54	Эквив.распр.н-ка,	N2 кг/м2	194,27					<table border="1"> <tr> <th>Вид наг-ки</th> <th>Норм. кг/м2</th> <th>Козф n</th> <th>Расч. кг/м2</th> </tr> <tr> <td>Врем.</td> <td>200</td> <td>1,2</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Пол</td> <td>100</td> <td>1,2</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Утепл.</td> <td>0</td> <td>1,3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Всего</td> <td>300</td> <td>Итого</td> <td>360</td> </tr> </table>					Вид наг-ки	Норм. кг/м2	Козф n	Расч. кг/м2	Врем.	200	1,2	240	Пол	100	1,2	120	Утепл.	0	1,3	0	Всего	300	Итого	360
Объемн.вес перегород.	Кг/м3	800																																																																														
Толщина	м	0,1																																																																														
Высота	м	3																																																																														
Штукат.толщ	м	0,03																																																																														
Ширина плиты,	В, м	1,2																																																																														
Расч.наг-ка,	кг/м	451,20																																																																														
<b>Поперек плиты</b>																																																																																
Момент от нагр.	M1 Кгхм	902,40																																																																														
Эквив.распр.н-ка,	G1 кг/м2	89,13																																																																														
Момент от нагр.	M2 Кгхм	0,00																																																																														
Эквив.распр.н-ка,	G2 кг/м2	0,00																																																																														
<b>Вдоль плиты</b>																																																																																
Момент от нагр.	схема N1	1192,30																																																																														
Момент от нагр.	схема N2	874,20																																																																														
Эквив.распр.н-ка,	N1 кг/м2	283,54																																																																														
Эквив.распр.н-ка,	N2 кг/м2	194,27																																																																														
Вид наг-ки	Норм. кг/м2	Козф n	Расч. кг/м2																																																																													
Врем.	200	1,2	240																																																																													
Пол	100	1,2	120																																																																													
Утепл.	0	1,3	0																																																																													
Всего	300	Итого	360																																																																													
12				<i>Схема N1</i>				<i>Схема N2</i>																																																																								
13				59,07				478,14																																																																								
14				118,14				80,94																																																																								
15				59,07				400,47																																																																								
16				419,07				2,5																																																																								
17				3,3				2																																																																								
18				5,8				1,5																																																																								
19				2,5				6																																																																								
20				2,5				2,5																																																																								
21				2,5				2,5																																																																								

Рис. 6.12. Расчет нагрузки на плиты

Расчетная схема, приведенная на рис. 6.13 (лист Фундамент), предназначена для вычисления нагрузки на фундамент многоэтажного здания.

В табл. 6.5 приводятся основные характеристики программы расчетов.

Таблица 6.5. Основные характеристики программы «Расчет эквивалентной нагрузки на плиты»

<b>Название</b>	Расчет эквивалентной нагрузки на плиты
<b>Автор</b>	Современные строительные системы и технологии
<b>E-mail</b>	–
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
<b>Файл</b>	sbornagr.rar
<b>Размер файла</b>	14 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	04.05.01
<b>Условия использования</b>	бесплатная

## Расчет арок и стропил

На листах книги Excel Стропила.xls содержатся программы расчетов различных вариантов *стропил и арок*:

- ✓ два варианта расчета стропил при различных видах нагрузки;
- ✓ коньковая арка;
- ✓ стойка;
- ✓ деревянная балка;
- ✓ гибкость составных сечений (гвоздевое соединение);
- ✓ смятие и скалывание.

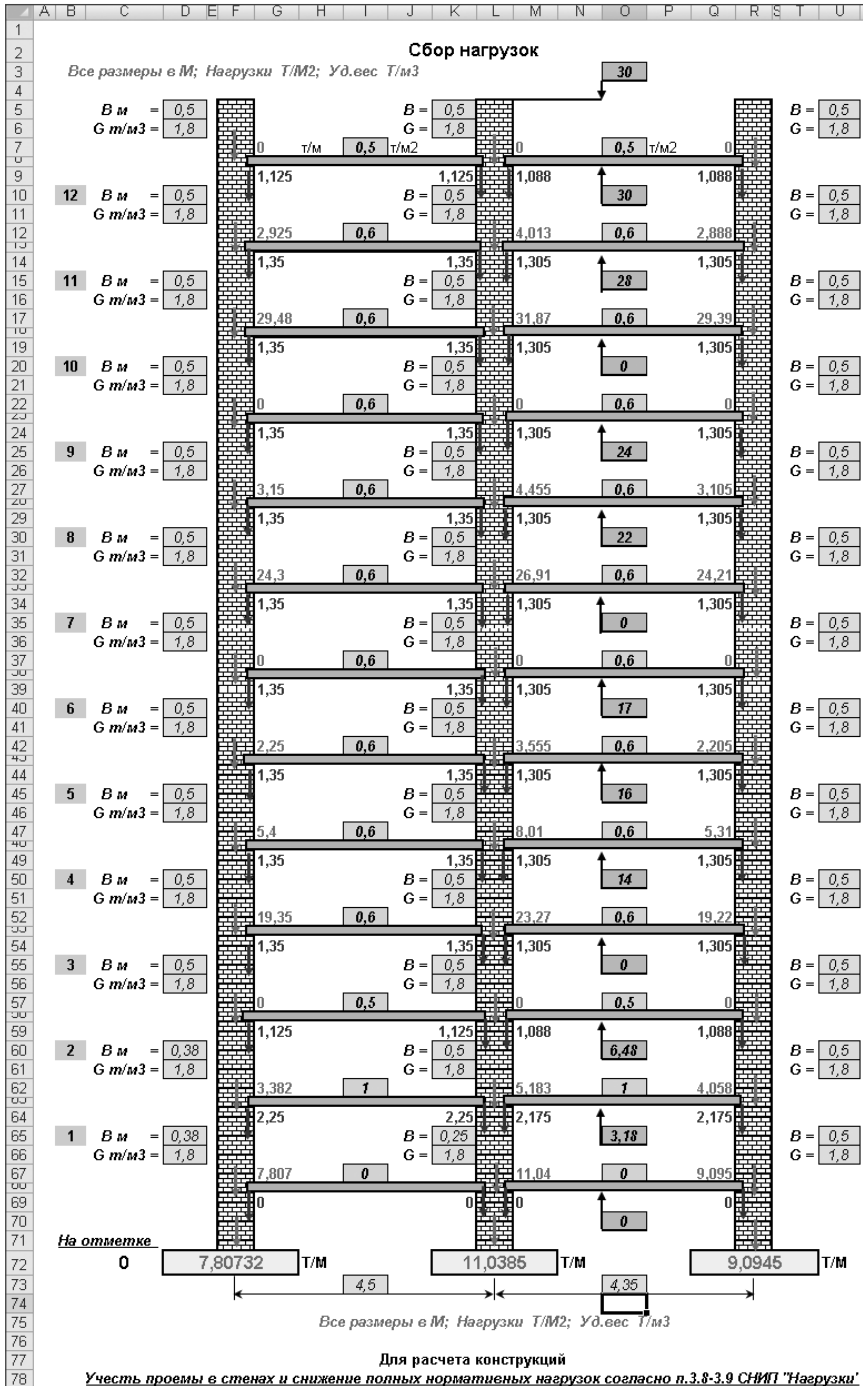


Рис. 6.13. Расчет нагрузок на фундамент многоэтажного здания

На рис. 6.14 показан пример расчета нагрузок на стропила. Ввод исходных данных и способ представления результатов расчетов аналогичны описанным ранее программам.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<b>Сбор нагрузок на стропила</b>									
2										
3	<b>Исходные данные</b>			<b>Сбор нагрузок</b>						
4	Угол наклона, град.	45,00	<b>Элементы</b>		<b>Норм. кг/м</b>	<b>Кт пер.</b>	<b>Расч. кг/м</b>			
5	Шаг стропил, м.	1,20	Кровля		84,85	1,1	93,34			
6	Нагр. кровли, кг/м2	50,00	Обрешетка		7,97	1,1	8,77			
7	Снег (район), кг/м2	100,00	Строп. нога (ориент.)		9,00	1,1	9,90			
8	Утепление (манс.) кг/м2	20,00	Утепление		24,00	1,1	26,40			
9			Снег		51,48	1,4	72,07			
10	<b>Обрешетка</b>		<b>bxh</b>	<b>Итого</b>		<b>177,30</b>	<b>210,48</b>			
11	Шаг обрешетки, s, м.	0,33	<b>кг/м2</b>		<b>147,75</b>	<b>175,40</b>				
12	Ширина, b, см.	12,5	<b>Элементы</b>		<b>Прогиб</b>		<b>Угол (град.)</b>			
13	Высота, h, см.	2,5	Балки междуэтажн.		1/250		9,000			
14	Сечение обреш. м2.	0,0031	Балки чердачные.		1/200		5,500			
15	Напряж. в сеч. кг/см2	212,72	Прогоны, стропила		1/200		45,52			
16	<b>Вид кровли</b>		<b>кг/м2</b>	Обрешетка, настил		1/150		5,4		
17	А/цем. листы	20	Плиты		1/250		3,500			
18	Листов. сталь	8	Фермы		1/300					
19	Черепица	50	Несущ. элем.		1/400					
20										
21										
22	<b>Напряж.в сеч.обреш. &gt; 156кг/см2. Увеличить сечение!</b>						<b>Кз= 0,73</b>			
23										
24										
25										
26	<b>Расчет обрешетки (2х пролетн.)</b>									
27	Нагрузка погонная кг/м	28,08								
28	Момент в пролете кгхм	32,64								
29	Момент Mx кгхм	23,08								
30	Момент My кгхм	23,08								
31	Wx см3	13,02								
32	Wy см3	65,10								
33	Напряжения кг/см2	212,72	≤ 156							

Рис. 6.14. Расчет нагрузок на стропила

Расчет коньковой арки приводится на рис. 6.15.

На рис. 6.16 показан пример расчета стойки.

В табл. 6.6 приводятся основные характеристики программы расчетов стропил, арок и стоек.

Таблица 6.6. Основные характеристики программы «Расчет стропил»

<b>Название</b>	Расчет стропил
<b>Автор</b>	Современные строительные системы и технологии
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
<b>Файл</b>	strop.rar
<b>Размер файла</b>	30 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	27.11.01
<b>Условия использования</b>	бесплатная

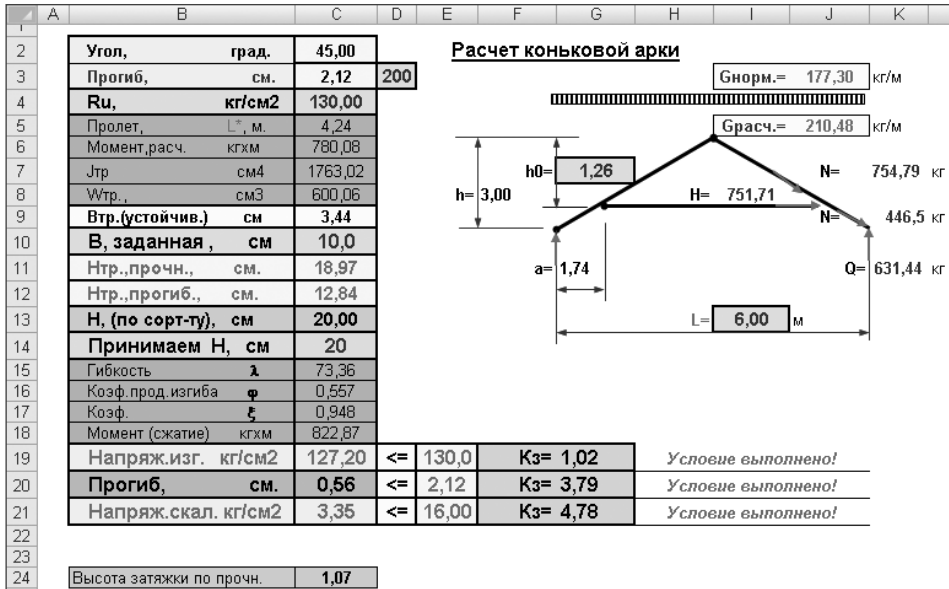


Рис. 6.15. Расчет коньковой арки

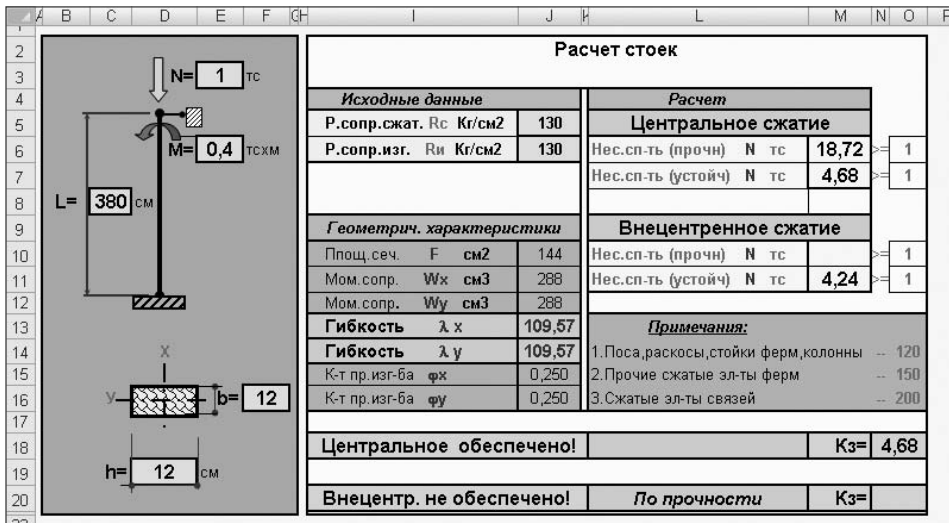


Рис. 6.16. Расчет стоек

## Геометрические расчеты

Программа Polygon Design (автор Горовой Г. М.), представленная на конкурс Microsoft Office Extensions, относится к очень редкому классу разработок. В ней

демонстрируются графические возможности Excel. Некоторые из них ранее считались невозможными, например перемещение прямой на листе вслед за перемещением мыши. В программе используются некоторые функции API (Applications Programming Interface — интерфейс программирования приложения), но они играют вспомогательную роль.


По описанию автора программа предназначена для построения и редактирования *полигонов* на листе Excel, вычисления их площадей и периметров. Программа может найти применение в строительном дизайне, где необходимо вычислять площадь и периметр произвольных фигур на плоскости (например при расчете натяжных потолков).

Редакцией журнала PC Magazine/RE отмечается несколько направлений дальнейшего усовершенствования программы и приводится ряд замечаний, однако и в исходном варианте она может представлять интерес для пользователей. Реализованный в программе алгоритм доступен для просмотра (исходные тексты открыты). Кроме того, автор, при условии ссылки на него как на владельца авторских прав на программу, предоставляет право:

- ✓ распространять и воспроизводить любое количество копий программы на любом числе компьютеров;
- ✓ декомпилировать и модифицировать программу;
- ✓ встраивать программу или ее части в собственные программные продукты пользователя;
- ✓ передавать программу третьим лицам, согласившимся с условиями лицензионного соглашения.

Это значительно повышает ценность решения: программа представляет собой реальную технологию, которую можно использовать в других разработках.

Для начала работы с программой достаточно распаковать архивный файл и скопировать файл *ss.xls* в нужную папку. После того как файл будет открыт в Excel, можно ознакомиться с описанием интерфейса программы на листе Справка (рис. 6.17) и приступить к работе.

В описании программы не указаны требования к системе. Попытка работать в Excel 2007 показала, что в целом программа работает нормально, хотя возникают небольшие проблемы с изображениями. На рис. 6.18 показано начало работы в Excel 2007. При нажатии кнопки Начать построение  программа переходит в режим вычерчивания контура полигона (рис. 6.19).

## ВНИМАНИЕ

Работа с кнопками смены масштаба изображения имеет одну особенность. Видимо, кнопки смены масштаба изображения служат не для изменения размеров рисунка во время работы с ним, а для подготовки к вычерчиванию. Если кнопка смены масштаба изображения нажимается во время работы с полигоном, его изображение теряется. По этой причине регулировать масштаб изображения следует только перед началом вычерчивания полигона. При этом неясно, является ли эта особенность дефектом программы или так и было задумано автором.

Проверка показывает, что в Excel 2003 работа программы протекает значительно правильнее. На рис. 6.20 показано начало работы и панель инструментов, добавленных программой. На рис. 6.21 представлен пример вычерчивания полигона.

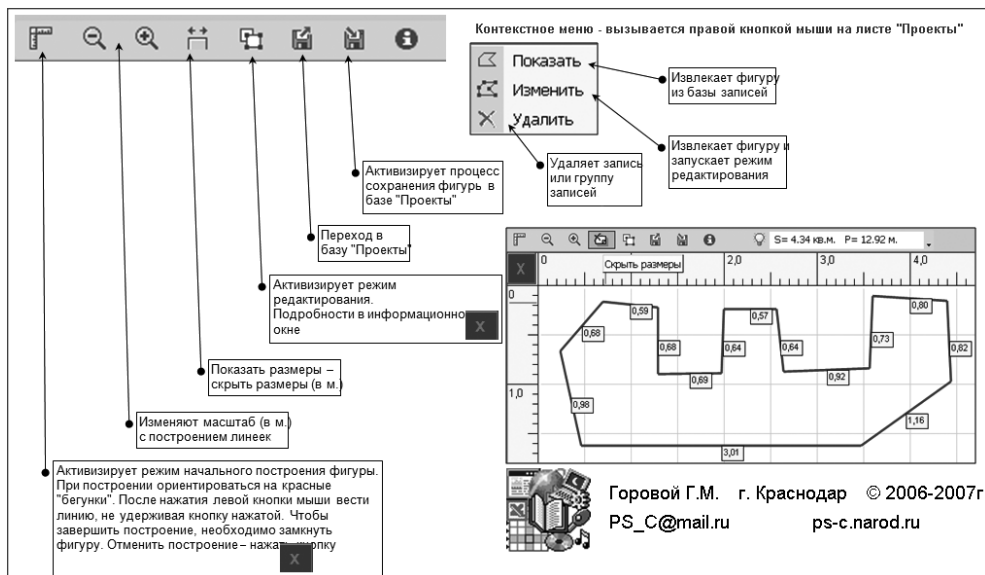


Рис. 6.17. Справка по работе с программой

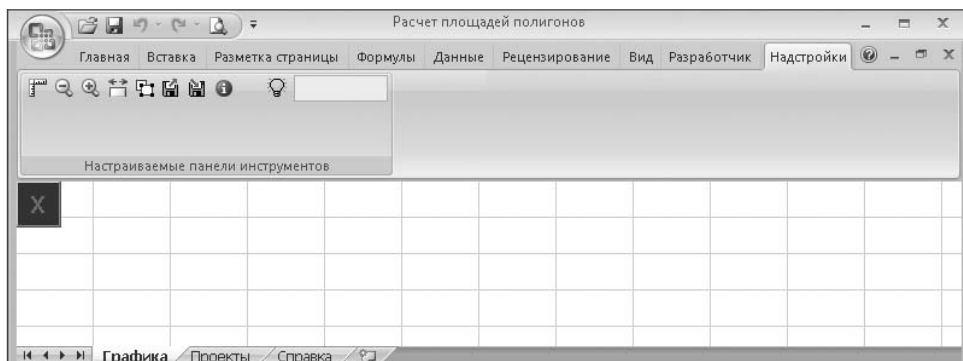


Рис. 6.18. Начало работы с программой в Excel 2007

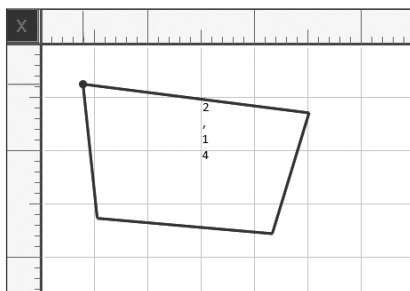


Рис. 6.19. Вычерчивание контура фигуры в Excel 2007



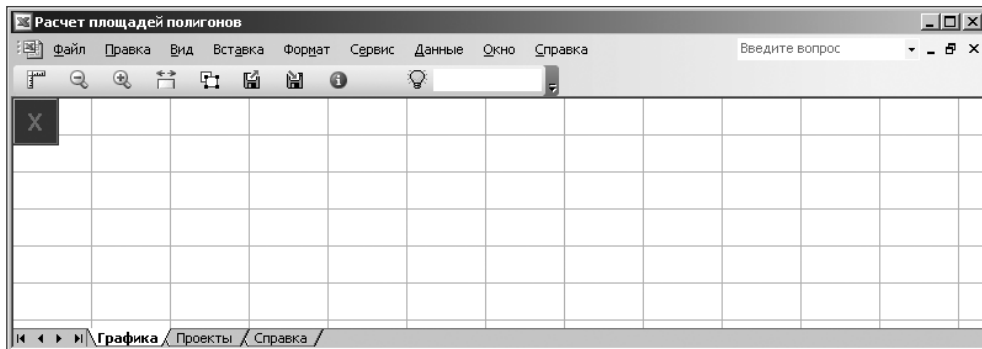


Рис. 6.20. Начало работы с программой в Excel 2003

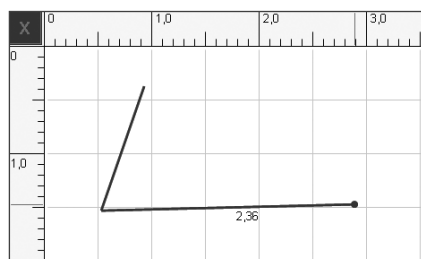




Рис. 6.21. Вычерчивание контура фигуры в Excel 2003

При сравнении этих рисунков становится понятно, что установка размеров и отметок на вертикальной и горизонтальной шкалах в Excel 2007 выполняется некорректно. По этой причине программу нецелесообразно использовать в Excel 2007, и все дальнейшие примеры использования данной программы будут относиться к версии Excel 2003.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Несмотря на указанные недостатки, при работе программы в Excel 2007 не было замечено грубых ошибок. Наверное, в некоторых особых случаях можно допустить использование программы в этой среде.

При завершении вычерчивания последнего отрезка контура полигона необходимо нажать кнопку **Выход**  для перехода в обычный режим просмотра. При необходимости изменить контур полигона следует нажать кнопку **Режим редактора** , при этом включается режим редактирования полигона. Установив курсор (в этот момент он имеет вид крестика) на нужном узле, можно мышью переместить его в нужное место.

#### ВНИМАНИЕ

Узлы, которые можно перемещать мышью в другое место, изображаются желтой точкой. Зеленой точкой изображаются дополнительные узлы. Если щелкнуть левой кнопкой мыши на зеленом узле, то он меняет цвет на желтый (после этого его можно перемещать) и по обеим сторонам от него добавляется по одному дополнительному зеленому узлу. Таким способом можно добавлять узлы и очень точно изменять контур полигона.

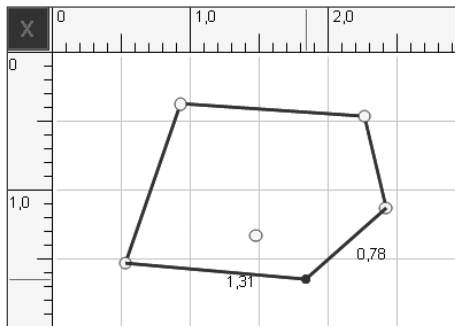



Рис. 6.22. Редактирование фигуры в Excel 2003

Для выхода из режима редактирования необходимо снова нажать кнопку Выход . На рис. 6.23 показан режим просмотра готового полигона (включен режим показа размеров).

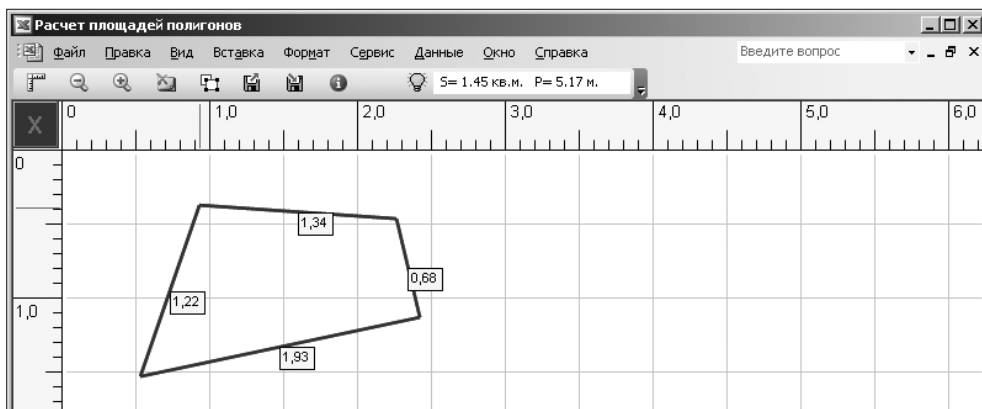


Рис. 6.23. Просмотр полигона

	A	B	C	K	L	M
1	№	Дата	Проект			
2	1	31.01.07	qwerty			
3	2	26.02.07	Вариант 1			
4						
5						
6						

Рис. 6.24. База данных проектов

Параметры готовых проектов могут быть сохранены во внутренней базе (лист Проекты). Ячейки строк записей списка проектов имеют контекстное меню (рис. 6.24), с помощью которого можно перейти к просмотру или изменению проектов.

При своей работе программа использует большое количество макросов, их список показан на рис. 6.25. Так как исходный текст (код) программы не является закрытым, разработчик может использовать его для просмотра и дальнейшей доработки (рис. 6.26).

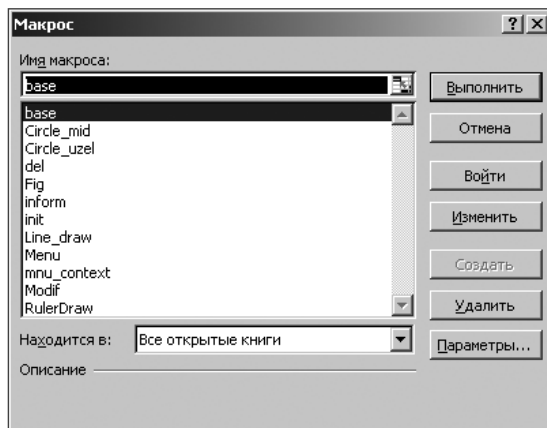


Рис. 6.25. Список макросов

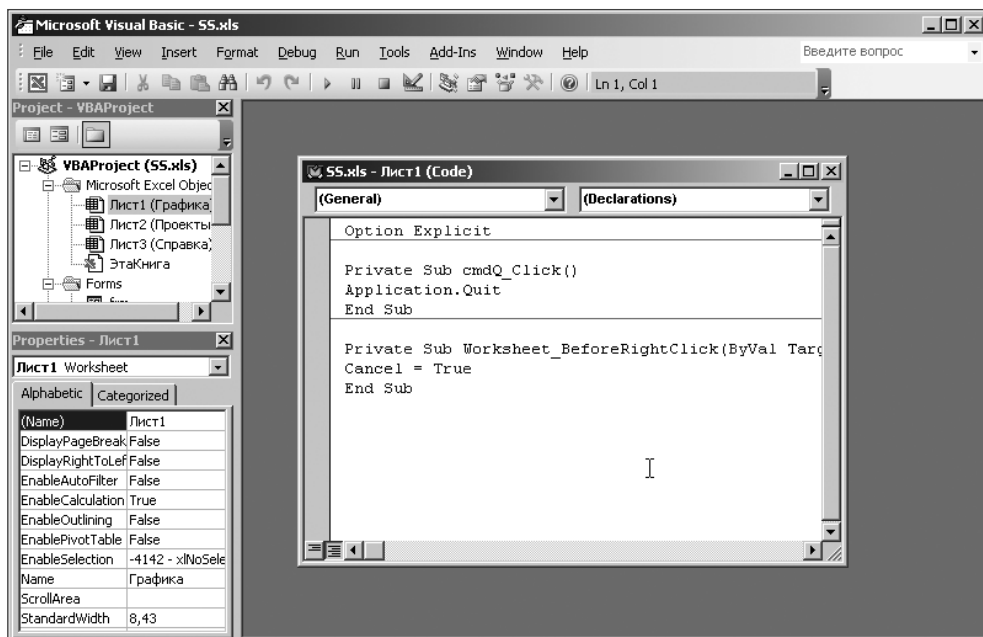


Рис. 6.26. Исходный текст (код) программы

В табл. 6.7 приводятся основные характеристики программы.

**Таблица 6.7.** Основные характеристики программы Polygon Design

<b>Название</b>	Polygon Design — Дизайн и расчет площади полигонов
<b>Автор</b>	Горовой Григорий Моисеевич
<b>E-mail</b>	PS_C@mail.ru
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://ps-c.narod.ru">http://ps-c.narod.ru</a>
<b>Файл</b>	Polygon_Design.zip
<b>Размер файла</b>	104 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	02.03.07
<b>Условия использования</b>	бесплатная

## Задача раскрой

*Задача раскрой* представляет собой частный случай задач о комплексном использовании сырья, которые обычно решаются методами линейного или целочисленного программирования. Метод решения задачи о раскросе помогает с наименьшими отходами производства использовать прутья и листы металла, листы стекла и картона и других материалов при раскросе их на заданное количество деталей различных размеров. Постановку задачи в общем виде можно сформулировать так: требуется найти минимум целевой функции (число израсходованных листов материала, прутьев, количество отходов и т. п.) по всем способам их раскроя.

## Раскрой прутьев

Пример исходных данных для решения задачи раскроя прутьев с использованием надстройки Поиск решения показан на рис. 6.27. В этом случае к исходным данным, кроме размеров заготовки, деталей и их необходимого количества, относится информация о возможных вариантах раскроя заготовок, а также количестве отходов в каждом из вариантов.

### СОВЕТ

В данном примере соотношение размеров заготовки и деталей таковы, что существует не слишком большое количество различных вариантов раскроя. Если задать размер заготовки в несколько раз больше, то количество вариантов раскроя значительно возрастет. В подобных случаях можно рекомендовать разработку алгоритма генерации вариантов раскроя. Однако такой подход может значительно усложнить постановку задачи, поэтому его следует использовать в особых случаях.

Изменяемыми ячейками в данном случае являются C18:H18. Общее количество использованных заготовок (ячейка H19), количество отходов (ячейка H20) и количество произведенных деталей каждого вида (ячейки D24:D26) вычисляются суммированием соответствующих данных. Ограничения для значений изменяемых ячеек показаны на рис. 6.28. Ограничения, заданные таким образом, гарантируют получение необходимого количества деталей. При этом каждый лист раскраивается полностью, то есть могут быть произведены лишние детали некоторых видов.

Раскрой прутьев									
<b>Исходные данные</b>									
Длина заготовки, см				120					
<b>Детали</b>		<b>Варианты раскроя заготовки</b>							
Длина, см	Необх., шт.	1	2	3	4	5	6		
35	30	3	1	1	0	0	0		
45	20	0	1	0	2	1	0		
55	10	0	0	1	0	1	2		
Отходы, см		15	40	30	30	20	10		
<b>Решение</b>									
		<b>Варианты раскроя</b>							
		1	2	3	4	5	6		
Кол-во		1	1	1	1	1	1		1
Общее кол-во заготовок, шт.									6
Общее кол-во отходов, см									145
<b>Произведено деталей</b>									
Длина, см		Кол-во							
35		5							
45		4							
55		4							

Рис. 6.27. Исходные данные к задаче раскроя прутьев

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 6.28. Ограничения к задаче раскроя прутьев

На рис. 6.29 приводится решение задачи раскроя прутьев. При раскрое прутьев заданное количество деталей точно совпало с полученным количеством, хотя в данной постановке задачи не требовалось точного совпадения, и в соответствии с ней могли быть произведены лишние детали.

При необходимости постановка задачи может быть модифицирована, например, добавлены дополнительные условия.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
2									
3	<b>Исходные данные</b>								
4									
5	Длина заготовки, см			120					
6									
7	<b>Детали</b>		<b>Варианты раскроя заготовки</b>						
8	Длина, см	Необх., шт.	1	2	3	4	5	6	
9	35	30	3	1	1	0	0	0	
10	45	20	0	1	0	2	1	0	
11	55	10	0	0	1	0	1	2	
12	Отходы, см		15	40	30	30	20	10	
13									
14	<b>Решение</b>								
15									
16			<b>Варианты раскроя</b>						
17			1	2	3	4	5	6	
18		Кол-во	10	0	0	8	4	3	
19		Общее кол-во заготовок, шт.							25
20		Общее кол-во отходов, см							500
21									
22		<b>Произведено деталей</b>							
23		Длина, см	Кол-во						
24		35	30						
25		45	20						
26		55	10						

Рис. 6.29. Результат решения задачи раскроя прутьев

**СОВЕТ**

Одним из вариантов модификации постановки задачи может являться требование произвести точно заданное количество деталей, не допуская производства лишних. В этом случае может использоваться аналогичный подход. При этом варианты полного раскроя заготовки необходимо дополнить вариантами, в которых заготовка не раскраивается полностью, а используется только частично. Следует учесть все возможные комбинации. Ограничения для ячеек D24:D26 следует изменить на условия  $D\$24:\$D\$26=\$B\$9:\$B\$11$ . При такой постановке задачи может значительно увеличиться количество отходов, но лишних деталей производиться не будет.

**Раскрой листа**

Решение задачи раскроя листа не отличается чем-то принципиальным от предыдущей задачи. На рис. 6.30 показаны различные схемы раскроя листа прямоугольной формы на заготовки трех видов.

**СОВЕТ**

При затруднениях с формированием набора различных вариантов раскроя рекомендуется начертить несколько схем. В данном примере рисунок схемы раскроя был подготовлен отдельно в виде JPG-файла и вставлен на лист Excel при помощи операции Вставить рисунок из файла (кнопка Рисунок на вкладке Вставка).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Схемы раскроя листа</b>								
2									
3	<b>Размеры, см</b>								
4		Лист	Заготовка А	Заготовка Б	Заготовка В				
5	Длина	250	200	100	50				
6	Ширина	150	85	75	50				
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

Рис. 6.30. Схема раскроя листа

### Получение заданного количества заготовок

Дальнейший ход решения задачи раскроя листа мало отличается от задачи раскроя прутьев. На рис. 6.31 приводятся исходные данные. Изменяемыми ячейками являются D22 : G22. Количество заготовок вычисляется с учетом схем раскроя, например, в ячейке G26 (количество произведенных заготовок вида «А») находится формула =СУММ(D22\*D13 ; E22\*E13 ; F22\*F13 ; G22\*G13) . Общее количество раскроенных листов, количество отходов и количество полученных заготовок вычисляется аналогично суммированием соответствующих данных.

Ограничения к данной задаче показаны на рис. 6.32. Условие  $G\$23 \leq E\$5$  определяет, что процесс раскроя может прекратиться, как только будет произведено достаточное количество заготовок всех видов (следующие три условия). Как и в предыдущем примере раскроя прутьев, предполагается, что листы будут раскраиваться полностью, и поэтому возможно производство лишних заготовок.

Решение задачи раскроя листа показано на рис. 6.33. Как и следовало ожидать, некоторые заготовки были произведены с избытком. Это соответствует принятым схемам раскроя и ограничениям для значений ячеек, то есть постановке данной задачи. В иных случаях требуется модифицировать постановку задачи и изменить эти параметры.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Раскрой листа</b>							
2								
3	<b>Исходные данные</b>							
4								
5	Количество листов, шт.					100		
6	Необходимое кол-во заготовок, шт.		A	2				
7			B	5				
8			B	50				
9								
10								
11	<b>Вид заготовки</b>		<b>Количество заготовок в листе</b>					
12			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
13	A		1	0	0	0		
14	B		0	4	3	0		
15	B		7	3	5	15		
16	Отходы, см2		1500,00	0,00	3750,00	0,00		
17								
18	<b>Решение</b>							
19								
20			<b>Количество листов для раскроя</b>					
21			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
22	Кол-во		1	1	1	1		
23	Общее кол-во листов, шт.						4	
24	Общее кол-во отходов, см2						5250,00	
25								
26	Кол-во полученных заготовок, шт.				A	1		
27					B	7		
28					B	30		

Рис. 6.31. Исходные данные к задаче раскроя листа

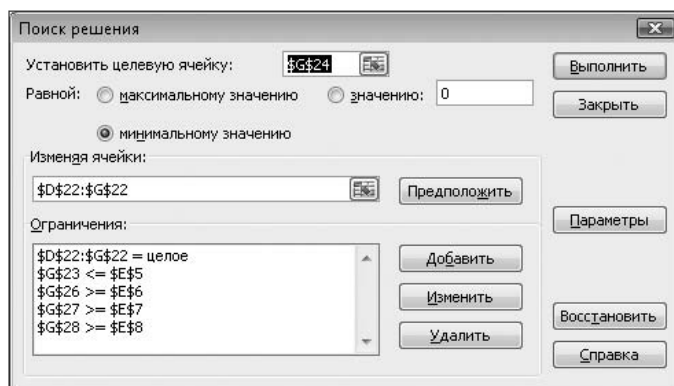


Рис. 6.32. Ограничения к задаче раскроя листа

### Раскрой всех листов

При необходимости раскроить все листы наиболее оптимальным способом (получив минимальное количество отходов) достаточно в приведенном примере изменить ограничения  $\$G\$23 \leq \$E\$5$  на  $\$G\$23 = \$E\$5$  (рис. 6.34).



	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Раскрой листа</b>						
2							
3	<b>Исходные данные</b>						
4							
5	Количество листов, шт.				100		
6	Необходимое кол-во заготовок, шт.		A	2			
7			B	5			
8			B	50			
9							
10							
11	<b>Вид заготовки</b>		<b>Количество заготовок в листе</b>				
12			1	2	3	4	
13	A		1	0	0	0	
14	B		0	4	3	0	
15	B		7	3	5	15	
16	Отходы, см2		1500,00	0,00	3750,00	0,00	
17							
18	<b>Решение</b>						
19							
20			<b>Количество листов для раскроя</b>				
21			1	2	3	4	
22	Кол-во		2	2	0	5	
23			Общее кол-во листов, шт.			9	
24			Общее кол-во отходов, см2			3000,00	
25							
26	Кол-во полученных заготовок, шт.		A			2	
27			B			8	
28			B			95	

Рис. 6.33. Решение задачи раскроя листа

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 6.34. Ограничения к задаче раскроя всех листов

Решение этой задачи показано на рис. 6.35. Поскольку в данной задаче сохранялось требование произвести не менее определенного количества заготовок каждого вида, для производства заготовок вида «А» использовался единственно возможный вариант раскроя №1. Остальные заготовки были получены при раскрое по другим вариантам, не дающим отходов. Таким образом, были выполнены все условия и ограничения.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Раскрой листа</b>							
2								
3	<b>Исходные данные</b>							
4								
5	Количество листов, шт.				100			
6	Необходимое кол-во заготовок, шт.		A	2				
7			B	5				
8			B	50				
9								
10								
11	<b>Вид заготовки</b>		<b>Количество заготовок в листе</b>					
12			1	2	3	4		
13	А		1	0	0	0		
14	Б		0	4	3	0		
15	В		7	3	5	15		
16	Отходы, см <sup>2</sup>		1500,00	0,00	3750,00	0,00		
17								
18	<b>Решение</b>							
19								
20			<b>Количество листов для раскрой</b>					
21			1	2	3	4		
22	Кол-во		2	33	0	65		
23	Общее кол-во листов, шт.						100	
24	Общее кол-во отходов, см <sup>2</sup>						3000,00	
25								
26	Кол-во полученных заготовок, шт.						A	2
27							B	132
28							B	1088

Рис. 6.35. Решение задачи раскрой всех листов

### Раскрой листов с заданным соотношением количества заготовок

Решение предыдущей задачи характерно тем, что хотя формально все условия задачи выполнены и произведено заданное количество заготовок, количество лишних заготовок может не удовлетворять пользователя. Произведено очень большое количество заготовок одного вида (вид «В») и малое количество заготовок другого вида (вид «Б»). Если более желательным является иное соотношение, то необходимо модифицировать первоначальный вариант задачи.

На рис. 6.36 показаны исходные данные для решения модифицированной задачи. В этом варианте задачи данные требуемого количества заготовок заменены требуемыми соотношениями количества заготовок (ячейки E6 : E8).

Общее количество раскроенных листов, количество отходов и количество полученных заготовок вычисляется аналогично предыдущим вариантам.

По результату расчетов вычисляется полученное соотношение количества заготовок (ячейки G30 : G32). При этом в ячейке G30 находится значение равное 1, а в ячейках G31 и G32 соответственно формулы =G27/G26 и =G28/G26.

Ограничения показаны на рис. 6.37. В этом варианте задачи ограничения установлены на ячейки, содержащие данные по соотношению количества заготовок \$G\$30=\$E\$6, \$G\$31=\$E\$7 и \$G\$32=\$E\$8. Условие \$G\$23<=\$E\$5 позволяет не использовать некоторые листы, если их раскрой нарушит установленное соотношение количества заготовок.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Раскрой листа</b>							
2								
3	<b>Исходные данные</b>							
4								
5	Количество листов, шт.				100			
6	Соотношение кол-ва заготовок				A	1,00		
7					B	3,00		
8					B	20,00		
9								
10								
11	<b>Вид заготовки</b>				<b>Количество заготовок в листе</b>			
12					1	2	3	4
13	A	1				0	0	0
14	B	0				4	3	0
15	B	7				3	5	15
16	Отходы, см2				1500,00	0,00	3750,00	0,00
17								
18	<b>Решение</b>							
19								
20					<b>Количество листов для раскроя</b>			
21					1	2	3	4
22	Кол-во				1	1	1	1
23	Общее кол-во листов, шт.				4			
24	Общее кол-во отходов, см2				5250,00			
25								
26	Кол-во полученных заготовок, шт.				A	1		
27					B	7		
28					B	30		
29								
30	Соотношение кол-ва полученных заготовок				A	1,00		
31					B	7,00		
32					B	30,00		

**Рис. 6.36.** Исходные данные к задаче раскроя листа с заданным соотношением количества заготовок

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

**Рис. 6.37.** Ограничения к задаче раскроя листов с заданным соотношением количества заготовок

Результаты решения задачи раскроя в такой постановке приведены на рис. 6.38.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	<b>Раскрой листа</b>							
2								
3	<b>Исходные данные</b>							
4								
5	Количество листов, шт.				100			
6	Соотношения кол-ва заготовок				A	1,00		
7					B	3,00		
8					B	20,00		
9								
10								
11	<b>Вид заготовки</b>				<b>Количество заготовок в листе</b>			
12					1	2	3	4
13	A	1				0	0	0
14	B	0				4	3	0
15	B	7				3	5	15
16	Отходы, см <sup>2</sup>				1500,00	0,00	3750,00	0,00
17								
18	<b>Решение</b>							
19								
20					<b>Количество листов для раскрой</b>			
21					1	2	3	4
22	Кол-во				38	3	34	21
23	Общее кол-во листов, шт.						96	
24	Общее кол-во отходов, см <sup>2</sup>						184500,00	
25								
26	Кол-во полученных заготовок, шт.				A	38		
27					B	114		
28					B	760		
29								
30	Соотношение кол-ва полученных заготовок				A	1,00		
31					B	3,00		
32					B	20,00		

Рис. 6.38. Решение задачи раскроя листов с заданным соотношением количества заготовок

Заданное соотношение количества заготовок достигнуто ценой резкого увеличения количества отходов. Этот результат вполне ожидаем.

## Составление смеси

Задача *составления смеси* различных веществ — одна из актуальных задач производства. В данном случае задача оптимизации формулируется следующим образом: требуется составить смесь заданного состава, используя несколько видов сырья с различным содержанием нужных компонентов. Все виды сырья имеют различную стоимость. При составлении смеси необходимо не только обеспечить заданный состав из нескольких компонентов, но и минимизировать ее стоимость.

## Классическая постановка задачи

На рис. 6.39 приводятся исходные данные к задаче такого вида.

При решении задачи происходит подбор значений ячеек B16 : B18. Значения ячеек C16 : D18 (процентный состав необходимых компонентов) вычисляются по

аналогичным формулам, например, в ячейке C16 находится формула  $=B16*B9$ . Стоимость необходимого количества сырья вычисляется с учетом его стоимости и количества, так, в ячейке E16 находится формула  $=B16*D9$ . Итоговые значения содержания компонентов и стоимости вычисляются суммированием соответствующих данных. Ячейка E19 содержит суммарную стоимость смеси компонентов, это значение необходимо минимизировать.

Ограничения, используемые при решении задачи, показаны на рис. 6.40. В данном случае для итоговых значений содержания компонентов используются ограничения, не допускающие превышения их содержания. Например, для значения содержания компонента №1 (ячейка C19) используется формула  $\$C\$19 \leq \$D\$5$ . При необходимости эти ограничения могут быть изменены.

	A	B	C	D	E
1	<b>Составление смеси</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	Содержание компонента 1, %			0,03000	
6	Содержание компонента 2, %			3,25000	
7					
8	Сырье	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	
9	A	0,06	2	15	
10	B	0,04	3,5	20	
11	C	0,02	3	30	
12					
13	<b>Решение</b>				
14					
15	Сырье	Доля	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость
16	A	0,2500	0,0150	0,5000	3,7500
17	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18	C	0,7500	0,0150	2,2500	22,5000
19	Итого	1,0000	0,0300	2,7500	26,2500

Рис. 6.39. Исходные данные к задаче о составлении смеси

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 6.40. Ограничения к задаче о составлении смеси

Результат решения задачи представлен на рис. 6.41. Все поставленные условия выполнены, получена смесь нужного состава.

	A	B	C	D	E
1	<b>Составление смеси</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	Содержание компонента 1, %			0,03000	
6	Содержание компонента 2, %			3,25000	
7					
8	Сырье	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	
9	A	0,06	2	15	
10	B	0,04	3,5	20	
11	C	0,02	3	30	
12					
13	<b>Решение</b>				
14					
15	Сырье	Доля	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость
16	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	B	0,5000	0,0200	1,7500	10,0000
18	C	0,5000	0,0100	1,5000	15,0000
19	Итого	1,0000	0,0300	3,2500	25,0000

Рис. 6.41. Решение задачи о составлении смеси

## Решение задачи при дополнительных ограничениях

Предыдущий вариант постановки задачи не предусматривал каких-либо дополнительных ограничений, например ограничений на запасы отдельных видов сырья и получения заданного количества смеси. В данном разделе можно рассмотреть один из таких вариантов.

Предположим, что необходимо произвести заданное количество смеси при ограниченных запасах сырья. Исходные данные для такого варианта задачи представлены на рис. 6.42.

В ячейках D7 и E10:E12 находятся дополнительные данные, значения ячеек F17:F19 вычисляются аналогичным образом. Например, в ячейке F17 находится формула  $=D7*B17$ .

Ограничения к задаче (рис. 6.43) дополнены условиями  $F17:F19 \leq E10:E12$  (ограничения на запасы компонентов) и  $F20 \geq D7$  (требуемое количество смеси).

На рис. 6.44 показаны результаты решения задачи. Сравнив эти результаты с предыдущим вариантом (рис. 6.41), можно убедиться, что дополнительные ограничения на запасы сырья несколько изменили результат. Так как сырья «B» оказалось недостаточно, то используется сырье «A», которое не использовалось ранее. Результатом такого изменения явилось повышение стоимости смеси.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Составление смеси</b>					
2						
3	<b>Исходные данные</b>					
4						
5	Содержание компонента 1, %			0,0300		
6	Содержание компонента 2, %			3,2500		
7	Требуемое количество смеси			50,0000		
8						
9	Сырье	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	Запас	
10	A	0,06	2	15	20,0000	
11	B	0,04	3,5	20	20,0000	
12	C	0,02	3	30	30,0000	
13						
14	<b>Решение</b>					
15						
16	Сырье	Доля	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	Кол-во
17	A	0,2500	0,0150	0,5000	3,7500	12,5000
18	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	C	0,7500	0,0150	2,2500	22,5000	37,5000
20	Итого	1,0000	0,0300	2,7500	<b>26,2500</b>	50,0000

Рис. 6.42. Исходные данные к задаче о составлении смеси с дополнительными ограничениями

Рис. 6.43. Дополнительные ограничения к задаче о составлении смеси

## СОВЕТ

Легко проверить, что при достаточно больших запасах сырья решение задачи в такой формулировке полностью совпадает с предыдущим вариантом.

Необходимо отметить, что при дополнительных ограничениях для подобной задачи не всегда легко находится решение. Например, при показанных на рис. 6.43 исходных данных решение находится быстро, но достаточно изменить некоторые из значений исходных данных (например содержимое ячейки E12 заменить на 20), как возникают проблемы при поиске решения. В подобных случаях следует пробовать различные варианты начальных значений изменяемых ячеек (B17:B19) или проверить действующие ограничения.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Составление смеси</b>					
2						
3	<b>Исходные данные</b>					
4						
5	Содержание компонента 1, %			0,0300		
6	Содержание компонента 2, %			3,2500		
7	Требуемое количество смеси			50,0000		
8						
9	Сырье	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	Запас	
10	A	0,06	2	15	20,0000	
11	B	0,04	3,5	20	20,0000	
12	C	0,02	3	30	30,0000	
13						
14	<b>Решение</b>					
15						
16	Сырье	Доля	Содержание компонента 1, %	Содержание компонента 2, %	Стоимость	Кол-во
17	A	0,0500	0,0030	0,1000	0,7500	2,5000
18	B	0,4000	0,0160	1,4000	8,0000	20,0000
19	C	0,5500	0,0110	1,6500	16,5000	27,5000
20	Итого	1,0000	0,0300	3,1500	25,2500	50,0000

Рис. 6.44. Решение задачи о составлении смеси с дополнительными ограничениями

## Планирование производства изделий

*Планирование производства изделий* — одна из типичных задач оптимизации. В различных вариантах задачи требуется минимизировать затраты или достичь максимальной прибыли при имеющихся ограничениях на количество сырья и другие необходимые ресурсы.

### Производство изделий различных видов

Допустим, фирма специализируется на производстве изделий трех видов — А, Б, В. Производством изделия последовательно занимается несколько цехов, каждый из которых имеет ограничения на затраты труда. Требуется определить оптимальное количество изделий, при котором прибыль была бы максимальной.

Исходные данные для решения задачи показаны на рис. 6.45. В ячейках B7 : D9 содержатся данные о затратах труда на производство одного изделия в каждом из цехов. Прибыль от производства одного изделия каждого вида — в ячейках B10 : D10.

В ячейках B14 : D14 находятся данные о произведенных изделиях. Эти ячейки являются изменяемыми. Трудозатраты по каждому из цехов вычисляются аналогично друг другу, например, для цеха №1 (ячейка B18) используется формула =B\$14\*B7. Суммарная прибыль вычисляется в ячейке E21.

На рис. 6.46 показаны принятые ограничения. Условие E18 : E20 <= E7 : E9 запрещает превышать максимальные значения затрат труда для каждого из цехов.



Условие  $D_{14} \geq 5$  накладывает дополнительное ограничение на количество изделий вида «В».

	A	B	C	D	E
1	<b>Производство изделий</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	<b>Производственный участок</b>	<b>Затраты труда, чел.-ч</b>			<b>Макс. суммарные затраты труда, чел.-ч</b>
6		Изд. А	Изд. Б	Изд. В	
7	Цех 1	1	2	4	360
8	Цех 2	2	4	2	520
9	Цех 3	1	1	2	220
10	Прибыль	9	11	15	
11					

Рис. 6.45. Исходные данные для задачи производства изделий

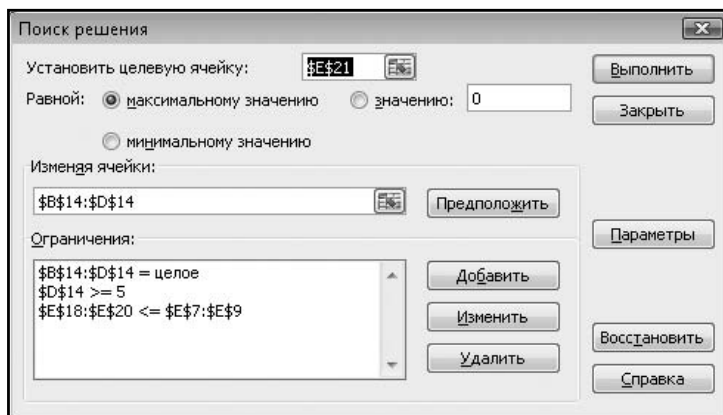


Рис. 6.46. Ограничения для задачи производства изделий

На рис. 6.47 представлены результаты расчетов. Выполнены все заданные условия и ограничения.

12	<b>Решение</b>				
13		Изд. А	Изд. Б	Изд. В	
14	Количество изделий	165	45	5	
15					
16	<b>Цех</b>	<b>Трудозатраты</b>			<b>Итого</b>
17		Изд. А	Изд. Б	Изд. В	
18	Цех 1	165	90	20	275
19	Цех 2	330	180	10	520
20	Цех 3	165	45	10	220
21	Прибыль	1485	495	75	<b>2055</b>

Рис. 6.47. Решение задачи производства изделий

## Производство изделий различных видов с учетом расхода сырья

Рассмотренный пример может быть усложнен, если необходимо учитывать дополнительные условия. Можно, например, добавить учет расхода сырья и дополнительные ограничения на его количество.

Предположим, что каждое изделие производится своим цехом самостоятельно. В модифицированной постановке задачи к исходным данным должна быть добавлена информация о расходе сырья на производство одного изделия каждого вида и об общих запасах сырья. Пример исходных данных показан на рис. 6.48.

	А	В	С	Д	Е
1	<b>Производство изделий</b>				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4					
5	<b>Производственный участок</b>	<b>Затраты труда, чел.-ч</b>			<b>Макс. суммарные затраты труда,</b>
6		Изд. А	Изд. Б	Изд. В	
7	Цех 1	1	0	0	360
8	Цех 2	0	4	0	520
9	Цех 3	0	0	2	220
10	Прибыль	9	11	15	
11					
12	<b>Производственный участок</b>	<b>Запас сырья</b>		<b>Изделие</b>	<b>Расход сырья</b>
13			300		Изд. А
14		300		Изд. Б	3
15		300		Изд. В	2

Рис. 6.48. Исходные данные для задачи производства изделий с учетом расхода сырья

На рис. 6.49 показаны ограничения, использованные при решении задачи. В данном варианте задачи не накладывается каких-либо прямых ограничений на количество изделий. Все ограничения связаны только с запасами сырья ( $\$B\$29 : \$B\$31 <= \$B\$13 : \$B\$15$ ) и трудозатратами ( $\$E\$23 : \$E\$25 <= \$E\$7 : \$E\$9$ ).

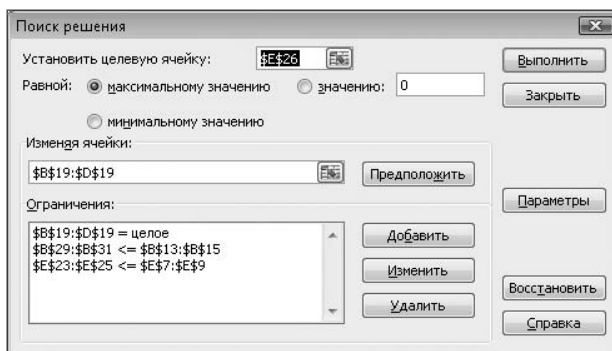


Рис. 6.49. Ограничения для задачи производства изделий с учетом расхода сырья

На рис. 6.50 представлены результаты расчетов. Можно убедиться, что выполняются все установленные ограничения.

17	<b>Решение</b>				
18		Изд. А	Изд. Б	Изд. В	
19	Количество изделий	300	100	110	
20					
21		<b>Трудозатраты</b>			
22	<b>Цех</b>	Изд. А	Изд. Б	Изд. В	Итого
23	Цех 1	300	0	0	300
24	Цех 2	0	400	0	400
25	Цех 3	0	0	220	220
26	Прибыль	2700	1100	1650	<b>5450</b>
27					
28	<b>Изделие</b>	<b>Сырье</b>			
29	Изд. А	300			
30	Изд. Б	300			
31	Изд. В	220			

Рис. 6.50. Решение задачи производства изделий с учетом расхода сырья

Более подробный анализ результатов показывает, что производство изделий «А» и «Б» было ограничено запасом сырья, а изделия «В» — трудозатратами при производстве.

## СОВЕТ

## еГлава 7

---

# Теплотехнические расчеты

Применение Excel для *теплотехнических расчетов* может быть продемонстрировано на примерах существующих разработок.

## Программа «Теплотехник»

Программа «Теплотехник» была представлена на конкурс Microsoft Office Extensions, проводимый фирмой Microsoft. В соответствии с условиями конкурса все программы проверялись в Испытательной лаборатории журнала PC Magazine/RE.

По описанию автора, программа предназначена для составления теплотехнических отчетов по наладке водогрейных котлов, работающих на газовом топливе.

Основные функции программы:

- ✓ автоматическое вычисление теплопроизводительности котла (по газу и по воде), КПД и ряда других параметров;
- ✓ построение графиков для нахождения оптимального топочного режима, графиков зависимости  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_2$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ ,  $\eta_{\text{кбр}}$  от  $\alpha_{\text{ак}}$ ;
- ✓ автоматическая генерация результатов наладочных опытов, сводных таблиц и режимной карты.

Функциональные возможности программы реализованы практически целиком на стандартных инструментах Excel. Программный код на VBA (Visual Basic for Applications — макроязык программирования приложений для Microsoft Windows) отвечает за логику обработки (запуск соответствующих функций) и защиту интерфейса от необоснованных команд пользователя.

Программа является бесплатной и может быть свободно загружена с сайта конкурса (<http://www.offext.ru>).

Программа поставляется в виде ZIP-файла и не требует установки, необходимо только распаковать архивный файл и поместить единственный XLS-файл в нужную папку.

**ВНИМАНИЕ**

Программа создана до появления Excel 2007, работа в этой среде вызывает проблемы. Автором книги при работе с программой была использована версия Excel 2003.

При открытии файла Теплотехник.xls появляется предупреждение о порядке ввода исходных данных (рис. 7.1), а затем программа отключает показ стандартных панелей инструментов Excel, заменяя их своей специальной панелью (рис. 7.2).

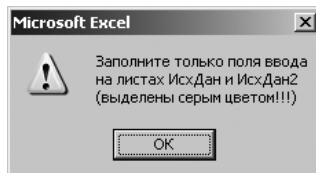


Рис. 7.1. Предупреждение при запуске программы

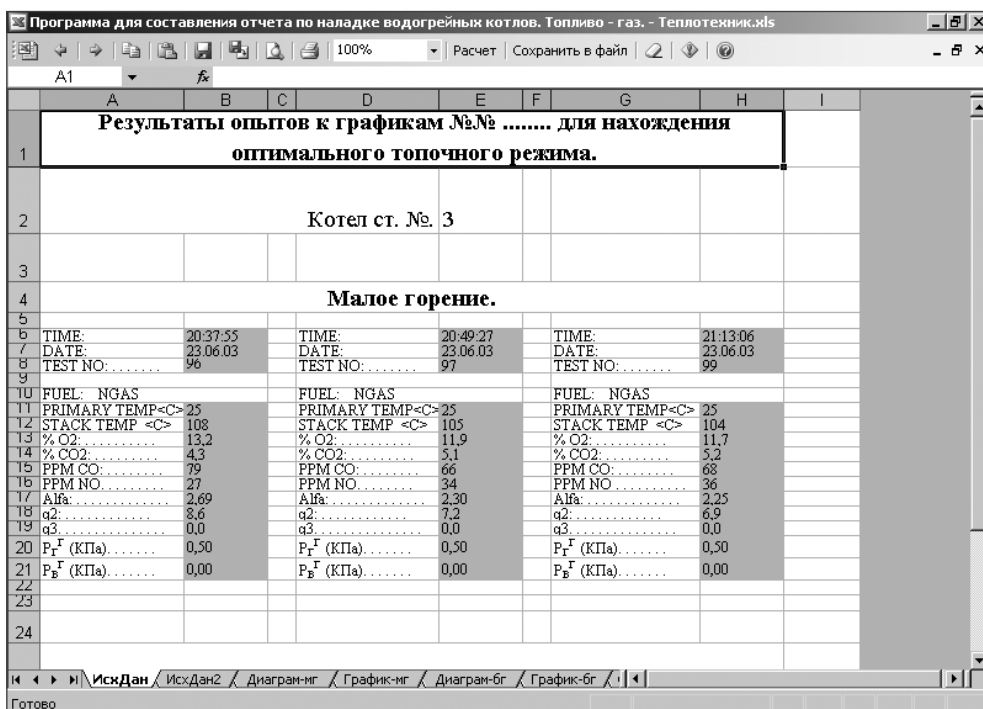


Рис. 7.2. Панель инструментов программы «Теплотехник» и часть исходных данных для расчета

Программа снабжена инструкцией по работе, находящейся на одном из листов Excel (рис. 7.3).

Введя свои (или изменив существующие) варианты исходных данных на листах ИсхДан и ИсхДан2, пользователь может перейти к расчету. Для этого следует нажать кнопку Расчет. После выполнения расчета автоматически открывается лист

Диаграм-мг, который является первым из листов Excel, отображающих результаты расчетов. Дальнейший переход по листам Excel можно выполнять обычным способом с помощью ярлычков с названиями или с помощью кнопок **Предыдущий лист** и **Следующий лист** на панели инструментов.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Введение												
2	Программа "Теплотехник" предназначена для составления теплотехнических отчетов												
3	по пуско- и режимноналадочным испытаниям водогрейных котлов, работающих на газовом топливе												
4	Основные функции программы:												
5	Автоматическое вычисление теплопроизводительности котла (по газу и по воде),												
6	КПД и ряда других параметров ( $q_5$ ).												
7	Построение графиков для нахождения оптимального топочного режима,												
8	графиков зависимости $CO_2$ , $NO_x$ , $O_2$ , $q_2$ , $q_3$ , $T_{к}^{6P}$ от $\alpha_{эк}$ , автоматическая генерация												
9	результатов наладочных опытов, сводных таблиц и режимной карты.												
10	Область применения:												
11	Программа разработана на основе принятых бланков и может применяться для												
12	составления отчетов на месте проведения наладочных работ, что существенно												
13	уменьшает сроки и повышает качество составления отчетов. Отчеты, составленные												
14	с помощью программы, неоднократно сдавались топливным инспекциям												
15	Госэнергонадзора разных регионов страны, замечаний не было.												
16	Аппаратные требования:												
17	MS Excel '97 и выше, принтер (или хотя бы драйвер). © (рекомендуется XP)												

Рис. 7.3. Фрагмент инструкции по работе с программой

## ПРИМЕЧАНИЕ

Для отображения исходных данных и результатов расчетов используется черно-белая гамма. Вероятно, это сделано специально для облегчения восприятия материалов после их распечатки на монохромных принтерах.

Примеры различных результатов расчетов, оформленных в графическом и табличном виде, показаны на рис. 7.4–7.8.

В результате выполнения расчета оформляется полный комплект необходимых документов.

В табл. 7.1 приводятся основные характеристики программы.

Таблица 7.1. Основные характеристики программы «Теплотехник» v.1.05

<b>Название</b>	Теплотехник v.1.05 — составление теплотехнических отчетов по наладке котлов
<b>Автор</b>	Марголис Григорий Васильевич
<b>E-mail</b>	midnights@land.ru
<b>Веб-страница</b>	–
<b>Файл</b>	Teplotechnik_OE.zip
<b>Размер файла</b>	629 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	05.06.03
<b>Условия использования</b>	бесплатная
<b>Требования к системе</b>	Excel 97/2000/XP

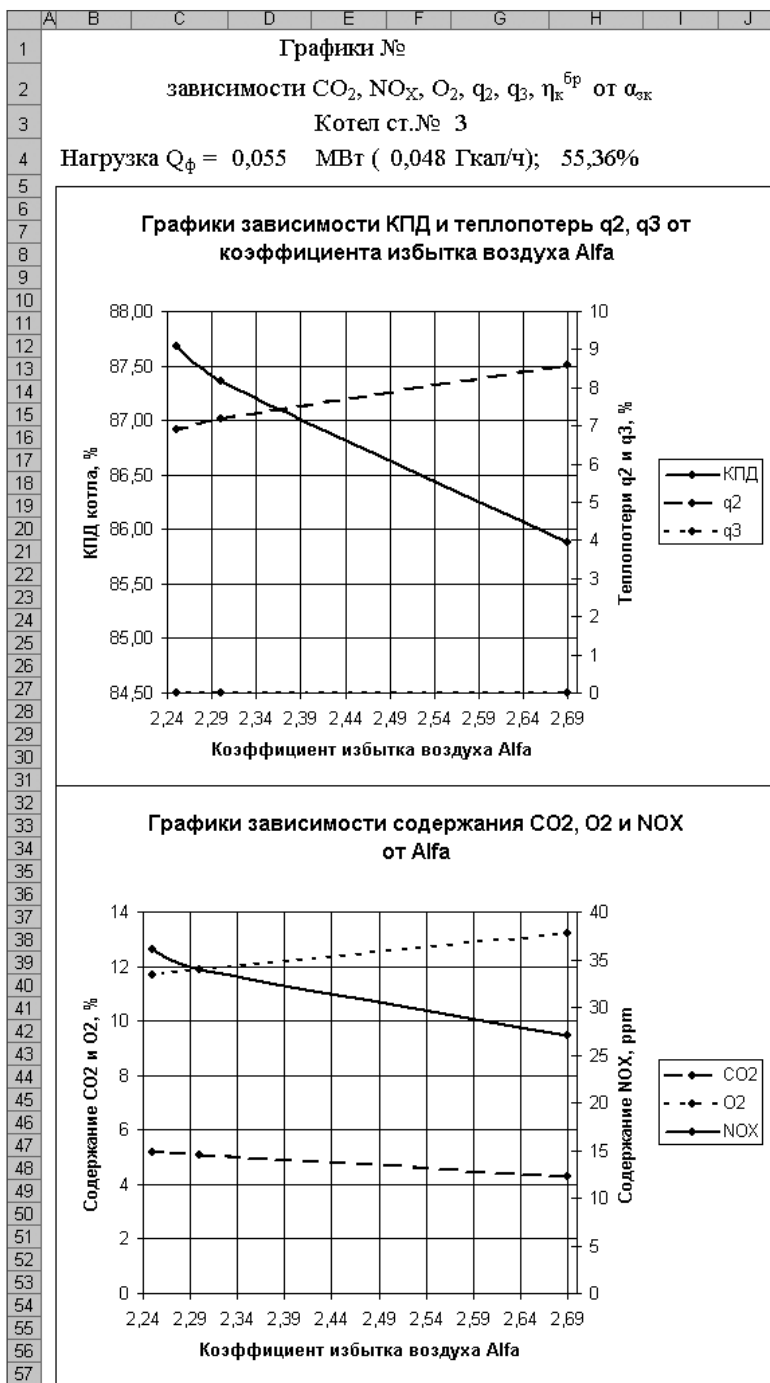


Рис. 7.4. Пример графического оформления результатов расчетов

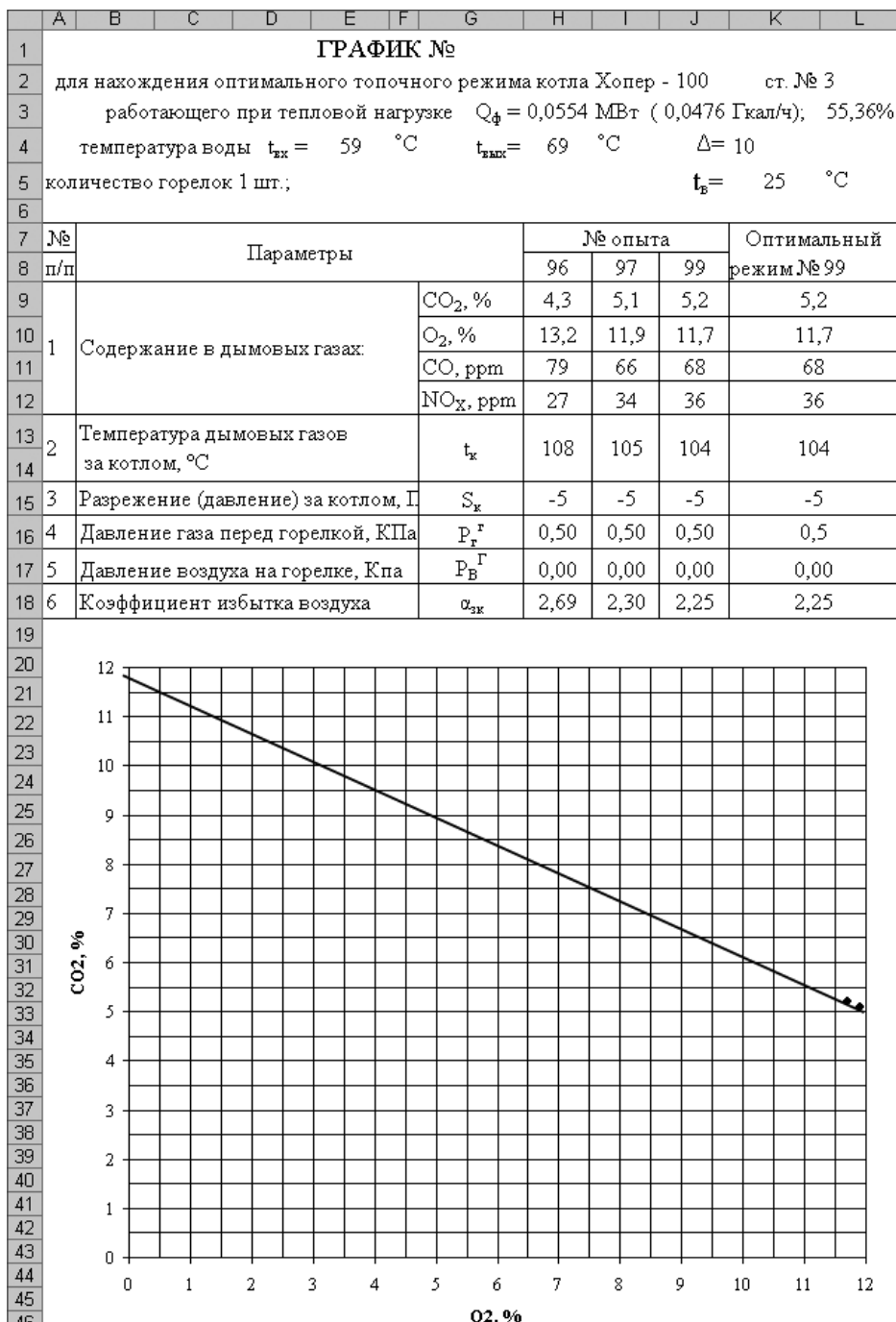


Рис. 7.5. Оформление результатов расчетов в виде таблиц и графиков



	A	B	C	D	E
1	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ НАЛАДОЧНЫХ ОПЫТОВ</b>				
2	(определение оптимального режима горения)				
3					
4	Топливо - природный газ.		Котел ст. № 3		
5					
6	Наименование величин	Обозначение	Единица измерения	Значение величин	
7				Режим Малое горение	Режим Большое горение
8				55,36%	91,04%
9	Теплопроизводительность котла	$Q_k$	МВт	0,0554	0,0910
10	Давление воды на входе в котел	$P'_{св}$	КПа	200	200
11	Давление воды на выходе из котла	$P''_{св}$	КПа	180	180
12	Гидравлическое сопротивление котла	$\Delta P$	КПа	20	20
13	Расход воды через котел	$G_k$	$\text{м}^3/\text{ч}$	4,8	4,8
14	Температура воды на входе в котел	$t'_{св}$	$^{\circ}\text{C}$	59	61
15	Температура воды на выходе из котла	$t''_{св}$	$^{\circ}\text{C}$	69	78
16	Температура газа перед горелкой	$t_r$	$^{\circ}\text{C}$	25	25
17	Температура уходящих газов	$t_{ух}$	$^{\circ}\text{C}$	104	126
18	Давление газа перед горелкой	$P_r$	КПа	0,50	1,60
19	Давление воздуха перед горелкой	$P_з$	КПа	0,00	0,00
20	Температура воздуха перед горелкой	$t_з$	$^{\circ}\text{C}$	25	25
21	Содержание углекислого газа за котлом	$\text{CO}_2$	%	5,2	7,1
22	Содержание оксида углерода за котлом	$\text{CO}$	ppm	68	50
23	Содержание кислорода за котлом	$\text{O}_2$	%	11,7	8,3
24	Содержание оксидов азота за котлом	$\text{NO}_x$	ppm	36	75
25	Коэффициент избытка воздуха за котлом	$\alpha_{зк}$	—	2,25	1,65
26	Потери тепла с уходящими газами	$q_2$	%	6,9	6,6
27	Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива	$q_3$	%	0	0
28	Потери тепла в окружающую среду	$q_5$	%	5,42	3,30
29	Суммарные потери тепла	$q_2+q_3+q_5$	%	12,32	9,90
30	КПД брутто котла	$\eta_k^{бр}$	%	87,68	90,10

Рис. 7.6. Результаты наладочных опытов

	A	B	C	D	E
1	Утверждаю: Гл. инженер _____				
2					
3	<b>РЕЖИМНАЯ КАРТА РАБОТЫ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА</b>				
4	<b>ТИПА Хопер - 100</b>			<b>СТ.№ 3</b>	
5	УСТАНОВЛЕННОГО В КОТЕЛЬНОЙ _____				
6					
7	№ п/п	Параметры, единица измерения	Нагрузка котла		
8			Малое горение	Большое горение	
9			55,36%	91,04%	
10	1	Теплопроизводительность котла, МВт	0,0554	0,0910	
11	2	Расход воды через котел	4,8	4,8	
12	3-4.	Температура воды, °С:			
13	3	до котла	59	61	
14	4	после котла	69	78	
15	5	Перепад температур, °С	10	17	
16	6-7.	Давление воды, МПа			
17	6	до котла	0,2	0,2	
18	7	после котла	0,18	0,18	
19	8	Гидравлическое сопротивление, МПа	0,02	0,02	
20	9	Количество работающих горелок, шт.	1	1	
21	10	Расход топлива, м <sup>3</sup> /ч	6,8	10,9	
22	11-12.	Давление топлива, КПа:			
23	11	в коллекторе перед котлом	2,30	2,10	
24	12	перед горелкой	0,50	1,60	
25	13	Температура топлива, °С	25	25	
26	14	Температура воздуха, °С	25	25	
27	15	Давление воздуха перед горелкой, КПа	0,00	0,00	
28	16	Давление сверху топки, КПа	0	0	
29	17	Разрежение (давление) за котлом, Па	-5	-5	
30	18	Температура уходящих газов, °С	104	126	
31	19-22	Состав уходящих газов:			
32	19	углекислый газ-СО <sub>2</sub> ,%	5,2	7,1	
33	20	кислород-О <sub>2</sub> ,%	11,7	8,3	
34	21	оксид углерода-СО, мг/м <sup>3</sup>	85,0	62,5	
35	22	оксиды азота-NOx, мг/м <sup>3</sup>	48,2	100,5	
36	23	Коэффициент избытка воздуха за котлом	2,25	1,65	
37	24-26	Тепловые потери, %			
38	24	с уходящими газами - q <sub>2</sub>	6,9	6,6	
39	25	с химическим недожогом - q <sub>3</sub>	0	0	
40	26	через обшивку котла - q <sub>5</sub>	5,42	3,30	
41	27	Суммарные потери тепла (q <sub>2</sub> +q <sub>3</sub> +q <sub>5</sub> ),%	12,32	9,90	
42	28	КПД брутто котла, %	87,68	90,10	
43	29	Удельный расход условного топлива на выработку 1Гкал теплоты, кг/Гкал	162,928	158,545	
44	Примечание: 1.Режимная карта составлена при низшей теплоте сгорания				
45	газа	7963	ккал/м <sup>3</sup>		
46	2.Теплопроизводительность определена по расходу газа				
48	Составил: представитель "Подрядчика" _____				
49	Ознакомлен: представитель "Заказчика" _____				

Рис. 7.7. Режимная карта работы водогрейного котла

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА									
РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМНО-НАЛАДОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДОГРЕЙНОГО В Холер - 100 ст. № 3									
УСТАНОВЛЕННОГО В КОТЕЛЬНОЙ									
Наименование	Обозначение	Размерность	Способ получения величины	Малое горение			Большое горение		
				Нагрузка	55,36%		Нагрузка	91,04%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Топливо									
Марка топлива				Природный газ					
Нижшая теплота сгорания топлива	$Q_{н}$	МДж/м <sup>3</sup>		33,365					
Часовой расход топлива	B	м <sup>3</sup> /ч	Замерено	6,8			10,9		
Жаропроизводительность	C	°C		2010					
Нижшая теплотворная способность, отнесенная к 1 м <sup>3</sup> сухих продуктов	P	ккал/м <sup>3</sup>		1000					
CO <sub>2</sub> max сухих продуктов горения	CO <sub>2</sub> max	%		11,8					
2. Вода									
Расход сетевой воды через котел	$G_{сх}$	т/ч	Замерено	4,8			4,8		
Давление сетевой воды на входе в котел	$P'_{сх}$	КПа	Замерено	200			200		
Давление сетевой воды на выходе из котла	$P''_{сх}$	КПа	Замерено	180			180		
Гидравлическое сопротивление котла	$\Delta P$	КПа	$\Delta P = P'_{сх} - P''_{сх}$	20			20		
Температура воды на входе в котел	$t'_{сх}$	°C	Замерено	59			61		
Температура воды на выходе из котла	$t''_{сх}$	°C	Замерено	69			78		
Разность температур	$\Delta t$	°C	$\Delta t = t''_{сх} - t'_{сх}$	10			17		
Теплопроизводительность котла	$Q_{к}$	МВт	$Q_{к} = B \cdot Q_{н}$	0,05	0,06	0,06	0,09	0,09	0,09

Рис. 7.8. Сводная таблица результатов расчетов

## Калькулятор «Теплотехнический расчет»

Данная разработка представлена в наборе программ-калькуляторов Excel на сайте «Современные строительные системы и технологии» (<http://www.ssst.ru>).

Как и другие программы на этом сайте, RAR-файл с программой может быть свободно загружен пользователем Интернета. В загружаемом с сайта файле содержится один файл Теплотехн.xls, который может быть помещен в любую удобную для пользователя папку. При работе с ним не требуется специальная настройка безопасности, так как он не содержит макросов. На листах книги Excel установлена защита, но, например при необходимости изменить некоторые формулы, она может быть снята (вкладка Рецензирование ► Снять защиту листа), так как пароль защиты не задан.

Разработчиком не поставляется какой-либо сопроводительной документации или инструкции по работе с программой, поэтому для выполнения расчетов требуется хорошее знание данной предметной области.

На рис. 7.9 показан общий вид окна Excel с открытым листом Расчет, который содержит основные вычисления.

Полный вид листа Расчет показан на рис. 7.10.



**ВНИМАНИЕ**

Изображенный в некоторых ячейках текст #ЗНАЧ! не свидетельствует об ошибках программы, его скорее можно считать небольшой недоработкой. В этих ячейках содержатся формулы, связанные с вычислением параметров конденсации. В показанном примере эффекта конденсации нет (об этом сообщает вычисляемое содержимое ячейки С15).

На листе Стена (рис. 7.11) пользователь может выполнить расчет многослойной неоднородной конструкции. Размеры отдельных элементов конструкции и параметры потока вводятся непосредственно на схематическом изображении в выделенные цветом ячейки, при этом в таблице отображаются результаты расчетов.



Рис. 7.11. Лист Стена

На рис. 7.12 показан лист Дюбели. Исходные данные для расчетов находятся в ячейках С3 : С6, С9 и F3 : F6. Остальные значения рассчитываются исходя из этих значений.

**СОВЕТ**

На этом листе защита распространяется на все ячейки, включая ячейки исходных данных. Поэтому для выполнения расчетов необходимо предварительно снять защиту.

Расчет воздухопроницания производится на листе Воздухопр (рис. 7.13). Исходные данные вводятся в ячейки С9 : С12. Данные в ячейках С6 : С7 и G8 : G13 являются вспомогательной информацией, помогающей задать правильные значения ячеек С9 : С12. Результаты расчета отображаются в ячейках C13 и C14.

В табл. 7.2 приводятся основные характеристики программы теплотехнических расчетов.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		Консоль L, см	8		Плотность утепл. Кг/м3	140
4		Диаметр дюбеля d, мм	5		Толщина см	5
5		Расч. Сопротивл. Rd, кг/см2	1000		Плотность штукат. Кг/м3	1800
6		Модуль упр-ти Ed, кг/см3	2100000		Толщина см	2
7						
8						
9		Ветровая н-ка Nв, кг/м2	20			
10		Консольная н-ка P, кг	36			
11		Распредел. Н-ка g, кг/см	0,875			
12						
13		Площадь сечен. Ad, см2	0,196			
14		Момент инерции Jd, см4	0,0031			
15		Момент сопрот. Wd, см3	0,0123			
16						
17		К-во по прочности, n, шт	2,44			
18		К-во по деформац., n, шт	0,00			

Рис. 7.12. Лист Дюбели

	A	B	C	D	E	F	G	
1								
2								
3								
4								
5		<b>Расчет воздухопроницания</b>						
6		<b>Вид конструкции</b>		<b>Нормативная воздухопроницаемость</b>				
7		Стены	1	N	<b>Ограждающие конструкции</b>		G	
8		Окна, двери	2	1	Наружные стены, перекр., покрыт.жил. общ., здан	0,5		
9		Вид конструкции	1	2	То же производственных зданий	1		
10		Высота здания от земли до карниза H, м	10	3	Входные двери в квартиры	1,5		
11		Внутр. темп-ра t, град	18	4	Окна и балконные двери	10		
12		Нормат. воздухопр-ть Gнорм, кг/м2хч	0,5	5	Зенитные фонари (тепло не >23 Вт/м3)	15		
13		Расч.разн-ть давл. P, Па	21,83	6	Зенитные фонари (тепло >23 Вт/м3)	30		
14		Сопр.возд.прониц тр Rв,тр, м2хЧх Па/кг	43,66					

Рис. 7.13. Лист Воздухопр

Таблица 7.2. Основные характеристики программы «Теплотехнический расчет»

<b>Название</b>	Теплотехнический расчет
<b>Автор</b>	Современные строительные системы и технологии
<b>E-mail</b>	–
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.ssst.ru">http://www.ssst.ru</a>
<b>Файл</b>	Teplotex.rar
<b>Размер файла</b>	24 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	27.11.01
<b>Условия использования</b>	бесплатная

## Глава 8

---

# Бланки, документы, технические спецификации

Возможности Excel по форматированию текста, оформлению таблиц, вычислению по заданным формулам с успехом могут быть использованы при подготовке документов различного вида. В простейших документах используются лишь основные инструменты форматирования, в то время как в более сложных случаях могут найти применение функции поиска, работа с несколькими листами рабочей книги, макросы и т. д.

## Типовые бланки и отдельные расчеты

Многие справочно-информационные системы, например «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/online>), позволяют загружать файлы бланков документов. С успехом можно использовать и справочную систему «Гарант» (<http://www.garant.ru>), которая также предоставляет свободный доступ в Интернете к некоторой части своей информации. В системе «Гарант» имеются две отдельные части: Интернет-версия «Основные нормативные акты» (<http://iv2.garant.ru>) и Интернет-версия «Законодательство России» (<http://iv.garant.ru>). Обратившись к этим справочным системам, можно получить большинство необходимых документов.

Бланки документов часто подготовлены в формате Excel. В справочных системах подобного рода бланки предоставляются в чистом виде, то есть их графы не содержат расчетных формул, даже если это простые формулы суммирования. Эти бланки предназначены для распечатки или ручного заполнения на компьютере и являются хорошей заготовкой для дальнейшей работы. Если известны правила заполнения бланков, то добавить в них необходимые формулы несложно.

## Автоматизация составления документов

Первоочередная задача автоматизации деятельности менеджера во многих случаях заключается в облегчении подготовки и заполнения документов. Полный их список может быть достаточно велик. Очевидно, что все виды документов могут требоваться далеко не всегда и не всем пользователям. Каждый из них должен составить свой собственный набор документов. В этой главе будут показаны основные приемы работы с наиболее часто используемыми документами.

### Унифицированные формы для расчетов с покупателями

Большое внимание в работе многих сотрудников уделяется правильному и своевременному оформлению документов на реализованную продукцию (работы, услуги), а также контролю расчетов с покупателями. От наличия и правильности оформления документов на поставку зависит исчисление налогов, как поставщиками, так и покупателями.

Для учета реализации утверждены формы документов (ТОРГ-12, счет-фактура, ИНВ-17). Некоторые документы составляются в свободной форме с соблюдением необходимых реквизитов (счет, акт, договор).

### Счет-фактура и счет

Создание и автоматическое заполнение подобных документов в Excel может быть выполнено различными способами. Рассмотрим заполнение бланка документа на примере счета-фактуры.

Для учета счетов-фактур и автоматического заполнения их бланков можно предусмотреть создание дополнительного листа Список (содержащего исходные данные) и использование функций ВПР или ГПР для поиска и вставки данных в соответствующие поля бланка. Если в каждом бланке располагаются данные только по одному наименованию товара, то такой простой метод вполне допустим. Однако в большинстве случаев в счетах-фактурах приходится указывать несколько наименований товаров, и этот вариант значительно усложняет процесс поиска данных на дополнительном листе. Возможны различные способы решения этой проблемы. Можно, например, на листе Список (рис. 8.1.) делать записи, соответствующие каждому счету-фактуре, указывая при этом один и тот же номер, но различные товары. Очевидно, что такие записи, скорее всего, будут располагаться друг за другом одной группой, и этот факт можно использовать при автоматизации заполнения бланка.

Первая часть бланка счета-фактуры (рис. 8.2) содержит номер, дату, реквизиты продавца и покупателя. Эта часть заполняется формулами совершенно аналогично рассмотренному ранее случаю. При этом для поиска данных в ячейках листа Список могут использоваться функции ВПР или ГПР. Вторая часть содержит таблицу с данными товаров, в этом случае именно ее автоматическое заполнение представляет наибольший интерес, и с этим же связаны основные трудности.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Номер	Дата	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоим.				
2	2	01.02.2007	стол	шт.	2	5000				
3	2	01.02.2007	стул	шт.	10	1000				
4	3	02.02.2007	шкаф	шт.	3	15000				
5	4	02.02.2007	стол	шт.	5	5000				

Рис. 8.1. Данные счетов-фактур

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
14	Адрес										
15	ИНН / КПП покупателя										
16											
17											
18	Наименование товара (описание выполненных работ, оказанных услуг), имущественного права			Единица измерения	Количество	Цена (тариф) за единицу измерения	Стоимость товаров (работ, услуг), имущественных прав, всего без налога	В том числе акциз	Налоговая ставка	Сумма налога	
19	1			2	3	4	5	6	7	8	
20	стол			шт.	5	5000	25000		18%	4500	
21							0		18%	0	
22							0		18%	0	
23							0		18%	0	
24	<b>Всего к оплате</b>										
										<b>4500,00</b>	

Рис. 8.2. Счет-фактура

Будем предполагать, что наименования товаров, соответствующие одному счету-фактуре, будут располагаться одной группой в соседних строках листа Список. В противном случае вся логика работы алгоритма поиска будет меняться, и соответственно изменятся формулы в ячейках бланка. Предполагается, что формулы в ячейках в этом случае могут быть достаточно сложными и длинными, поэтому можно сохранять некоторые промежуточные результаты во вспомогательных ячейках. Вспомогательные ячейки не должны распечатываться при выводе на принтер самого бланка счета-фактуры, поэтому их можно расположить на листе Список или еще одном дополнительном листе. Можно также просто скрыть эти ячейки или указать соответствующую бланку область печати.

Номер счета-фактуры является основным критерием для поиска данных. Во вспомогательную ячейку O9 занесена обычная формула =ВПР (B5; Список!A2:F9; 3; ЛОЖЬ). Таким способом определяется первое наименование товара данного счета-фактуры. В другой вспомогательной ячейке O11 находится формула =ПОИСКПОЗ (O9; Список!C2:C4; 0). По этой формуле определяется позиция найденного наименования товара (содержимое ячейки O9) в массиве ячеек C2:C4 листа Список (при этом требуется точное совпадение текста).

Основная сложность состоит в вычислении данных ячеек столбцов таблицы Наименование товара, Единица измерения, Количество и Цена. В первой строке столбца Наименование товара размещена формула =ЕСЛИ (ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$9; \$O\$11; 1) =\$B\$5; ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$9; \$O\$11; 3); " "). По этой формуле присваивается значение ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$9; \$O\$11; 3) (в массиве ячеек !A\$2:\$F\$9 листа Список ищется значение ячейки

=\$O\$11, результат вычисления данной функции присваивается из столбца №3 найденной строки). Этот результат вычисления присваивается только в том случае, если выполняется условие проверки: содержимое столбца №1 найденной строки должно совпадать с содержимым ячейки \$B\$5 (номер счета-фактуры). В других случаях должно присваиваться значение " " (пустая строка). Следующие ячейки этой строки содержат аналогичные формулы, только результат присваивается из столбцов №4, 5, 6. Далее в ячейках этой строки таблицы счета-фактуры находятся простые формулы вычислений итоговых сумм, при этом проверяется содержание ячеек Количество и Цена. Если ячейки пусты, то присваивается нулевое значение. Например, для вычисления стоимости товара используется формула =ЕСЛИ(И(Е20<>" "; F20<>" ") ; E20\*F20 ; 0).

В следующих строках таблицы содержатся аналогичные формулы, но для использования следующего наименования товара приходится делать сдвиг по списку на одну строку вниз, поэтому в следующей строке столбца Наименование товара находится формула =ЕСЛИ(ИНДЕКС(Список!\$A\$2:\$F\$9; \$O\$11+1; 1) =\$B\$5; ИНДЕКС(Список!\$A\$2:\$F\$9; \$O\$11+1; 3) ; " "). Аналогичные изменения формул делаются и для остальных ячеек таблицы.

Приведенный пример работает правильно, если в счетах-фактурах встречаются только различные наименования товаров. Если есть одинаковые наименования товара в различных счетах-фактурах, то в этом случае выясняется, что данный вариант формул не совсем точен. Например, для счета-фактуры №4 в ячейке O11 вычисляется значение 1, хотя эта позиция соответствует другому счету-фактуре. В результате данные этого счета-фактуры печатаются правильно, но не в первой, а в четвертой строке таблицы (этот номер соответствует сдвигу данных на листе Список). Это происходит потому, что в формуле поиска в ячейке O11 использовалось значение ячейки O9 (наименование товара). Если для поиска использовать значение ячейки B5 (номер счета-фактуры) и соответственно изменить диапазон ячеек на Список!A2:A9, то в ячейке O11 вычисляется правильное значение 4. Теперь все работает правильно. Кроме того, в этом варианте значение ячейки O9 нигде не используется, и ее можно очистить.

Ячейки, в которых вычисляются величины налогов и итогов, были запрограммированы ранее, поэтому при вводе конкретного номера счета фактуры в ячейку B5 происходит автоматическое заполнение таблицы наименованиями товаров и вычисление всех необходимых итоговых значений.

## СОВЕТ

Рассмотренный пример предполагает, что количество товаров в каждом из счетов-фактур не будет превышать количества строк в таблице бланка. Если необходимо составлять более длинные списки товаров в одном счете-фактуре, то необходимо увеличить количество строк, возможно, перенести их на второй лист. При увеличении количества документов нужно будет расширить диапазон ячеек листа Список, в котором происходит поиск данных (вместо \$A\$2:\$F\$9 указать большее значение). Изменение во всех формулах удобно производить операцией Заменить... (кнопка Найти и выделить вкладки ленты Главная). Одновременно с этим будет необходимо изменить диапазон ячеек в формуле, содержащейся в ячейке O11.

По аналогии со счетом-фактурой может быть автоматизировано заполнение бланков счетов, которые используют практически те же самые данные. С практической точки зрения, целесообразно объединение этих двух бланков в одной книге Excel.

## Приходная и расходная накладные

Автоматизация заполнения бланков накладных может быть выполнена аналогичными методами. Рассмотрим вариант заполнения бланка приходной накладной.

Основные данные могут быть сгруппированы на отдельном листе книги Excel (лист Список, см. рис. 8.3). Этот лист содержит список товаров, даты и номера накладных, а также другие данные. Одному наименованию товара соответствует одна строка в общем списке.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Номер	Дата	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоим.				
2	2	01.02.2007	стол	шт.	2	5000				
3	2	01.02.2007	стул	шт.	10	1000				
4	2	02.02.2007	шкаф	шт.	3	15000				
5	3	02.02.2007	стол	шт.	5	5000				
6										

Рис. 8.3. Данные приходных накладных

Бланк накладной находится на листе Приходная накладная, который показан на рис. 8.4. Для автоматического заполнения бланка в его ячейки введены формулы, содержащие функции ВПР и ИНДЕКС. Использование функции ЕСЛИ позволяет дополнительно обрабатывать вычисленные значения ячеек.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Организация								
2	ИИН								
3	<b>Приходная накладная № 2</b>								
4	от 01.02.2007								
5	Склад								
6									
7	№ п.п.	Наименование			Ед. изм.	Цена	Кол-во	Сумма	
8									
9	1	стол			шт.	5000	2	10000	
10	2	стул			шт.	1000	10	10000	
11	3	шкаф			шт.	15000	3	45000	
12	4							0	
13	5							0	
14	6							0	
15	7							0	

Рис. 8.4. Приходная накладная

При заполнении бланка накладной пользователю необходимо ввести в ячейке G3 ее номер. Вся дальнейшая работа может быть автоматизирована. По введенному номеру накладной с помощью формулы =ВПР(G3;Список!A2:F9;2;ЛОЖЬ) определяется дата накладной (ячейка E4). В данном случае в ячейках Список!A2:F9 ищется точное значение (на это указывает четвертый аргумент, имеющий значение ЛОЖЬ), совпадающее с содержимым ячейки G3. Во втором столбце (на это указывает третий аргумент функции) строки с найденным значением находится искомая дата накладной. Это значение возвращается функцией ВПР.

Ячейки таблицы с наименованиями товаров и их данными заполняются другими формулами. Например, в ячейку B9 (наименование товара) введена формула =ЕСЛИ (ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$20;\$O\$11;1)=\$G\$3;ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$20;\$O\$11;3);" "). Другие ячейки этого столбца таблицы вместо значения \$O\$11 содержат \$O\$11+1, \$O\$11+2 и т. д.

Остальные ячейки таблицы бланка накладной заполнятся аналогичными формулами. В аргументы функций вносятся незначительные изменения, соответствующие номеру столбца или строки таблицы. Например, в ячейке E9 находится формула =ЕСЛИ (ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$20;\$O\$11;1)=\$G\$3;ИНДЕКС (Список!\$A\$2:\$F\$20;\$O\$11;4);" "). Она отличается от формулы в ячейке B9 заменой значения 3 на 4.

В данных формулах используется значение ячейки \$O\$11, содержащей формулу =ПОИСКПОЗ (G3;Список!A2:A20;0). Так определяется номер первой строки, содержащей значение ячейки G3 в массиве ячеек Список!A2:A20. Это значение многократно используется в других формулах, поэтому оно сохранено во вспомогательной ячейке. В данном примере столбец O скрыт, чтобы вспомогательные данные не выводились на печать.

Функция ИНДЕКС позволяет получить значения соответствующих ячеек массива исходных данных. Функция ЕСЛИ обрабатывает полученный результат и записывает в ячейки значение " " (пустая строка), если на листе Список уже использованы все строки, относящиеся к данной накладной.

Для написания суммы прописью использована функция =руб (H23;1), которая требует подключения надстройки Деньги прописью.

## СОВЕТ

Этот пример является почти законченным вариантом автоматизации заполнения приходной накладной. Может потребоваться только добавить на лист Список данные для заполнения некоторых полей бланка (Организация, ИНН, Склад, Принял, Сдал). При применении бланка в одной организации достаточно просто ввести эти данные в ячейки листа Приходная накладная. Для практической работы, вероятно, потребуется расширить диапазон ячеек данных, изменив соответствующие формулы. При этом очень важно не забыть изменить диапазон поиска и в ячейке O11.

При заполнении листа Список необходимо располагать строки, относящиеся к одной накладной, в виде единой группы. Если между строками будет допущен разрыв или вставлены данные другой накладной, то заполнение бланка накладной будет искажено. Подобную ситуацию можно дополнительно предусматривать и выполнять ее обработку, но в таком случае формулы в ячейках таблицы бланка значительно усложнятся.

## Microsoft Office Extensions

Хорошими примерами автоматизации отдельных видов деятельности могут быть многочисленные разработки, представлявшие на конкурс Microsoft Office Extensions. Этот конкурс проводился компанией Microsoft несколько лет назад, но на страницах сайта и сейчас можно найти его материалы (<http://www.offext.ru>). Все присланные разработки проверялись, оценивались и комментировались редакцией журнала PC Magazine Russian Edition. Среди них значительную долю составляют

средства, выполненные на базе Excel. Некоторые из них были представлены в виде демонстрационных версий, но многие представляли собой бесплатные полнофункциональные версии программ. Со времени их создания прошло несколько лет, поэтому некоторые из них успели устареть по причине изменений в законодательстве. Особенно это относится к программам расчета заработной платы. Кроме того, многие даже бесплатные версии программ имеют парольную защиту программной части (модули Visual Basic, макросы). Основная часть программ создавалась не ради конкурса, а для удовлетворения собственных потребностей; ко времени публикации они уже имели значительный стаж практического применения, поэтому можно надеяться, что их авторы продолжают совершенствовать свои разработки, и у них есть более современные версии.

## Система складского учета Doors

Данная разработка представляет собой комплексное решение *задачи складского учета*. Программа реализована на Visual Basic в виде иерархической системы модулей (XLA-файлов) с хранением базы данных (БД) в XLB-файлах. При работе используется табличный интерфейс Excel с диалоговыми формами для ввода параметров и графическими диаграммами для представления результатов. Вместе с программой поставляется демонстрационная БД. Пример реализован в виде отдельного модуля, воспроизводящего функциональность остальных рабочих блоков.

Обращает на себя внимание блок начальной настройки — необходимый атрибут любой достаточно сложной программы. Этот блок служит для настройки каталогов и присвоения значений некоторым другим параметрам, выводится только при первом запуске системы (или пока не соблюдены все правила проверки). Например, по умолчанию предполагается, что все файлы и папки программы находятся внутри основной папки C:\DOORS.

Исходный код программы полностью доступен для просмотра. Его анализ и изучение могут служить хорошим примером для обучения. Для предохранения пользовательского интерфейса от возможных искажений используются средства защиты листа.

Программа имеет важную особенность: при работе она переводит Excel в полноэкранный режим без показа обычных элементов управления (ленты в Excel 2007 или меню с панелями инструментов в предыдущих версиях). При выходе из программы обычный оконный режим работы не восстанавливается, и для многих пользователей это может оказаться проблемой.

### СОВЕТ

Для возврата к обычному режиму работы Excel необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на иконке в левом верхнем углу окна, в появившемся меню (так называемом системном меню) выбрать пункт Восстановить. Обычный вид рабочего окна Excel будет восстановлен.

Кнопки управления в главном меню программы (рис. 8.5) имеют вид дверей (видимо, отсюда и происходит название программы) с соответствующими табличками — названиями модулей. Основные модули программы:

- ✓ продажи (управление счетами, клиентами);
- ✓ закупки (заказы товаров);

- ✓ товары + (товары, ассортиментные группы, клиенты, поставщики, прайс-лист, типы расчетов);
- ✓ статистика (отчеты, складская ведомость);
- ✓ оплаты (входящие и исходящие платежи);
- ✓ склад (состояние склада);
- ✓ разное (возвратные накладные, маркетинг, очистка баз данных).



Рис. 8.5. Главное меню программы Doors

Работа с программой достаточно понятна, первому знакомству помогает также уже упоминавшийся демонстрационный пример. Он запускается как отдельный модуль (файл `demo.xla`) или в главном меню программы кнопкой DOORS. Кроме этого, имеется документация, в которой описываются системные требования, структура файлов и папок. Особенно подробно, буквально по шагам, в ней описываются действия пользователя во время работы с программой. Навигация в программе проста, только для переключения между окнами в некоторых случаях используется кнопка **Назад**, а в других — **Сброс**. Программа предназначена для ведения учета достаточно сложной деятельности, например предусмотрено создание различных категорий товаров. Возможен учет доступных товаров, резерва и товаров, находящихся «в пути». В модуле Статистика предусмотрено построение различных видов отчетов, иногда достаточно сложных, например, сводного отчета по закупкам товаров всеми клиентами. Ввод данных и их редактирование происходит в специальных диалоговых окнах, для просмотра различного рода списков (например состояния склада) используются окна, напоминающие лист Excel с дополнительными кнопками управления.

Например, для создания нового счета необходимо в главном меню программы нажать кнопку **Продажи** (дверь с табличкой **Продажи**). Если ранее не был создан соответствующий клиент, то в открывшемся окне следует нажать кнопку **Клиенты** и далее ввести все его данные. На рис. 8.6 показано окно редактирования данных клиента. В другом

случае следует нажать кнопку Счета, затем в новом окне (список ранее созданных счетов, рис. 8.7) нажать кнопку Добавить и выбрать категорию товаров (категории товаров и сами товары, разумеется, должны быть введены заранее). Открывается окно со списком товаров выбранной категории (рис. 8.8), в котором и происходит создание счета. Далее в списке товаров просто отмечается нужное количество конкретного товара (сумма вычисляется автоматически) и нажимается кнопка Счет.

Рис. 8.6. Редактирование данных клиента

код	тип	дата	отгружен	клиент
000001	M	02-03-99	02-03-99	"Локо", ООО, магазин
000002	M	02-03-99	02-03-99	"Лаванда", ООО
000003	M	03-03-99	04-03-99	"Продукты", магазин на Будапештской
000004	M	03-03-99	03-03-99	"Локо", ООО, магазин
000005	M	04-03-99	04-03-99	Заказы для сотрудников
000006	K	04-03-99	04-03-99	"Нарвский", универмаг
000007	M	04-03-99	04-03-99	"Парус", универмаг
000008	K	04-03-99	04-03-99	Промтовары, магазин на пр.Науки
000009	M	04-03-99	04-03-99	Списание на брак
000010	P	04-03-99	04-03-99	"Марьяж", ресторан
000011	K	04-03-99	04-03-99	Оптовая база №8
000012	P	05-03-99	-----	Морской вокзал

Рис. 8.7. Список счетов в модуле Продажи

Перед созданием списка товаров в счете необходимо указать клиента (раскрывающийся список в верхней части окна). Счет можно заполнить в рублях или в у. е., указав их курс; можно настроить величину скидки и НДС. После нажатия кнопки Счет на экран выводится новое окно с подготовленным счетом (рис. 8.9), который можно просмотреть перед печатью, сразу распечатать, а также подготовить на-

кладную к данному счету. Сохраняется счет нажатием кнопки Сохранить. Из окна подготовки (редактирования) счета можно также создать накладную (рис. 8.10), счет-фактуру (рис. 8.11), поставить отметку отгрузки, просмотреть список документов с данным наименованием товара и т. п.

<b>СЧЕТ:</b> M-000013		отгружен : Нет	10-07-2007	договор:					
		клиент :		оплата:					
<b>Товары :</b>	Добавить	<b>Документ :</b> в У.Е.		<b>Итого (УЕ)</b> 0,00					
Спрятать	Очистить	<b>Счет</b>	прин.	<b>Скидка (%)</b>					
Данные	Справка	<b>Фактура</b>	Накл.	со скидкой (УЕ) 0,00					
с тельняшкой	Найти	<b>Сохранить</b>	<b>Сброс</b>	<b>Курс за 1 УЕ (руб.)</b> 1					
Документы				<b>Итого к оплате (руб.)</b> 0,00					
				НсП,%    НДС,% 10    0,00					
Код и наименование			емк	цена, УЕ	Склад			Счет	
В счете : 0 наим. ; 0 штук					в пути	дост	рез	шт	УЕ
кф001	Кефир в стекл.бутылке		0,5л	3,10	0	200	0		
кф023	Кефир фруктовый в тетрапаке		1л	4,00	0	250	0		
кф021	Кефир фруктовый в тетрапаке		0,5л	2,80	0	280	0		
кф022	Кефир Деревенский		0,5л	3,3	0	320	0		
см001	Сметана жирность 10%		0,3л	5,60	0	300	0		
см002	Сметана жирность 15%		0,3л	6,00	0	250	0		
см004	Сметана Деревенская		0,3л	6,00	0	230	0		
	Молоко в тетрапаке		1л	4,90	0	98	0		
	Молоко в пакете		0,5л	2,50	0	478	0		
йо004	Йогурт банановый		1л	4,20	0	78	0		
йо004	Йогурт вишневый		0,25л	2,10	0	270	0		
йо005	Йогурт вишневый		0,5л	4,2	0	108	0		
йо002	Йогурт земляничный		0,25л	2,40	0	60	0		

Рис. 8.8. Начало формирования нового счета

<b>ВАШ ЛОГОТИП</b>		Поставщик : <b>ЗАО "СУПЕР-ОПТ"</b>				
ИНН XXXXXXXXXXX XXXXXX RUR XXXXXX Петербургское отделение ММБ г.Санкт-Петербург р/сч XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX и/счXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX МФО XXXXXXXXXX						
Печать	1	Накладная	СЧЕТ № <b>M-000001</b> 02-03-1999			
просмотреть		Назад	СУММА : <b>1 976,60</b> руб.			
ПЛАТЕЛЬЩИК (получатель) : "Локо", ООО, магазин						
Дополнение: Срок оплаты : . Товар будет отгружен получателю в течение 3-х дней с момента поступления денег на расчетный счет продавца. В случае увеличения курса условной единицы более чем на 3% товар выдается после оплаты курсовой разницы.						
№ пп	Код	Наименование	Ед. изм.	Цена усл.ед.	Кол-во шт	Сумма усл.ед.
1	кф001	Кефир в стекл.бутылке	0,5л	3,1	40	124,00
2	кф023	Кефир фруктовый в тетрапаке	1л	4	40	160,00
3	кф021	Кефир фруктовый в тетрапаке	0,5л	2,8	20	56,00
4	кф022	Кефир Деревенский	0,5л	3,3	20	66,00
5	см001	Сметана жирность 10%	0,3л	5,6	20	112,00
6	см002	Сметана жирность 15%	0,3л	6	40	240,00

Рис. 8.9. Сформированный счет



В программе предусмотрены настройки модулей, которые позволяют гибко изменять относящиеся к их работе параметры. Пример настройки параметров одного из модулей показан на рис. 8.12.

Печать		3	Назад		Поставщик : <b>ЗАО "СУПЕР-ОПТ"</b>		
просмотреть							
НАКЛАДНАЯ №				<b>M-000001</b>		Дата : 02-03-1999	
ПЛАТЕЛЬЩИК (получатель) : "Локо", ООО, магазин							
Срок оплаты : .							
№ пп	Код	Наименование	Ед. изм.	Цена усл.ед.	Кол-во шт	Сумма усл.ед.	
1	кф001	Кефир в стекл.бутылке	0,5л	3,1	40	124,00	
2	кф023	Кефир фруктовый в тетрапаке	1л	4	40	160,00	
3	кф021	Кефир фруктовый в тетрапаке	0,5л	2,8	20	56,00	
4	кф022	Кефир Деревенский	0,5л	3,3	20	66,00	
5	см001	Сметана жирность 10%	0,3л	5,6	20	112,00	
6	см002	Сметана жирность 15%	0,3л	6	40	240,00	
7	см004	Сметана Деревенская	0,3л	6	40	240,00	
8		Молоко в тетрапаке	1л	4,9	12	58,80	
9		Молоко в пакете	0,5л	2,5	12	30,00	
10	йо004	йогурт банановый	1л	4,2	42	176,40	
11	йо004	йогурт вишневый	0,25л	2,1	40	84,00	

Рис. 8.10. Накладная

Печать		2	Назад		СЧЕТ - ФАКТУРА N <b>M-</b>		от		
просмотреть									
Поставщик : ЗАО "СУПЕР-ОПТ"				Покупатель : "Локо", ООО, магазин					
Адрес : СПб, ул.Оптовая, 12				Адрес : _____					
Р/с N : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx				Р/с N : _____ в _____					
Кор.счет N : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx				Кор.счет N : _____					
Город : Санкт-Петербург				Город : _____					
ИНН поставщика : xxxxxxxxxx				ИНН покупателя : _____					
Код по ОКОНХ : xxxxxx				Код по ОКОНХ : _____					
Грузоотправитель : он же				Код по ОКОНХ : _____					
Грузополучатель : _____				Код по ОКОНХ : _____					
К платежно-расчетному документу N M-000001 от 02-03-1999									
N пп	Код товара	Наименование товара	Код по ОКДП	Ед. изм.	Цена с НДС УЕ	Кол-во шт	Цена руб.	Сумма руб.	
1-а	1-б	1	2	3	3-а	4	5	7	
1	кф001	Кефир в стекл.бутылке		0,5л	3,10	40	2,82	112,73	
2	кф023	Кефир фруктовый в тетрапаке		1л	4,00	40	3,64	145,45	

Рис. 8.11. Счет-фактура

Подобным образом выполняются и многие другие операции.

Отличительной особенностью программы является блок расчета закупок на основе анализа статистики продаж. Пользователю предлагается уникальная графическая методика. Автор утверждает, что методика применялась на практике в течение двух

лет работы менеджером по закупкам. С помощью этой методики поток товаров обретает наглядное представление в информативных графиках, на основе которых пользователь может рассчитывать ряд важнейших показателей товарооборота. Кроме этого, может формироваться несколько вариантов документов, представляющих необходимую информацию в табличном виде. Примером такого документа может служить отчет о продажах, показанный на рис. 8.13.

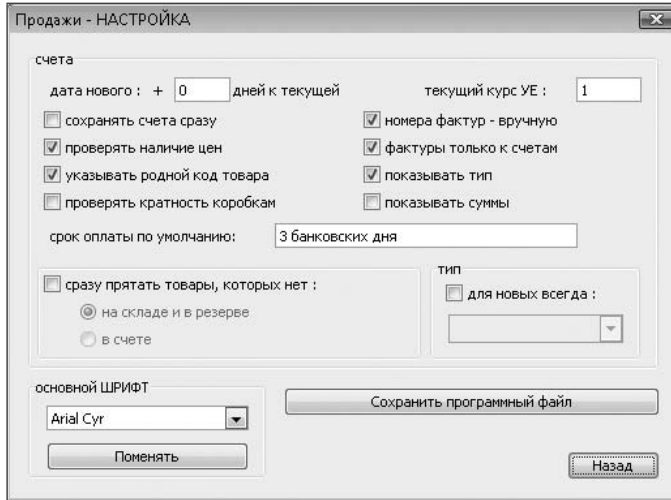


Рис. 8.12. Настройки модуля Продажи

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1															
2		Назад													
3		30-12-1996 - 10-07-2007													
4		по резервированию													
5															
6		Т о в а р ы													
7															
8															
9	Код у поставщика	Наименование													
9	й0002	йогурт земляничный	0,25	л	100					40					
10	й0001	йогурт земляничный	0,5	л	42										
11	й0005	йогурт вишневый	0,5	л	42			30		40		20			
12	й0004	йогурт вишневый	0,25	л	60			30		40					
13	й0004	йогурт Петербургский	0,5	л	42		50								
14	й0004	йогурт банановый	1	л	112			30				20			
15	кф001	Кефир в стекл. бутылке	0,5	л	40	40	20	20		20		60			
16	кф023	Кефир фруктовый в тетрапаке	1	л	70	40	20			20					
17	кф021	Кефир фруктовый в тетрапаке	0,5	л	60	40				20					
18	кф022	Кефир Деревенский	0,5	л	60	20									
19	см001	Сметана жирность 10%	0,3	л	20		30	50							

Рис. 8.13. Отчет о продажах товаров по клиентам

При работе с программой следует учитывать некоторую специфику ее реализации. Вся вводимая информация хранится, как уже отмечалось, не в базе данных, а в файлах, поэтому удаление некоторой введенной ранее информации вызывает проблемы. При возникновении подобной ситуации, например ошибочном вводе данных, их следует просто изменить на другие. При первоначальном заполнении справочников разработчиками рекомендуется придерживаться следующего порядка:

- ✓ поставщики;
- ✓ типы счетов;
- ✓ ассортиментные группы;
- ✓ структура ассортимента и товары;
- ✓ клиенты.

Еще одна особенность работы с программой связана с ее модульным построением. Все модули выполнены в виде отдельных файлов, при работе некоторых из них возникает необходимость открывать вспомогательные файлы, и поэтому одновременно открывается большое количество окон Excel. Конечно, работа происходит в одном из них, оно в такой момент заслоняет все вспомогательные окна (файлы), и те не видны пользователю. Однако если обычный порядок работы был нарушен, например пользователь свернул все окна, то при продолжении работы найти среди них нужное может оказаться непросто, особенно при малом опыте работы с программой.

**Таблица 8.1.** Основные характеристики программы Doors

<b>Название</b>	DOORS — локальная система складского учета (Excel 97)
<b>Автор</b>	Ардинов Алан Васильевич
<b>E-mail</b>	alan@h-labs.spb.ru
<b>Веб-страница</b>	<a href="http://www.terchy.com">http://www.terchy.com</a>
<b>Файл</b>	Doors.zip
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	15.01.00
<b>Условия использования</b>	бесплатная

При ежемесячном подведении итогов конкурса Microsoft Office Extensions в январе 2000 года программа получила первый приз.

Версия программы, представленная на сайте Microsoft, разработана в соответствии с законодательством своего времени, и сейчас в ней можно обнаружить устаревшие моменты, например вычисление уже отмененного налога с продаж или использование старых вариантов бланков. Автор продолжает работу над программой, и сейчас существует более новая версия, которую можно свободно загрузить с сайта.

## Технические спецификации

Технические спецификации, создаваемые в процессе подготовки *конструкторских документов*, также являются бланками определенного вида. Для их автоматического заполнения могут использоваться описанные ранее приемы работы и функции Excel.

Одним из примеров автоматизации подготовки технических спецификаций может служить программа Texcel (автор — Брагин И. В., <http://www.verzak.ru>). Данная программа является бесплатной и может быть свободно загружена с сайта.

Программа предназначена для разработки в Microsoft Excel следующих конструкторских документов, оформляемых по ЕСКД:

- ✓ спецификаций по вариантам А и Б;
- ✓ перечней элементов (ПЭ);
- ✓ таблиц соединений (ТЭА);
- ✓ ведомостей покупных изделий (ВП);
- ✓ ведомостей эксплуатационных документов (ВЭ).

При помощи программы обеспечивается:

- ✓ создание нужного бланка при вводе обозначения документа;
- ✓ редактирование документов;
- ✓ отображение границ листов при редактировании;
- ✓ заполнение основной надписи;
- ✓ автоматическое добавление листа регистрации изменений (ЛР);
- ✓ оформление документов для печати;
- ✓ заполнение разделов спецификации и простановка номеров позиций;
- ✓ автоматизированное наполнение БД записями из спецификации;
- ✓ коллективная работа по сети.

Данная программа загружается с сайта в виде ZIP-файла, который необходимо разархивировать в какую-либо папку. Для установки программы требуется запустить файл Tinstall.exe, который выполняет все необходимые настройки программ. Возможна «ручная» настройка, этот вариант установки также описан в прилагаемой инструкции. В инструкции описывается и порядок работы при создании и редактировании документов.

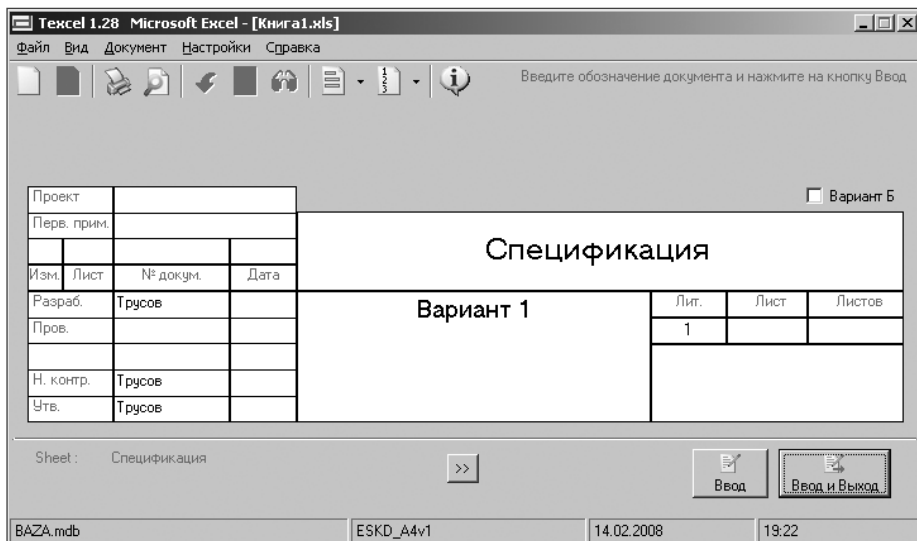



Рис. 8.14. Диалоговое окно ввода данных основной надписи

**ВНИМАНИЕ**

Автор программы отмечает, что отладка программы проводилась в Excel 2003 и частично в Excel 2007, операционная система Windows XP. При попытке автора книги установить программу в Excel 2007 и Windows Vista были отмечены некоторые проблемы. Вероятно, их можно было бы благополучно разрешить, но было принято решение использовать другую платформу. Вся дальнейшая работа с программой выполнялась в Excel 2003 и операционной системе Windows 2000.

При установке программы к панелям инструментов Excel добавляется панель, содержащая кнопку  **Осн. надпись...** Основная надпись. При нажатии на эту кнопку создается лист Excel Список, в котором в дальнейшем будут фиксироваться все создаваемые документы, а также открывается диалоговое окно (рис. 8.14) ввода основных параметров документа. Введенные параметры можно сохранить в БД, и впоследствии они будут использоваться по умолчанию при создании новых документов. Для этой цели предназначена кнопка Ввод. Кнопка Ввод и выход сохраняет данные и закрывает данное диалоговое окно.

Для создания нового документа используется пункт меню Документ ► Новый, и вводится обозначение нового документа.

**ВНИМАНИЕ**

Код вида документа (ПЭЗ, ПЭ4, ТЭ4, ВП, ВЭ) следует вводить через пробел. При этом в листе Excel отображается соответствующий бланк документа. В остальных случаях будет отображаться бланк спецификации.

Заполнив основную надпись, следует нажать кнопку Ввод.

Для заполнения некоторых граф основной записи может использоваться двойной щелчок левой клавишей мыши:

- ✓ в графе Дата вставляет текущую дату;
- ✓ в графах Наименование и Организация-разработчик позволяет выбрать записи из выпадающих списков.

На рис. 8.15 показан пример бланка таблицы соединений.

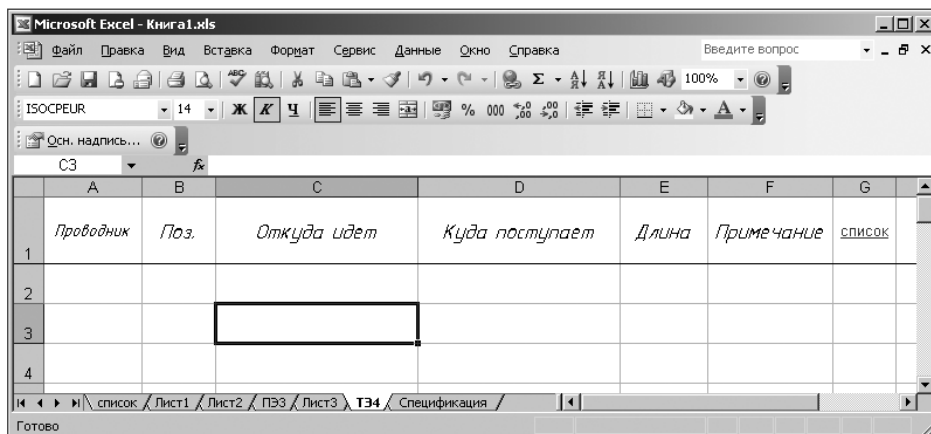


Рис. 8.15. Бланк таблицы соединений

Создание новой спецификации показано на рис. 8.16. Для ввода данных в текст спецификации в меню Документ ▶ Разделы следует выбрать соответствующий пункт. После этих действий открывается дополнительное окно.

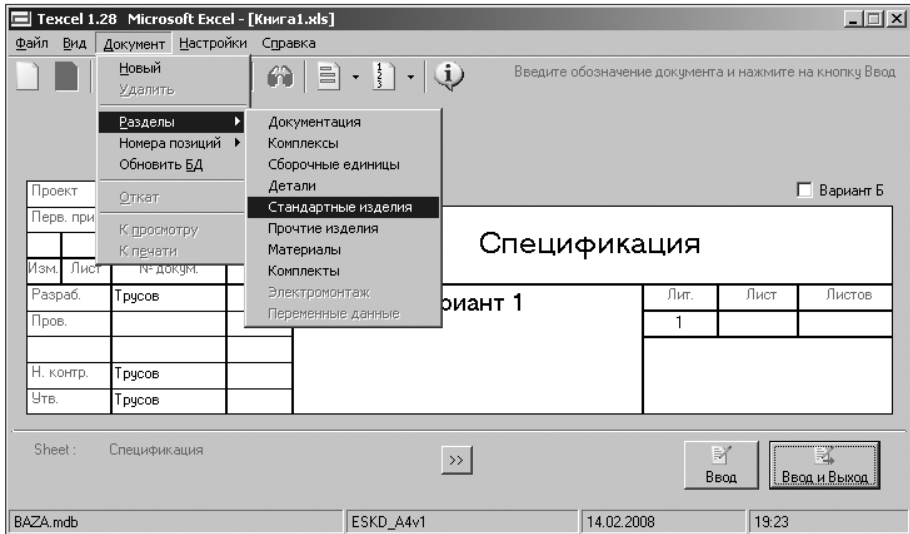


Рис. 8.16. Меню создания и редактирования документа

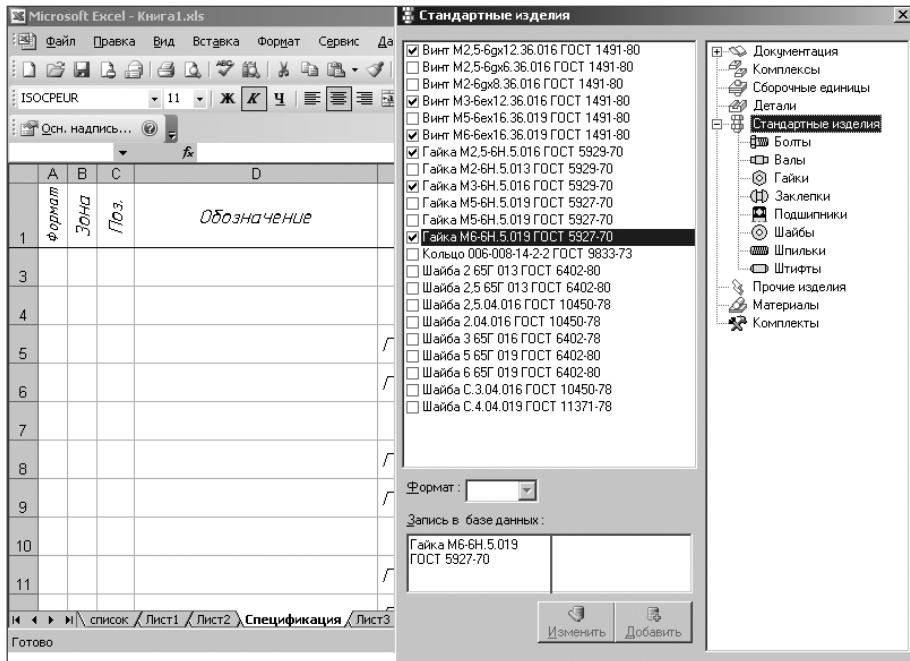


Рис. 8.17. Ввод в спецификацию наименований изделий

Устанавливая флажки около соответствующих наименований, можно добавлять записи в формирующуюся спецификацию (рис. 8.17).

После того как введены все позиции спецификации, следует закрыть окно, содержащее список (например Стандартные изделия), а затем выбрать пункт меню **Файл** ▶ **Ввод** для сохранения в БД (рис. 8.18).

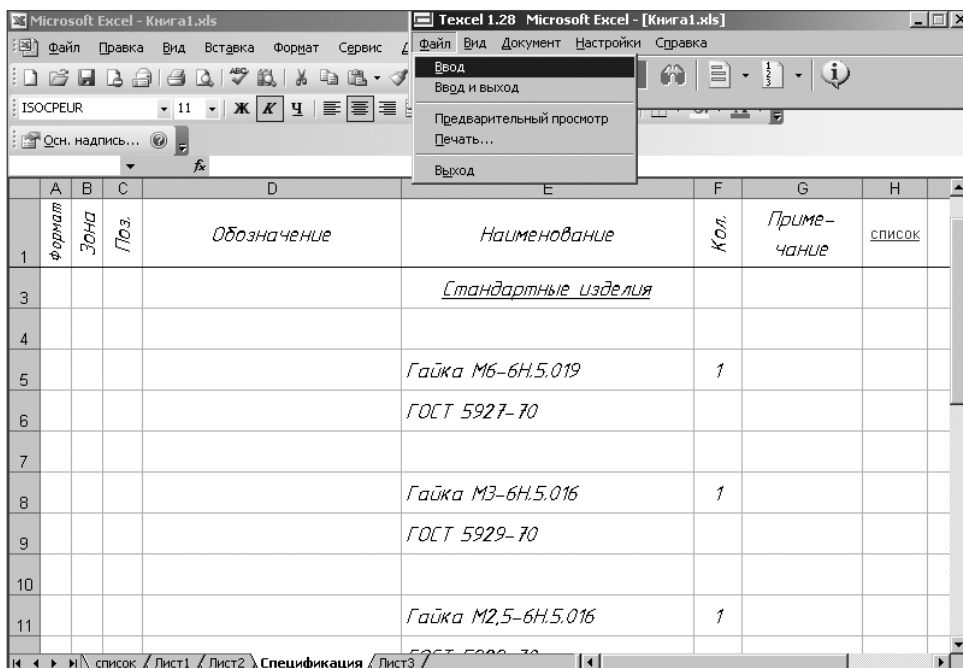


Рис. 8.18. Сохранение данных спецификации

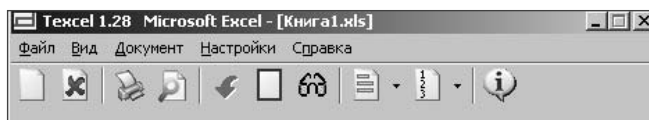


Рис. 8.19. Панель «Техсел 1.28» после сохранения документа

После сохранения таким способом содержимого документа становятся доступными некоторые пункты меню и кнопки панели Техсел 1.28. Далее на панели инструментов Техсел 1.28 (рис. 8.19) следует выбрать пункт меню **Документ** ▶ **К просмотру** или **Документ** ▶ **К печати** (вместо пунктов меню могут использоваться соответствующие кнопки). При этом документ будет оформлен для просмотра (или для печати) в соответствии с требованиями ЕСКД. Пример спецификации, оформленной для просмотра, показан на рис. 8.20.

Пункт меню **Документ** ▶ **Разделы** ▶ **Комплексы** (Сборочные единицы) позволяет добавлять записи, соответствующие разработанным ранее спецификациям комплексов, сборочных единиц, комплектов.

Для простановки номеров позиций следует выбрать пункт меню Документ ► Номера позиций ► Шаг... Программа автоматически вводит номера позиций с указанной разностью номеров.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1			Формат	Зона	Поз.		Обозначение										Наименование					Кол.	Примечание				список	
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												

Рис. 8.20. Спецификация, оформленная для просмотра

Для перехода к редактированию оформленного документа необходимо выбрать пункт меню Документ ► Откат, после чего документ будет приведен к виду, удобному для редактирования.

Для удаления документа используется пункт меню Документ ► Удалить. При этом текущий документ удаляется из рабочей книги Excel.

## ВНИМАНИЕ

Разработчик рекомендует удалять документ (лист Excel) только при помощи программы.

Содержание всех документов может быть отредактировано вручную с помощью обычных приемов работы в Excel.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Как можно видеть на рисунках, для оформления текста используется специальный шрифт ISOCPEUT.TTF. Данный шрифт входит в комплект файлов программы. Во время работы программы установки Tinstall.exe происходит и его установка в операционной системе. Если установка программы выполняется «вручную», необходимо выполнить установку данного шрифта.



Программа позволяет изменять записи в списках и добавлять новые записи. Для изменения записи следует выделить ее (рис. 8.21). Выделенная запись отображается для редактирования в текстовом поле Запись в базе данных. Пользователь может изменить содержание записи и ее распределение по строкам. Если требуется обновить запись в БД, необходимо нажать кнопку Изменить. Для создания новой записи нажимается кнопка Добавить. После этих действий автоматически обновляется список записей текущего раздела, и измененная (добавленная) запись становится доступной для внесения в спецификацию.

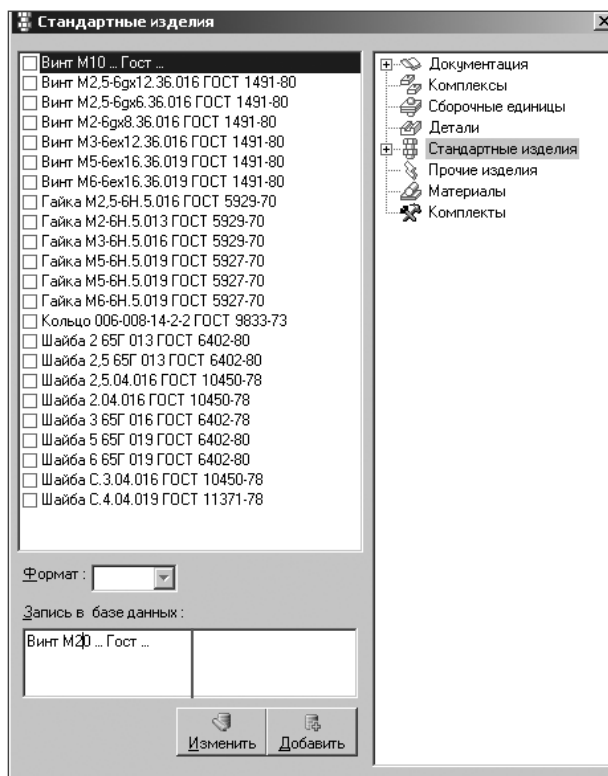


Рис. 8.21. Изменение (добавление) записи

Кроме того, в программе предусмотрено пополнение БД записями, внесенными вручную в разделы Стандартные изделия, Прочие изделия и Материалы. Для этого следует выбрать пункт меню Документ ► Обновить БД. Записи этих разделов спецификации копируются в БД, что позволяет в дальнейшем вносить данные в спецификацию из списка.

## ВНИМАНИЕ

Автор программы отмечает, что операция пополнения БД записями, внесенными вручную в некоторые разделы спецификации, работает корректно в том случае, когда запись количества в графе «Кол.» находится на продолжении первой строки многострочной записи изделия в графе «Наименование».

При создании документов различных видов автоматически формируется их общий список, пример которого показан рис. 8.22.

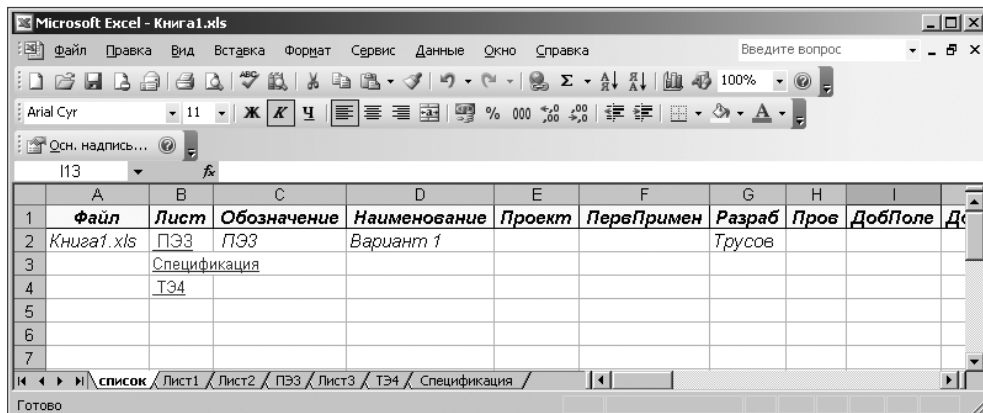


Рис. 8.22. Список документов

Основные характеристики программы Texcel 1.28 показаны в табл. 8.2.

Таблица 8.2. Основные характеристики программы Texcel 1.28

<b>Название</b>	Texcel
<b>Автор</b>	Брагин И. В.
<b>E-mail</b>	vostok27@yandex.ru
<b>Веб-страница</b>	http://www.verzak.com
<b>Файл</b>	Texcel128.zip
<b>Размер файла</b>	471 КБ
<b>Реализация</b>	Excel-система
<b>Дата рабочего файла</b>	01.05.07
<b>Условия использования</b>	бесплатная

**Часть**

**4**

**Оптимизационные расчеты**

Отдельные виды *оптимизационных расчетов* уже были рассмотрены ранее. Часто применение математических оптимизационных методов рассматривалось лишь как эффективное средство, дополняющее другие методики расчетов. В этих главах рассматривается применение средств Excel к решению задач других видов, при этом использование надстройки Поиск решения и заложенных в ней методов оптимизации является основным средством достижения цели.

## Глава 9

---

# Финансовые расчеты

*Финансовые задачи* весьма разнообразны и постоянно встречаются в работе организаций. Все задачи, где требуется добиться минимальной стоимости или максимальной прибыли, можно было бы считать финансовыми. Такие задачи постоянно возникают при планировании производства. Однако обычно к классу финансовых задач относят задачи расчета точек безубыточности, управления денежными потоками, планирования капиталовложений, формирования инвестиционных портфелей и т. д. Математические модели финансовых задач имеют особенность: в них в качестве некоторого параметра присутствует время. В этих случаях время является именно параметром, а не независимой переменной.

Пример `solvsamp.xls` содержит несколько листов Excel с решениями задач такого вида.

## Управление капиталом

В данном примере (лист Управление капиталом книги `SOLVSAMP.XLS`) требуется с максимальной доходностью разместить дополнительные финансовые средства в депозитах с учетом собственной потребности и гарантийного резерва. В данной задаче более доходными являются долгосрочные депозиты, но краткосрочные депозиты предоставляют более гибкие возможности управления финансами.

На рис. 9.1 показаны исходные данные задачи.

Конечная сумма рассчитывается как начальная (из прошлого месяца) плюс погашенные депозиты минус новые депозиты. При этом учитываются финансовые потребности предприятия. Необходимо определить девять значений: шесть сумм 1-месячных депозитов (первый, второй, третий и т. д. месяцы), две суммы 3-месячных депозитов (первый и четвертый месяцы) и сумму 6-месячного депозита (первый месяц). Эти значения являются изменяемыми, они находятся соответственно

в ячейках В14 :G14, В15, Е15 и В16. Результат решения задачи (доход по процентам) находится в ячейке Н8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 4: Управление оборотным капиталом</b>												
2	Требуются с наибольшей доходностью разместить дополнительные средства в 1-, 2- и												
3	6-месячных депозитах, учитывая собственные потребности в средствах (и гарантийный резерв).												
4													
5		Доход		Срок		Депозиты по месяцам:			Доход по				
6	1-мес. депози.	1%	1			1, 2, 3, 4, 5 и 6				процентам			
7	3-мес. депози.	4%	3			1 и 4							
8	6-мес. депози.	9%	6			1				Всего 1 700р.			
9													
10	Месяц:	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	4-й месяц	5-й месяц	6-й месяц	Конеч					
11	Нач. сумма:	400 000р.	205 000р.	216 000р.	237 000р.	158 400р.	109 400р.	125 400р.					
12	Погаш. деп.:		100 000	100 000	110 000	100 000	100 000	120 000					
13	Проценты:		1 000	1 000	1 400	1 000	1 000	2 300					
14	1-м.депозит	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000						
15	3-м.депозит	10 000			10 000								
16	6-м.депозит	10 000											
17	Расходы:	75 000	-10 000	-20 000	80 000	50 000	-15 000	60 000					
18	Кон. сумма:	205 000р.	216 000р.	237 000р.	158 400р.	109 400р.	125 400р.	187 700р.					
19													
20		-290000											

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 9.1. Исходные данные задачи управления капиталом

На рис. 9.2 приведены ограничения, которым должно удовлетворять решение задачи:

- ✓ сумма депозита не может быть отрицательным числом (В14 :G14 >= 0, В15 :В16 >= 0, Е15 >= 0);
- ✓ ограничение на размер конечной суммы (В18 :Н18 >= 100000).

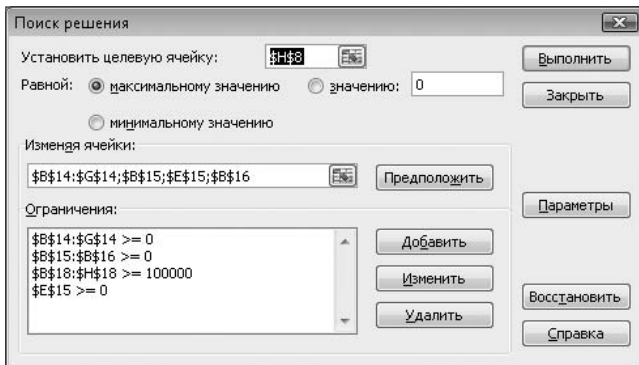


Рис. 9.2. Параметры задачи управления капиталом

В ячейке В20 находится формула  $=1 * B14 + 3 * B15 + 6 * B16 - 4 * \text{СУММ}(B14 : B16)$ , вычисляющая общие суммы вложений, умноженные на количество месяцев, минус общая сумма, умноженная на четыре. Если результат – отрицательное число, то средний срок погашения не превышает четырех месяцев. Эту формулу можно рассматривать как возможное ограничение при поиске решения задачи, которое можно добавить к имеющимся ограничениям.

Результат решения задачи показан на рис. 9.3.

<b>Пример 4: Управление оборотным капиталом</b>																								
Требуется с наибольшей доходностью разместить дополнительные средства в 1-, 2- и 6-месячных депозитах, учитывая собственные потребности в средствах (и гарантийный резерв).																								
<table border="1"> <tr> <th>Доход</th> <th>Срок</th> </tr> <tr> <td>1-мес. депози.</td> <td>1%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-мес. депози.</td> <td>4%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>6-мес. депози.</td> <td>9%</td> <td>6</td> </tr> </table>		Доход	Срок	1-мес. депози.	1%	1	3-мес. депози.	4%	3	6-мес. депози.	9%	6	<table border="1"> <tr> <th>Депозиты по месяцам:</th> </tr> <tr> <td>1, 2, 3, 4, 5 и 6</td> </tr> <tr> <td>1 и 4</td> </tr> <tr> <td>1</td> </tr> </table>		Депозиты по месяцам:	1, 2, 3, 4, 5 и 6	1 и 4	1	<table border="1"> <tr> <th>Доход по процентам</th> </tr> <tr> <td><b>Всего 16 531р.</b></td> </tr> </table>				Доход по процентам	<b>Всего 16 531р.</b>
Доход	Срок																							
1-мес. депози.	1%	1																						
3-мес. депози.	4%	3																						
6-мес. депози.	9%	6																						
Депозиты по месяцам:																								
1, 2, 3, 4, 5 и 6																								
1 и 4																								
1																								
Доход по процентам																								
<b>Всего 16 531р.</b>																								
<b>Итого:</b>	164123,22																							
<b>Итого:</b>	164123,22																							

Итого:	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	4-й месяц	5-й месяц	6-й месяц	Конец
Нач. сумма:	400 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.
Погаш. деп.:		0	10 000	125 392	49 505	0	144 708
Проценты:		0	100	4 113	495	0	11 824
1-м.депозит	0	10 000	30 100	49 505	0	15 000	
3-м.депозит	95 292			0			
6-м.депозит	129 708						
Расходы:	75 000	-10 000	-20 000	80 000	50 000	-15 000	60 000
Кон. сумма:	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	196 531р.

Цветовые обозначения
<input type="checkbox"/> Результат
<input type="checkbox"/> Изменяемые данные
<input type="checkbox"/> Ограничения

Рис. 9.3. Результат решения задачи управления капиталом

**Поиск решения**

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

\$B\$14:\$G\$14 >= 0

\$B\$15:\$B\$16 >= 0

\$B\$18:\$H\$18 >= 100000

\$B\$20 <= 0

\$E\$15 >= 0

Рис. 9.4. Добавление дополнительного условия к основным ограничениям

<b>Пример 4: Управление оборотным капиталом</b>																								
Требуется с наибольшей доходностью разместить дополнительные средства в 1-, 2- и 6-месячных депозитах, учитывая собственные потребности в средствах (и гарантийный резерв).																								
<table border="1"> <tr> <th>Доход</th> <th>Срок</th> </tr> <tr> <td>1-мес. депози.</td> <td>1%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-мес. депози.</td> <td>4%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>6-мес. депози.</td> <td>9%</td> <td>6</td> </tr> </table>		Доход	Срок	1-мес. депози.	1%	1	3-мес. депози.	4%	3	6-мес. депози.	9%	6	<table border="1"> <tr> <th>Депозиты по месяцам:</th> </tr> <tr> <td>1, 2, 3, 4, 5 и 6</td> </tr> <tr> <td>1 и 4</td> </tr> <tr> <td>1</td> </tr> </table>		Депозиты по месяцам:	1, 2, 3, 4, 5 и 6	1 и 4	1	<table border="1"> <tr> <th>Доход по процентам</th> </tr> <tr> <td><b>Всего 16 072р.</b></td> </tr> </table>				Доход по процентам	<b>Всего 16 072р.</b>
Доход	Срок																							
1-мес. депози.	1%	1																						
3-мес. депози.	4%	3																						
6-мес. депози.	9%	6																						
Депозиты по месяцам:																								
1, 2, 3, 4, 5 и 6																								
1 и 4																								
1																								
Доход по процентам																								
<b>Всего 16 072р.</b>																								
<b>Итого:</b>	1 301Е-06																							
<b>Итого:</b>	1 301Е-06																							

Итого:	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	4-й месяц	5-й месяц	6-й месяц	Конец
Нач. сумма:	400 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.
Погаш. деп.:		0	10 000	180 100	49 505	0	146 896
Проценты:		0	100	6 301	495	0	9 176
1-м.депозит	0	10 000	30 100	49 505	0	15 000	
3-м.депозит	150 000			56 896			
6-м.депозит	75 000						
Расходы:	75 000	-10 000	-20 000	80 000	50 000	-15 000	60 000
Кон. сумма:	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	100 000р.	196 072р.

Цветовые обозначения
<input type="checkbox"/> Результат
<input type="checkbox"/> Изменяемые данные
<input type="checkbox"/> Ограничения

Рис. 9.5. Результаты расчетов с измененными ограничениями

На рис. 9.4 показаны измененные ограничения с добавленным соотношением  $\sum_{i=1}^n x_i = 0$ . Это ограничение должно заставить сосредоточить основные усилия на более краткосрочных депозитах.

Результат расчетов при таких ограничениях показан на рис. 9.5. Как и ожидалось, произошло перераспределение сумм депозитов в пользу более краткосрочных.

Как и в других случаях, сравнение этих вариантов расчетов наглядно показывает необходимость очень внимательно и обоснованно выбирать правила ограничений. Иногда их модификация может значительно изменить результаты вычислений.

## Управление ценными бумагами

На листе Портфель ценных бумаг книги solvsamp.xls находится пример управления портфелем ценных бумаг.

Для оценки доходности ценных бумаг существуют различные математические методы, наиболее известными с них являются модели Марковица (Марковитца) и Шарпа.

Пример анализа портфеля ценных бумаг с помощью электронных таблиц Excel, описываемый в данном разделе, использует модель Шарпа. Эта модель отличается от модели Марковица несколько упрощенным подходом и отсутствием сложных математических вычислений, что представляется особенно удобным при анализе большого количества ценных бумаг.

### Модель Шарпа

*Модель Марковица* позволяет не задавать распределение доходов отдельных ценных бумаг. В этом случае достаточно определить величины, характеризующие его распределение: математическое ожидание, дисперсию и ковариацию между доходами отдельных ценных бумаг. Эти величины следует вычислить и проанализировать до составления портфеля ценных бумаг.

Для определения ожидаемого дохода (при сравнительно небольшом числе ценных бумаг) можно произвести такие расчеты, однако при увеличении количества ценных бумаг трудоемкость расчетов стремительно возрастает. Особенности трудности возникают при определении коэффициента корреляции.

Для снижения высокой трудоемкости У. Шарп в середине 60-х годов XX в. предложил *индексную модель* (ее также называют рыночной моделью). Он упростил проблему таким образом, что приближенное решение может быть найдено со значительно меньшими усилиями. Им был введен так называемый  $\beta$ -фактор, играющий особую роль в современной теории портфеля. В *модели Шарпа* используется тесная корреляция между изменением курсов отдельных акций. Предполагается, что необходимые данные можно приблизительно определить при помощи всего лишь одного базисного фактора и отношений, связывающих его с изменением курсов отдельных акций. Предположив существование линейной связи между курсом акции и определенным индексом (Индекс РТС, DJIA, S&P500), можно при помощи прогнозной оценки значения индекса определить ожидаемый курс акции и рассчитать совокупный риск каждой акции в форме совокупной дисперсии.



## Максимум скорости оборота ценных бумаг

В данном примере требуется найти оптимальное соотношение количества различных акций, обеспечивающих максимальную скорость оборота при заданном уровне риска.

Изменяемыми значениями являются ячейки E10 : E14 (рис. 9.6), результат вычислений (доходность) находится в ячейке E18 и вычисляется по формуле =C6+ (C7 - C6) \*F16.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 5: Портфель ценных бумаг</b>												
2	Требуется найти соотношение акций различного вида в портфеле так, чтобы обеспечить												
3	максимальную скорость оборота при заданном уровне риска. В примере используется												
4	одноиндексная модель Шарпа. Возможно также использование метода Марковица.												
6	Безопасная скорость	6%		Биржевые изменения	3%								
7	Биржевая скорость	15%		Максимальная доля	100%								
9		Бета	РезИзм	Доля	*Бета	*Изм.							
10	Акция А	0,80	0,04	20,0%	0,160	0,002							
11	Акция В	1,00	0,20	20,0%	0,200	0,008							
12	Акция С	1,80	0,12	20,0%	0,360	0,005							
13	Акция D	2,20	0,40	20,0%	0,440	0,016							
14	Казн. Чеки	0,00	0,00	20,0%	0,000	0,000							
16	Всего			100,0%	1,160	0,030							
17				Оборот	Изменение								
18		Всего по портфелю		16,4%	7,1%								
20	Максимум оборота: A21:A29			Минимум риска: D21:D29									

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 9.6. Исходные данные задачи управления портфелем ценных бумаг

Ограничения (рис. 9.7) представлены в следующих зависимостях:

- ✓ доли не могут быть отрицательными (E10 : E14 >= 0);
- ✓ сумма долей равна 1 (E16 = 1);
- ✓ изменение не должно превышать 0,071 (G18 <= 0,071).

Бета (биржевые риски) для каждой акции находятся в ячейках B10 : B13, изменения для акций — в ячейках C10 : C13.

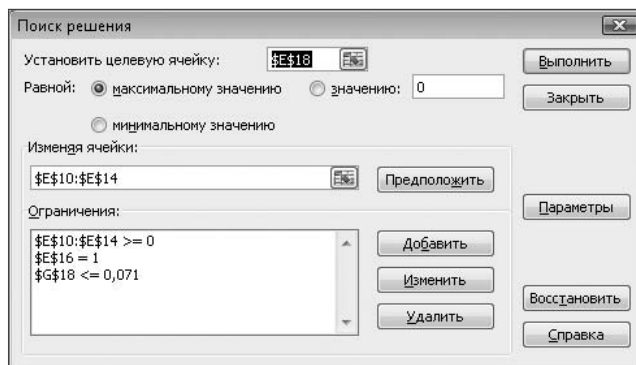


Рис. 9.7. Ограничения при поиске решения задачи управления портфелем ценных бумаг

На рис. 9.8 показано решение задачи.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Пример 5: Портфель ценных бумаг</b>												
2	Требуется найти соотношение акций различного вида в портфеле так, чтобы обеспечить												
3	максимальную скорость оборота при заданном уровне риска. В примере используется												
4	одноиндексная модель Шарпа. Возможно также использование метода Марковица.												
5													
6	Безопасная скорость	6%		Биржевые изменения	3%								
7	Биржевая скорость	15%		Максимальная доля	100%								
8													
9		Бета	Результ	Доля	*Бета	*Изм.							
10	Акция А	0,80	0,04	41,1%	0,329	0,007							
11	Акция В	1,00	0,20	10,3%	0,103	0,002							
12	Акция С	1,80	0,12	30,8%	0,554	0,011							
13	Акция D	2,20	0,40	11,3%	0,248	0,005							
14	Казн. Чеки	0,00	0,00	6,6%	0,000	0,000							
15													
16	Всего			100,0%	1,234	0,025							
17				Оборот	Изменение								
18	Всего по портфелю			17,1%	7,1%								
19													
20	Максимум оборота: A21:A29			Минимум риска: D21:D29									

**Цветовые обозначения**

- Результат
- Изменяемые данные
- Ограничения

Рис. 9.8. Решение задачи управления портфелем ценных бумаг (максимум оборота)

В данном примере решалась задача достижения максимума оборота ценных бумаг, но в нем содержится и второй вариант постановки задачи — достижение минимума риска.

## Минимум риска ценных бумаг

Для использования этого варианта расчета следует загрузить модель, содержащуюся в ячейках D21 : D29.

В этих ячейках (рис. 9.9) находятся данные, с помощью которых можно создать ограничения при решении задачи минимизации риска при заданном обороте 16,4 %.

	A	B	C	D
19				
20	<b>Максимум оборота: A21:A29</b>		<b>Минимум риска: D21:D29</b>	
21	=МАКС(\$E\$18)		=МИН(\$C\$18)	
22	=СЧЁТ(\$E\$10:\$E\$14)		=СЧЁТ(\$E\$10:\$E\$14)	
23	=\$E\$10>=0		=\$E\$10>=0	
24	=\$E\$11>=0		=\$E\$11>=0	
25	=\$E\$12>=0		=\$E\$12>=0	
26	=\$E\$13>=0		=\$E\$13>=0	
27	=\$E\$14>=0		=\$E\$14>=0	
28	=\$E\$16=1		=\$E\$16=1	
29	=\$C\$18<=0,071		=\$E\$18>=0,164	
30				

Рис. 9.9. Различные модели задачи управления портфелем бумаг

Для загрузки модели необходимо открыть окно Поиск решения и нажать кнопку Параметры ► Загрузить модель. После этих действий открывается окно, показанное на рис. 9.10. В этом окне требуется указать диапазон ячеек (можно просто выделить их на листе Excel), содержащих описание модели задачи. После этого, несколько раз нажав кнопку ОК для подтверждения действий, следует вернуться в окно Поиск решения.

Результат решения задачи в такой постановке показан на рис. 9.11.

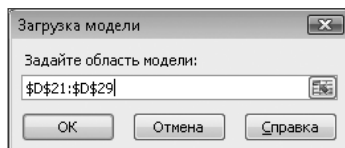


Рис. 9.10. Окно загрузки модели задачи

Пример 5: Портфель ценных бумаг						
Требуется найти соотношение акций различного вида в портфеле так, чтобы обеспечить максимальную скорость оборота при заданном уровне риска. В примере используется одноиндексная модель Шарпа. Возможно также использование метода Марковица.						
Безопасная скорость	6%		Биржевые изменения	3%		
Биржевая скорость	15%		Максимальная доля	100%		
	Бета	РезИзм	Доля	*Бета	*Изм.	
Акция А	0,80	0,04	38,5%	0,308	0,006	
Акция В	1,00	0,20	9,6%	0,096	0,002	
Акция С	1,80	0,12	28,8%	0,519	0,010	
Акция D	2,20	0,40	10,6%	0,233	0,004	
Казн. Чеки	0,00	0,00	12,5%	0,000	0,000	
Всего			100,0%	1,156	0,022	
			Оборот	Изменение		
	Всего по портфелю		16,4%	6,2%		
Максимум оборота: A21:A29    Минимум риска: D21:D29						

**Цветовые обозначения**

Результат

Изменяемые данные

Ограничения

Рис. 9.11. Решение задачи управления портфелем ценных бумаг (минимум риска)

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если после загрузки модели задачи «Минимум риска» возникает потребность вернуться к первоначальному варианту «Максимум оборота», можно аналогичным способом загрузить нужную модель. Для этого необходимо использовать содержимое ячеек A21:A29.

## Управление инвестициями

Настройка Excel Поиск решения может с успехом применяться при выборе оптимальных вариантов инвестиций.

На рис. 9.12 показаны исходные данные простого примера инвестирования в несколько проектов. Изменяемыми значениями является содержимое ячеек В3 : Е7. В ячейках В8 : Е8 вычисляются суммарные значения вложений за квартал, которые не могут превышать соответствующих значений ячеек В12 : Е12. Предполагается, что первый проект осуществляется только в течение двух кварталов, второй проект — в течение трех кварталов.

В данном примере предполагается, что все проекты имеют одинаковую доходность, при этом прибыль вычисляется, например, в ячейке G3 по формуле =СУММ(В3 : С3) \* F3 / 100. В ячейке G8 находится целевая функция, вычисляемая как суммарная прибыль от всех проектов по формуле =СУММ(G3 : G7).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	200	250	0	0	10	45
4	2	300	300	350	0	10	95
5	3	180	250	300	200	10	93
6	4	200	200	200	200	10	80
7	5	400	450	500	400	10	175
8	<b>Итого:</b>	<b>1280</b>	<b>1450</b>	<b>1350</b>	<b>800</b>		<b>488</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		2000	2000	2000	2000		

Рис. 9.12. Исходные данные для анализа инвестиций в несколько проектов

Ограничения, принимаемые при поиске решения, показаны на рис. 9.13.

Рис. 9.13. Ограничения при поиске решения

На рис. 9.14 показаны результаты расчетов данного примера.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	344	360	0	0	10	70,4
4	2	444	410	512,5	0	10	136,65
5	3	324	360	462,5	600	10	174,65
6	4	344	310	362,5	600	10	161,65
7	5	544	560	662,5	800	10	256,65
8	<b>Итого:</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>		<b>800</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		2000	2000	2000	2000		

Рис. 9.14. Результат расчета инвестиций в несколько проектов

Так как условия этого примера очень упрощены, например предполагается одинаковая доходность всех проектов, можно ожидать, что существуют другие варианты с аналогичной эффективностью инвестиций.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	200	250	0	0	15	67,5
4	2	300	300	350	0	10	95
5	3	180	250	300	200	5	46,5
6	4	200	200	200	200	10	80
7	5	400	300	300	400	5	70
8	<b>Итого:</b>	<b>1280</b>	<b>1300</b>	<b>1150</b>	<b>800</b>		<b>359</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		2000	2000	2000	2000		

**Рис. 9.15.** Исходные данные для расчета инвестиций с различной доходностью проектов

Можно несколько усложнить пример, предположив, что проекты имеют различную доходность. Такие исходные данные показаны на рис. 9.15. Остальные исходные данные и ограничения не имеют принципиальных отличий от рассмотренного ранее варианта.

На рис. 9.16 показаны соответствующие результаты расчетов. Если их внимательно проанализировать, то можно прийти к выводу, что они достаточно очевидны. Например, очевидно, что в первом и втором квартале целесообразно вкладывать максимальные средства в самый доходный проект №1. Аналогичные выводы можно сделать и в отношении других проектов. Подобные выводы дополнительно подтверждают правильность математической модели, методов вычислений и т. д.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Появившиеся в некоторых ячейках значения очень малых положительных или отрицательных величин (например 8,2295E-15 или -9,319E-15) связаны с точностью вычислений. В данном примере действуют установленные по умолчанию значения этих параметров, хотя при необходимости их можно изменять. В данном случае вместо подобных малых величин можно взять 0.

Все перечисленные ранее варианты расчетов проводились при показанных на рис. 9.17 настройках дополнительных параметров. При использовании параметра *Линейная модель* можно получить несколько различающиеся результаты. Например, в данном случае будут получены результаты, показанные на рис. 9.18.

Эти результаты не отличаются принципиально, однако инвестиции во второй и четвертый проекты в третьем квартале вычислены иначе. Это не повлияло на общий результат, так как доходность этих проектов одинакова.

На рис. 9.19 приводятся исходные данные еще одного варианта расчетов. Этот вариант отличается тем, что максимальные значения инвестиций за квартал (ячейки B12 : E12) значительно меньше предложенного в качестве начального варианта (ячейки B8 : E8).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	2000	2000	0	0	15	600
4	2	0	0	1516,66667	0	10	151,6666666
5	3	8,2295E-15	0	4,9671E-07	-3,421E-15	5	2,48353E-08
6	4	0	-9,319E-15	483,333333	2000	10	248,3333333
7	5	1,4815E-15	0	-1,096E-15	-2,648E-14	5	-1,30469E-15
8	<b>Итого:</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>		<b>1000</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		2000	2000	2000	2000		

Рис. 9.16. Результат расчета инвестиций в проекты различной доходности

Параметры поиска решения

Максимальное время:  секунд

Предельное число итераций:

Относительная погрешность:

Допустимое отклонение:  %

Сходимость:

Линейная модель  Автоматическое масштабирование

Неотрицательные значения  Показывать результаты итераций

Оценки:  линейная  квадратичная

Разности:  прямые  центральные

Метод поиска:  Ньютона  сопряженных градиентов

Рис. 9.17. Дополнительные параметры расчетов

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	2000	2000	0	0	15	600
4	2	0	0	2000	0	10	200
5	3	0	0	0	0	5	0
6	4	0	0	0	2000	10	200
7	5	0	0	0	0	5	0
8	<b>Итого:</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>		<b>1000</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		2000	2000	2000	2000		

Рис. 9.18. Результат расчетов с использованием линейной модели

Решение, соответствующее этим исходным данным, показано на рис. 9.20. Эти результаты расчетов не являются особо примечательными, но они наглядно демон-

стрируют, что даже вариант, заведомо неправильный с точки зрения действующих ограничений, может приниматься в качестве исходного. По крайней мере, в некоторых случаях это утверждение вполне справедливо.

	А	В	С	Д	Е	Е	Г
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	200	250	0	0	10	45
4	2	300	300	350	0	10	95
5	3	180	250	300	200	10	93
6	4	200	200	200	200	10	80
7	5	400	450	500	400	10	175
8	<b>Итого:</b>	<b>1280</b>	<b>1450</b>	<b>1350</b>	<b>800</b>		<b>488</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		500	500	600	600		

Рис. 9.19. Исходные данные для расчета инвестиций

	А	В	С	Д	Е	Е	Г
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	44,0000025	60	0	0	10	10,40000025
4	2	144,000003	110	162,500007	0	10	41,65000092
5	3	23,999999	60	112,5	133,333333	10	32,98333233
6	4	44,0000025	10	12,4999933	133,333333	10	19,98333292
7	5	244,000003	260	312,5	333,333333	10	114,9833336
8	<b>Итого:</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>600</b>		<b>220</b>
9							
10		Максимальные вложения					
11		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
12		500	500	600	600		

Рис. 9.20. Результат расчета инвестиций

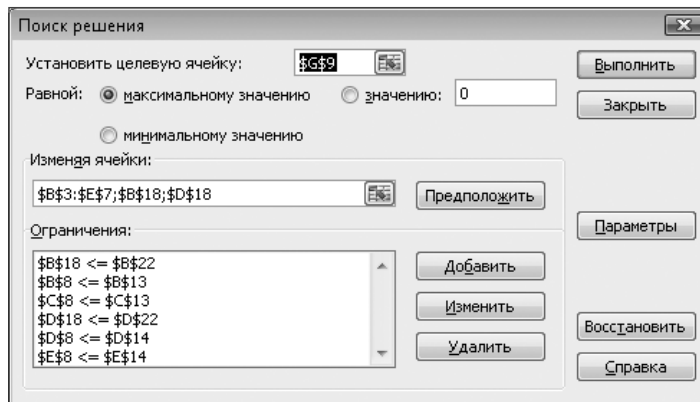
На рис. 9.21 представлены исходные данные для более сложного расчета инвестиций. В этом случае предусмотрено, что могут привлекаться дополнительные заемные средства в виде кредитов. В данном примере предполагается кредитование проектов №4 (в третьем квартале) и №5 (в четвертом квартале). Соответствующие суммы кредита являются изменяемыми значениями и находятся в ячейках В16 и D16, а в ячейках В20 и D20 — ограничения для них. С учетом сумм взятого кредита вычисляются значения в ячейке D8 по формуле =СУММ(D3 : D7) + В16 и в ячейке E8 соответственно по формуле =СУММ(E3 : E7) + D16.

С учетом возврата процентов кредита значение целевой функции в ячейке G8 вычисляется по формуле =СУММ(В6 : E6) \* F6/100 - (В16 \* 0,05) - (D16 \* 0,05).

Ограничения на суммы инвестиций изменяются с учетом кредита, для их вычисления в третьем и четвертом кварталах добавлены ячейки D14 и E14. На рис. 9.22 показаны эти и другие ограничения при поиске решения задачи.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	200	250	0	0	10	45
4	2	300	300	350	0	10	95
5	3	180	250	300	200	10	93
6	4	200	200	200	200	10	80
7	5	400	450	500	400	10	175
8	<b>Итого:</b>	<b>1280</b>	<b>1450</b>	<b>1350</b>	<b>800</b>		<b>488</b>
9	<b>С учетом кредитов:</b>						<b>478</b>
10							
11		Максимальные вложения					
12		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
13		2000	2000	2000	2000		
14				2100	2100		
15							
16		Кредит					
17		Квартал 3 (проект 3)		Квартал 4 (проект 4)			
18		100		100			
19							
20		Максимальный кредит					
21		Квартал 3 (проект 3)		Квартал 4 (проект 4)			
22		300		400			

**Рис. 9.21.** Исходные данные для расчета инвестиций с учетом кредитования некоторых проектов



**Рис. 9.22.** Ограничения при поиске решения с дополнительным кредитованием проектов

Решение данного варианта задачи об инвестировании проектов показано на рис. 9.23. В данном случае используется максимальная разрешенная сумма кредитов.

Рассмотренные в данном разделе примеры решения задачи инвестирования носят несколько упрощенный характер, однако они могут служить основой для



создания новых вариантов. В том числе возможно иное, чем в примерах, применение заимствований денежных средств (кредитов) и различные способы их использования. Более полный учет всех многообразных факторов и зависимостей в данной задаче возможен при создании вариантов, рассчитанных на конкретные условия применения.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Проект	Инвестиции				Доходность проекта, %	Ожидаемая прибыль
2		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
3	1	344	360	0	0	10	70,4
4	2	444	410	800	0	10	165,4
5	3	324	360	466,666667	1000	10	215,0666667
6	4	344	310	366,666667	600	10	162,0666667
7	5	544	560	666,666667	800	10	257,0666667
8	<b>Итого:</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2300</b>	<b>2400</b>		<b>870</b>
9	<b>С учетом кредитов:</b>						<b>835</b>
10							
11		Максимальные вложения					
12		Квартал 1	Квартал 2	Квартал 3	Квартал 4		
13		2000	2000	2000	2000		
14				2300	2400		
15							
16		Кредит					
17		Квартал 3 (проект 3)		Квартал 4 (проект 4)			
18		300		400			
19							
20		Максимальный кредит					
21		Квартал 3 (проект 3)		Квартал 4 (проект 4)			
22		300		400			

Рис. 9.23. Результаты расчета инвестиций с учетом кредитования некоторых проектов

# Глава 10

---

## Задача о назначениях

*Задача о назначениях* является частным случаем транспортной задачи. Она имеет такую же структуру, но обладает некоторыми особенностями.

В простейшем случае задачу о назначениях можно сформулировать следующим образом. Имеется несколько различных видов работ и столько же сотрудников. На каждый вид работы назначается один сотрудник. Каждый из сотрудников может выполнить любую работу, но при этом различаются оплаты сотрудников и время выполнения ими работ. Необходимо распределить работы между сотрудниками таким образом, чтобы минимизировать денежные затраты или время выполнения работ. Так же как и транспортная задача, задача о назначениях может быть сбалансированной или несбалансированной.

### Сбалансированная задача о назначениях

На рис. 10.1 представлены исходные данные задачи о назначениях. Стоимость выполнения каждого вида работ занесена в ячейки  $B3:F7$ . Изменяемыми значениями являются ячейки  $B10:F14$ . В ячейках  $B16:F16$  находятся ограничения необходимого количества бригад для выполнения каждого вида работ. В данном примере для выполнения любого вида работ требуется одна бригада.

Особенность задачи такого рода заключается в том, что изменяемые значения могут принимать только целочисленные значения 0 и 1. Такие значения соответствуют отказу или участию бригады в работе данного вида.

При вычислении общей стоимости работ (ячейка  $F18$ ) использована формула  $=\text{СУММПРОИЗВ}(B3:F7;B10:F14)$ .

---

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Функция СУММПРОИЗ Excel вычисляет сумму произведений соответствующих элементов нескольких массивов.

---

На рис. 10.2 показаны ограничения, используемые при решении задачи. В этом случае производится поиск минимального значения целевой функции (ячейка F18). Ограничения для ячеек B10:F14 (двоичные значения) вводятся обычным способом (рис. 10.3).

	A	B	C	D	E	F
1		Стоимость работ				
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5
3	1	100	90	50	40	70
4	2	80	100	55	50	75
5	3	90	70	45	60	70
6	4	90	80	50	45	65
7	5	110	90	60	50	65
8						
9	Бригады	Распределение работ				
10	1	1	1	1	1	1
11	2	1	1	1	1	1
12	3	1	1	1	1	1
13	4	1	1	1	1	1
14	5	1	1	1	1	1
15	Итого:	5	5	5	5	5
16	Необходимо:	1	1	1	1	1
17						
18	<b>Общая стоимость работ:</b>					<b>1750</b>

Рис. 10.1. Исходные данные задачи о назначениях

Рис. 10.2. Ограничения при поиске решения задачи о назначениях

Рис. 10.3. Добавление ограничений на двоичные значения ячеек

В дополнение к этим настройкам поиска решения в данном случае были применены (кнопка Параметры в окне Поиск решения) параметры Линейная модель и Неотрицательные значения (рис. 10.4).

### СОВЕТ

Параметр Линейная модель иногда рекомендуют использовать для сокращения времени решения задачи. В данном случае время решения незначительно, но, как выяснилось при численных экспериментах с параметрами решения, в этом случае результат представляет собой целые числа.

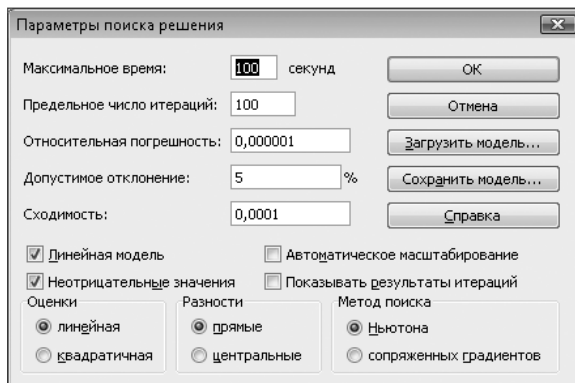


Рис. 10.4. Дополнительные параметры поиска решения

На рис. 10.5 показаны результаты расчета. Внимательный анализ результатов показывает, что бригада №3 дважды привлекается к выполнению работ (работы второго и третьего вида), в то время как бригада №4 вообще не участвует в работах.

	А	В	С	Д	Е	Ф
1		Стоимость работ				
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5
3	1	100	90	50	40	70
4	2	80	100	55	50	75
5	3	90	70	45	60	70
6	4	90	80	50	45	65
7	5	110	90	60	50	65
8						
9	Бригады	Распределение работ				
10	1	0	0	0	1	0
11	2	1	0	0	0	0
12	3	0	1	1	0	0
13	4	0	0	0	0	0
14	5	0	0	0	0	1
15	Итого:	1	1	1	1	1
16	Необходимо:	1	1	1	1	1
17						
18	Общая стоимость работ:					300

Рис. 10.5. Решение задачи о назначениях

Во многих случаях подобное решение вполне допустимо, однако иногда может потребоваться использование всех бригад и только один раз (например при одновременном выполнении всех работ). Для решения подобной задачи исходные данные и ограничения могут быть модифицированы.

На рис. 10.6 показаны исходные данные для решения модифицированной задачи. Добавив ячейки G10:G14 и H10:H14, содержащие суммарные значения работ для каждой из бригад и соответствующие ограничения для них, можно дополнить список ограничений в окне Поиск решения (рис. 10.7).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Стоимость работ						
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5		
3	1	100	90	50	40	70		
4	2	80	100	55	50	75		
5	3	90	70	45	60	70		
6	4	90	80	50	45	65		
7	5	110	90	60	50	65		
8								
9	Бригады	Распределение работ					Итого:	Необходимо:
10	1	1	1	1	1	1	5	1
11	2	1	1	1	1	1	5	1
12	3	1	1	1	1	1	5	1
13	4	1	1	1	1	1	5	1
14	5	1	1	1	1	1	5	1
15	Итого:	5	5	5	5	5		
16	Необходимо:	1	1	1	1	1		
17								
18	<b>Общая стоимость работ:</b>					<b>1750</b>		

Рис. 10.6. Исходные данные задачи о назначениях с дополнительными условиями

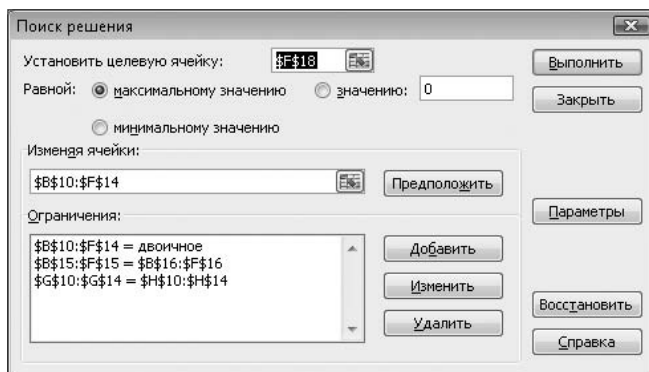


Рис. 10.7. Дополнительные ограничения при поиске решения задачи о назначениях

На рис. 10.8 показано решение задачи о назначениях с дополнительными условиями, гарантирующими занятость всех бригад. Характерно, что введение дополнительных ограничений несколько изменило решение задачи, при этом достигнутое минимальное значение целевой функции превышает предыдущий результат.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Стоимость работ						
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5		
3	1	100	90	50	40	70		
4	2	80	100	55	50	75		
5	3	90	70	45	60	70		
6	4	90	80	50	45	65		
7	5	110	90	60	50	65		
8								
9	Бригады	Распределение работ					Итого:	Необходимо:
10	1	0	0	0	1	0	1	1
11	2	1	0	0	0	0	1	1
12	3	0	1	0	0	0	1	1
13	4	0	0	1	0	0	1	1
14	5	0	0	0	0	1	1	1
15	Итого:	1	1	1	1	1		
16	Необходимо:	1	1	1	1	1		
17								
18	<b>Общая стоимость работ:</b>					<b>305</b>		

Рис. 10.8. Решение задачи о назначениях с дополнительными условиями

## Несбалансированная задача о назначениях с избытком предложений

Один из вариантов несбалансированной задачи о назначениях, в которой предложение больше, чем спрос, представлен на рис. 10.9.

	A	B	C	D	E	F	
1		Стоимость работ					
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3			
3	1	100	90	50			
4	2	80	100	55			
5	3	90	70	45			
6	4	90	80	50			
7	5	110	90	60			
8							
9	Бригады	Распределение работ			Итого:	Необходимо:	
10	1	1	1	1	3	1	
11	2	1	1	1	3	1	
12	3	1	1	1	3	1	
13	4	1	1	1	3	1	
14	5	1	1	1	3	1	
15	Итого:	5	5	5			
16	Необходимо:	1	1	1			
17							
18	<b>Общая стоимость работ:</b>				<b>1160</b>		

Рис. 10.9. Исходные данные несбалансированной задачи о назначениях

Эти исходные данные были получены из предыдущего сбалансированного варианта вычеркиванием двух столбцов. Основная часть ограничений и других параметров при этом может оставаться прежней, но условия для ячеек E10 : E14 и F10 : F14 необходимо изменить. Так как в данном примере количество видов работ меньше, чем количество бригад, очевидно, что некоторые бригады не будут привлекаться к работам. В этом случае условие E10 : E14=F10 : F14, с помощью которого в предыдущих вариантах гарантировалось участие в работах всех бригад, следует заменить на условие E10 : E14<=F10 : F14 (рис. 10.10). При таком условии каждая бригада может быть привлечена к работам только один раз.

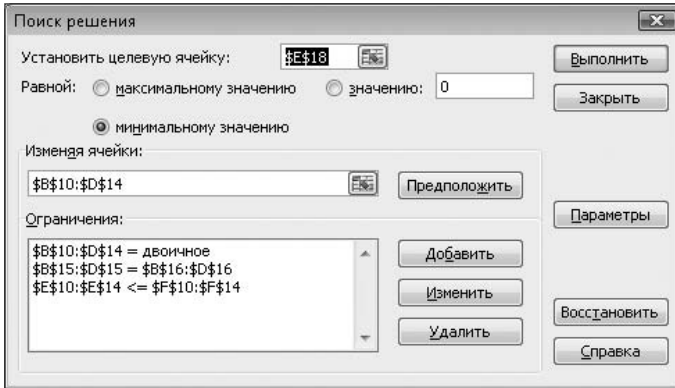


Рис. 10.10. Дополнительные ограничения при поиске решения несбалансированной задачи о назначениях

	A	B	C	D	E	F
1		Стоимость работ				
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3		
3	1	100	90	50		
4	2	80	100	55		
5	3	90	70	45		
6	4	90	80	50		
7	5	110	90	60		
8						
9	Бригады	Распределение работ			Итого:	Необходимо:
10	1	0	0	1	1	1
11	2	1	0	0	1	1
12	3	0	1	4,7E-12	1	1
13	4	0	0	0	0	1
14	5	0	0	0	0	1
15	Итого:	1	1	1		
16	Необходимо:	1	1	1		
17						
18	<b>Общая стоимость работ:</b>				<b>200</b>	

Рис. 10.11. Решение несбалансированной задачи о назначениях

На рис. 10.11 показан результат решения данной задачи. Если проанализировать стоимость работ каждой бригады, то этот результат может показаться очевидным. Это подтверждает правильность математического подхода к решению задачи. При большем количестве исходных данных или другом их соотношении сделать подобные выводы без математических вычислений может быть сложно.

Аналогично могут быть сформулированы и рассмотрены другие варианты задачи о назначениях.

## Несбалансированная задача о назначениях с избытком спроса

На рис. 10.12 представлен вариант несбалансированной задачи о назначениях, в которой спрос превышает предложение.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Стоимость работ							
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5		
3	1	100	90	50	40	70		
4	2	80	100	55	50	75		
5	3	90	70	45	60	70		
6								
7	Бригады	Распределение работ					Итого:	Необходимо:
8	1	1	1	1	1	1	5	1
9	2	1	1	1	1	1	5	1
10	3	1	1	1	1	1	5	1
11	Итого:	3	3	3	3	3		
12	Необходимо:	1	1	1	1	1		
13								
14	Общая стоимость работ:					1045		
15								
16								
17	Вариант 1		Вариант 2					
18		1045				1045		
19		15				15		
20		ИСТИНА				ИСТИНА		
21		ЛОЖЬ				ЛОЖЬ		
22		100				ЛОЖЬ		
23						100		

Рис. 10.12. Исходные данные задачи о назначениях с избытком спроса

Эти исходные данные были получены из сбалансированного варианта вычеркиванием двух строк (бригад). При решении данной задачи можно рассмотреть два варианта:

- ✓ необходимо выполнить все заявки, но при этом некоторые бригады будут вынуждены выполнить несколько заявок;
- ✓ каждая бригада может выполнить только одну заявку, но при этом часть заявок останется невыполненной.



В соответствии с этим можно подготовить два различных варианта ограничений, используемых при решении задачи. В данном примере такие варианты моделей были сохранены под наименованиями «Вариант 1» и «Вариант 2».

### СОВЕТ

При использовании данного примера различные варианты моделей могут быть загружены пользователем. Для этого необходимо в окне Поиск решения нажать кнопку Параметры, а затем кнопку Загрузить модель и указать нужные ячейки (для первого варианта — B18:B22, для второго варианта — E18:E23).

На рис. 10.13 показаны ограничения, действующие при решении первого варианта задачи (обязательное выполнение всех заявок).

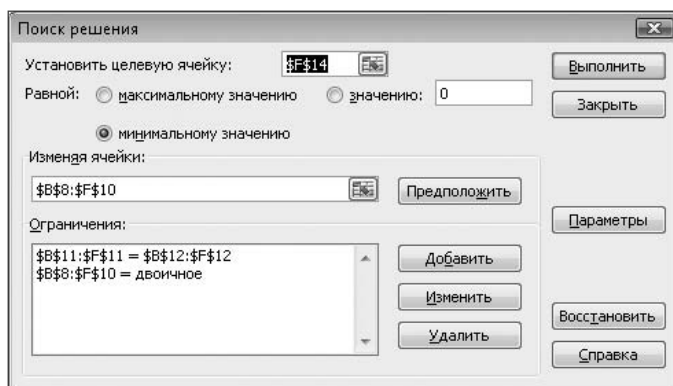


Рис. 10.13. Ограничения при решении задачи (вариант 1)

Результат решения задачи показан на рис. 10.14. Действительно, все заявки выполнены, при этом бригада №3 выполнила три заявки, в то время как остальные бригады — по одной заявке.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1		Стоимость работ						
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5		
3	1	100	90	50	40	70		
4	2	80	100	55	50	75		
5	3	90	70	45	60	70		
6								
7	Бригады	Распределение работ					Итого:	Необходимо:
8	1	0	0	0	1	0	1	1
9	2	1	0	0	0	0	1	1
10	3	0	1	1	0	1	3	1
11	Итого:	1	1	1	1	1		
12	Необходимо:	1	1	1	1	1		
13								
14	<b>Общая стоимость работ:</b>					<b>305</b>		

Рис. 10.14. Результаты решения задачи о назначениях с избытком спроса (вариант 1)

При загрузке второй модели задачи в окне Поиск решения (рис. 10.15) можно увидеть измененный вариант ограничений. В этом случае необходимо изменить ограничение  $B\$11:F\$11=B\$12:F\$12$  на  $B\$11:F\$11 \leq B\$12:F\$12$  и добавить ограничение  $G\$8:H\$10 \leq H\$8:H\$10$ .

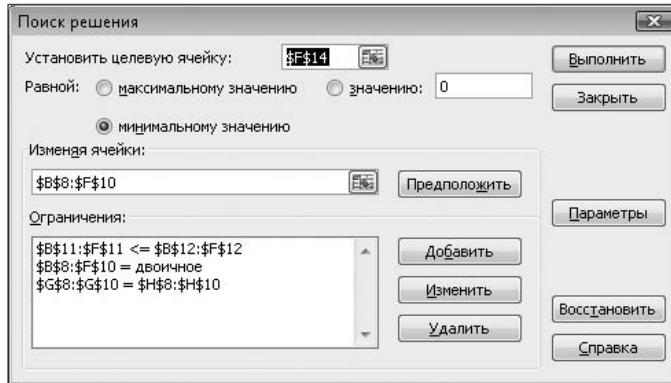


Рис. 10.15. Ограничения при решении задачи (вариант 2)

Результаты решения второго варианта задачи показаны на рис. 10.16. В этом случае, как задано условиями задачи, каждая из бригад выполнила по одной заявке, но некоторые из заявок (работы первого и второго вида) остались невыполненными.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Стоимость работ						
2	Бригады	Вид 1	Вид 2	Вид 3	Вид 4	Вид 5		
3	1	100	90	50	40	70		
4	2	80	100	55	50	75		
5	3	90	70	45	60	70		
6								
7	Бригады	Распределение работ					Итого:	Необходимо:
8	1	0	0	0	1	0	1	1
9	2	0	0	4,7E-12	4,7E-12	1	1	1
10	3	0	0	1	0	0	1	1
11	Итого:	0	0	1	1	1		
12	Необходимо:	1	1	1	1	1		
13								
14	Общая стоимость работ:					160		

Рис. 10.16. Результаты решения задачи о назначениях с избытком спроса (вариант 2)

Рассмотренные варианты задач можно видоизменять различными способами, добавляя или снимая дополнительные ограничения.

# Приложение. Функции Excel

**Таблица А1.** Функции даты и времени

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
ВРЕМЗНАЧ	Преобразует время из текстового формата в числовую форму
ВРЕМЯ	Возвращает заданное время в числовой форме
ГОД	Преобразует дату в числовой форме в год
ДАТА	Возвращает отдельную дату в числовой форме
ДАТАЗНАЧ	Преобразует дату из текстовой формы в числовую
ДАТАМЕС	Возвращает дату в числовую форму отстоящую на заданное число месяцев вперед или назад от начальной даты
ДЕНЬ	Преобразует дату в числовой форме в день месяца
ДЕНЬНЕД	Преобразует дату в числовом формате в день недели
ДНЕЙ360	Вычисляет количество дней между двумя датами на основе 360-дневного года
ДОЛЯГОДА	Возвращает долю года, которую составляет количество дней между начальной и конечной датами
КОНМЕСЯЦА	Возвращает числовую форму даты последнего дня месяца, отстоящего вперед или назад на заданное число месяцев
МЕСЯЦ	Преобразует дату в числовой форме в месяц
МИНУТЫ	Преобразует дату в числовой форме в минуты
НОМНЕДЕЛИ	Преобразует числовую форму в число, указывающее, на какую неделю года приходится указанная дата
РАБДЕНЬ	Возвращает дату в числовой форме, отстоящую вперед или назад на заданное количество рабочих дней
СЕГОДНЯ	Возвращает числовую форму текущей даты
СЕКУНДЫ	Преобразует числовую форму в секунды
ТДАТА	Возвращает числовую форму текущим дате и времени
ЧАС	Преобразует числовую форму в часы
ЧИСТРАБДНИ	Возвращает числовую форму количества рабочих дней между двумя датами

**Таблица А2.** Логические функции

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
ЕСЛИ	Предписывает выполнить логическую проверку
И	Возвращает «ИСТИНА», если все аргументы являются «ИСТИНА»
ИЛИ	Возвращает «ИСТИНА», если любой аргумент является «ИСТИНА»
ИСТИНА	Возвращает логическое значение «ИСТИНА»
ЛОЖЬ	Возвращает логическое значение «ЛОЖЬ»
НЕ	Меняет логическое значение своего аргумента на противоположное

**Таблица А3.** Функции ссылки и поиска

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
АДРЕС	Возвращает ссылку в виде текста на отдельную ячейку листа
ВПР	Ищет значение в первом столбце массива и возвращает значение из ячейки в найденной строке и указанном столбце
ВЫБОР	Выбирает значение из списка значений по индексу
ГИПЕРССЫЛКА	Создает быстрый вызов или переход, открывающий документ, хранящийся на сетевом сервере, во внутренней сети или в Интернете
ГПР	Ищет в первой строке массива и возвращает значение отмеченной ячейки
ДВССЫЛ	Возвращает ссылку, заданную текстовым значением
ДРВ	Извлекает данные реального времени из программы, поддерживающей автоматизацию COM (Программирование объектов. Стандартное средство для работы с объектами некоторого приложения из другого приложения или средства разработки. Программирование объектов (ранее называемое программированием OLE) является функцией модели COM (Component Object Model, модель компонентных объектов))
ИНДЕКС	Использует индекс для выбора значения из ссылки или массива

*продолжение* ➤

Таблица А3. (продолжение)

Функция	Описание
ОБЛАСТИ	Возвращает количество областей в ссылке
ПОИСКПОЗ	Ищет значения в ссылке или массиве
ПРОСМОТР	Ищет значения в векторе или массиве
СМЕЩ	Возвращает смещение ссылки относительно заданной ссылки
СТОЛБЕЦ	Возвращает номер столбца ссылки
СТРОКА	Возвращает номер строки ссылки
ТРАНСП	Возвращает транспонированный массив
ЧИСЛСТОЛБ	Возвращает количество столбцов в ссылке
ЧСТРОК	Возвращает количество строк в ссылке

Таблица А4. Текстовые функции

Функция	Описание
ASC	Преобразует полноширинные (двухбайтные) английские буквы или знаки катакана в текстовой строке в полуширинные (однобайтные)
JIS	Преобразует полуширинные (однобайтные) английские буквы или знаки катакана в текстовой строке в полноширинные (двухбайтные)
PHONETIC	Извлекает фонетические знаки (фуригана) из текстовой строки
БАТТЕКСТ	Преобразует число в текст, используя формат представления денежных единиц Таиланда
ДЛСТР, ДЛИНБ	Возвращает количество знаков в текстовой строке
ЗАМЕНИТЬ, ЗАМЕНИТЬБ	Заменяет знаки в тексте
ЗНАЧЕН	Преобразует текстовый аргумент в число
ФИКСИРОВАННЫЙ	Форматирует число как текст с заданным числом десятичных знаков
КОДСИМВ	Возвращает числовой код первого знака в текстовой строке
ЛЕВСИМВ, ЛЕВБ	Возвращает самые левые знаки текстового значения
НАЙТИ, НАЙТИБ	Ищет одно текстовое значение внутри другого (с учетом регистра)
ПЕЧСИМВ	Удаляет все непечатаемые знаки из текста
ПОВТОР	Повторяет текст заданное число раз
ПОДСТАВИТЬ	Заменяет в текстовой строке старый текст новым
ПОИСК, ПОИСКБ	Ищет одно текстовое значение внутри другого (без учета регистра)
ПРАВСИМВ, ПРАВБ	Возвращает самые правые знаки текстовой строки
ПРОПИСН	Преобразует буквы текста в прописные
ПРОПНАЧ	Делает прописной первую букву каждого слова текстового значения
ПСТР, ПСТРБ	Возвращает заданное число знаков из строки текста, начиная с указанной позиции
РУБЛЬ	Преобразует число в текст, используя денежный формат представления
СЖПРОБЕЛЫ	Удаляет из текста пробелы
СИМВОЛ	Возвращает знак, определенный кодовым номером
СОВПАД	Проверяет идентичность двух текстовых значений
СТРОЧН	Преобразует буквы текста в строчные
СЦЕПИТЬ	Объединяет несколько текстовых элементов в один
Т	Преобразует аргументы в текст
ТЕКСТ	Форматирует число и преобразует его в текст

Таблица А5. Функции проверки свойств и значений

Функция	Описание
ЕЛОГИЧ	Возвращает «ИСТИНА» при логическом значении
ЕНД	Возвращает «ИСТИНА» при ошибочном значении «#Н/Д»
ЕНЕТЕКСТ	Возвращает «ИСТИНА» при нетекстовом значении
ЕНЕЧЁТ	Возвращает «ИСТИНА» при нечетном числе
ЕОШ	Возвращает «ИСТИНА» при любом ошибочном значении, кроме «#Н/Д»
ЕОШИБКА	Возвращает «ИСТИНА» при любом ошибочном значении
ЕПУСТО	Возвращает «ИСТИНА» при пустом значении
ЕССЫЛКА	Возвращает «ИСТИНА» при значении, являющемся ссылкой
ЕТЕКСТ	Возвращает «ИСТИНА» при текстовом значении
ЕЧЁТН	Возвращает «ИСТИНА» при четном числе

Функция	Описание
ЕЧИСЛО	Возвращает «ИСТИНА» при числовом значении
ИНФОРМ	Возвращает сведения о текущей операционной среде
НД	Возвращает значение ошибки «#Н/Д»
ТИП	Возвращает число, указывающее тип данных или значение
ТИП.ОШИБКИ	Возвращает номер, соответствующий типу ошибки
Ч	Возвращает значение, преобразованное в число
ЯЧЕЙКА	Возвращает сведения о форматировании, местоположении или о содержимом ячейки

Таблица А6. Математические и тригонометрические функции

Функция	Описание
ABS	Возвращает абсолютное значение числа
ACOS	Возвращает арккосинус числа
ACOSH	Возвращает гиперболический арккосинус числа
ASIN	Возвращает арксинус числа
ASINH	Возвращает гиперболический арксинус числа
ATAN	Возвращает арктангенс числа
ATAN2	Возвращает арктангенс для заданных координат x и y
ATANH	Возвращает гиперболический арктангенс числа
COS	Возвращает косинус числа
COSH	Возвращает гиперболический косинус числа
EXP	Возвращает число e, возведенное в указанную степень
LN	Возвращает натуральный логарифм числа
LOG	Возвращает логарифм числа по заданному основанию
LOG10	Возвращает десятичный логарифм числа
SIN	Возвращает синус заданного угла
SINH	Возвращает гиперболический синус числа
TAN	Возвращает тангенс числа
TANH	Возвращает гиперболический тангенс числа
ГРАДУСЫ	Преобразует радианы в градусы
ДВФАКТР	Возвращает двойной факториал числа
ЗНАК	Возвращает знак числа
КОРЕНЬ	Возвращает положительное значение квадратного корня
КОРЕНЬПИ	Возвращает квадратный корень выражения «число * пи»
МОБР	Возвращает обратную матрицу массива
МОПРЕД	Возвращает определитель матрицы массива
МУЛЬТИНОМ	Возвращает отношение факториала суммы значений к произведению факториалов значений
МУМНОЖ	Возвращает произведение матриц двух массивов
НЕЧЕТ	Округляет число до ближайшего нечетного целого
НОД	Возвращает наибольший общий делитель
НОК	Возвращает наименьшее общее кратное
ОКРВВЕРХ	Округляет число до ближайшего целого или до ближайшего кратного значению
ОКРВНИЗ	Округляет число в меньшую к нулю сторону
ОКРУГЛ	Округляет число до указанного числа десятичных разрядов
ОКРУГЛВВЕРХ	Округляет число в большую от нуля сторону
ОКРУГЛВНИЗ	Округляет число в меньшую к нулю сторону
ОКРУГЛТ	Возвращает число, округленное с требуемой точностью
ОСТАТ	Возвращает остаток от деления
ОТБР	Отбрасывает дробную часть числа
ПИ	Возвращает значение «пи»
ПРОИЗВЕД	Перемножает аргументы
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ	Возвращает промежуточную сумму в листе или базе данных
РАDIАНЫ	Преобразует градусы в радианы
РИМСКОЕ	Преобразует арабскую цифру в римскую как текст
РЯД.СУММ	Возвращает сумму степенного ряда, вычисленную по формуле
СЛУЧМЕЖДУ	Возвращает случайное число в интервале между заданными числами
СЛЧИС	Возвращает случайное число от 0 до 1

продолжение ➤

Таблица А6. (продолжение)

Функция	Описание
СТЕПЕНЬ	Возвращает результат возведения числа в степень
СУММ	Суммирует аргументы
СУММЕСЛИ	Суммирует ячейки, удовлетворяющие заданному условию
СУММЕСЛИМН	Суммирует диапазон ячеек, удовлетворяющих нескольким условиям
СУММКВ	Возвращает сумму квадратов аргументов
СУММКВРАЗН	Возвращает сумму квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах
СУММПРОИЗВ	Возвращает сумму произведений соответствующих элементов массива
СУММРАЗНКВ	Возвращает сумму разностей квадратов соответствующих значений в двух массивах
СУММСУММКВ	Возвращает сумму сумм квадратов соответствующих значений в двух массивах
ФАКТР	Возвращает факториал числа
ЦЕЛОЕ	Округляет число до ближайшего меньшего целого
ЧАСТНОЕ	Возвращает целую часть результата деления
ЧЕТН	Округляет число до ближайшего четного целого
ЧИСЛКОМБ	Возвращает количество комбинаций для заданного числа объектов

Таблица А7. Инженерные функции

Функция	Описание
БЕССЕЛЬ.I	Возвращает модифицированную функцию Бесселя $I_n(x)$
БЕССЕЛЬ.J	Возвращает функцию Бесселя $J_n(x)$
БЕССЕЛЬ.K	Возвращает модифицированную функцию Бесселя $K_n(x)$
БЕССЕЛЬ.Y	Возвращает функцию Бесселя $Y_n(x)$
ВОСЬМ.В.ДВ	Преобразует восьмеричное число в двоичное
ВОСЬМ.В.ДЕС	Преобразует восьмеричное число в десятичное
ВОСЬМ.В.ШЕСТН	Преобразует восьмеричное число в шестнадцатеричное
ДВ.В.ВОСЬМ	Преобразует двоичное число в восьмеричное
ДВ.В.ДЕС	Преобразует двоичное число в десятичное
ДВ.В.ШЕСТН	Преобразует двоичное число в шестнадцатеричное
ДЕЛЬТА	Проверяет равенство двух значений
ДЕС.В.ВОСЬМ	Преобразует десятичное число в восьмеричное
ДЕС.В.ДВ	Преобразует десятичное число в двоичное
ДЕС.В.ШЕСТН	Преобразует десятичное число в шестнадцатеричное
ДФОШ	Возвращает дополнительную функцию ошибки
КОМПЛЕКСН	Преобразует коэффициенты при вещественной и мнимой частях комплексного числа в комплексное число
МНИМ.ABS	Возвращает абсолютную величину (модуль) комплексного числа
МНИМ.COS	Возвращает косинус комплексного числа
МНИМ.EXP	Возвращает экспоненту комплексного числа
МНИМ.LN	Возвращает натуральный логарифм комплексного числа
МНИМ.LOG10	Возвращает базовый (десятичный) логарифм комплексного числа
МНИМ.LOG2	Возвращает двоичный логарифм комплексного числа
МНИМ.SIN	Возвращает синус комплексного числа
МНИМ.АРГУМЕНТ	Возвращает значение аргумента комплексного числа (тета) – угла, выраженного в радианах
МНИМ.ВЕЩ	Возвращает коэффициент при вещественной части комплексного числа
МНИМ.ДЕЛ	Возвращает частное от деления двух комплексных чисел
МНИМ.КОРЕНЬ	Возвращает значение квадратного корня из комплексного числа
МНИМ.ПРОИЗВЕД	Возвращает произведение от 2 до 29 комплексных чисел
МНИМ.РАЗН	Возвращает разность двух комплексных чисел
МНИМ.СОПРЯЖ	Возвращает число, комплексно-сопряженное комплексному числу
МНИМ.СТЕПЕНЬ	Возвращает комплексное число, возведенное в целую степень
МНИМ.СУММ	Возвращает сумму комплексных чисел
МНИМ.ЧАСТЬ	Возвращает коэффициент при мнимой части комплексного числа
ПОРОГ	Проверяет, не превышает ли число пороговое значение
ПРЕОБР	Преобразует число из одной системы единиц измерения в другую
ФОШ	Возвращает функцию ошибки
ШЕСТН.В.ВОСЬМ	Преобразует шестнадцатеричное число в восьмеричное
ШЕСТН.В.ДВ	Преобразует шестнадцатеричное число в двоичное
ШЕСТН.В.ДЕС	Преобразует шестнадцатеричное число в десятичное

Таблица А8. Финансовые функции

Функция	Описание
АМОРУВ	Возвращает величину амортизации для каждого отчетного периода
АМОРУМ	Возвращает величину амортизации для каждого отчетного периода путем использования коэффициента амортизации
АПЛ	Возвращает величину амортизации актива за один период, рассчитанную линейным методом
АСЧ	Возвращает величину амортизации актива за определенный период, рассчитанную методом ускоренной амортизации
БЗРАСПИС	Возвращает будущую стоимость начального капитала после применения ряда сложных процентных ставок
БС	Возвращает будущую стоимость вклада
ВСД	Возвращает внутреннюю норму прибыли от поступлений денежных средств
ДАТАКУПОНДО	Возвращает предыдущую дату купона перед расчетной датой
ДАТАКУПОНПОСЛЕ	Возвращает следующую дату купона после расчетной даты
ДДОБ	Возвращает величину амортизации имущества для заданного периода, рассчитанную методом двукратного уменьшения остатка или другим заданным методом
ДЛИТ	Возвращает годовую продолжительность действия ценной бумаги с периодическими выплатами процентов
ДНЕЙКУПОН	Возвращает количество дней в сроке действия купона, содержащем расчетную дату
ДНЕЙКУПОНДО	Возвращает количество дней от начала действия купона до расчетной даты
ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ	Возвращает количество дней от расчетной даты до следующей даты купона
ДОХОД	Возвращает процентный доход с ценной бумаги, по которой производятся периодические выплаты процентов
ДОХОДКЧЕК	Возвращает доходность по казначейскому векселю
ДОХОДПЕРВНЕРЕГ	Возвращает доход по ценной бумаге с нестандартным первым периодом
ДОХОДПОГАШ	Возвращает годовой процентный доход с ценной бумаги, проценты по которой выплачиваются при наступлении срока погашения
ДОХОДПОСЛНЕРЕГ	Возвращает доход по ценной бумаге с нестандартным последним периодом
ДОХОДСКИДКА	Возвращает годовой процентный доход с ценной бумаги со скидкой, например с казначейского векселя
ИНОРМА	Возвращает процентную ставку полностью обеспеченной ценной бумаги
КПЕР	Возвращает количество периодов для вклада
МВСД	Возвращает внутреннюю норму прибыли, при которой положительные и отрицательные денежные потоки имеют разные ставки
МДЛИТ	Возвращает модифицированную продолжительность Маколея для ценной бумаги с предпологаемой номинальной стоимостью 100 долларов США
НАКОПДОХОД	Возвращает накопленные проценты по ценной бумаге с периодической выплатой процентов
НАКОПДОХОДПОГАШ	Возвращает накопленные проценты по ценной бумаге, процент по которым выплачивается при наступлении срока
НОМИНАЛ	Возвращает номинальную годовую процентную ставку
ОБЩДОХОД	Возвращает общую выплату по займу между двумя периодическими выплатами
ОБЩПЛАТ	Возвращает общую выплату, произведенную между двумя периодическими выплатами
ОСПЛТ	Возвращает платеж с основного капитала для срочного вклада
ПЛТ	Возвращает регулярный платеж ежегодной ренты
ПОЛУЧЕНО	Возвращает сумму, полученную при погашении полностью обеспеченной ценной бумаги
ПРОЦПЛАТ	Вычисляет проценты, выплаченные за определенный инвестиционный период
ПРПЛТ	Возвращает проценты с вклада за данный период
ПС	Возвращает текущую стоимость вклада
ПУО	Возвращает величину амортизации имущества для заданного или части заданного периода при использовании метода сокращающегося баланса
РАВНОКЧЕК	Возвращает доходность облигации по казначейскому векселю
РУБЛЬ.ДЕС	Преобразует цену в долларах, выраженную в виде дроби, в цену в долларах, выраженную десятичным числом
РУБЛЬ.ДРОБЬ	Преобразует цену в долларах, выраженную десятичным числом, в цену в долларах, выраженную в виде дроби
СКИДКА	Возвращает учетную ставку ценной бумаги
СТАВКА	Возвращает процентную ставку с ежегодного дохода
ФУО	Возвращает величину амортизации актива для заданного периода, рассчитанную методом фиксированного уменьшения остатка

*продолжение* ➤

Таблица А8. (продолжение)

Функция	Описание
ЦЕНА	Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценной бумаги с периодической выплатой процентов
ЦЕНАКЧЕК	Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости казначейского векселя
ЦЕНАПЕРВНЕРЕГ	Возвращает плату за 100 рублей номинальной стоимости ценной бумаги с нестандартным первым периодом
ЦЕНАПОГАШ	Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценной бумаги, по которой процент выплачивается в срок погашения
ЦЕНАПОСЛНЕРЕГ	Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценной бумаги с нестандартным последним периодом
ЦЕНАСКИДКА	Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценной бумаги со скидкой
ЧИСЛКУПОН	Возвращает количество купонов, подлежащих оплате между расчетной датой и сроком погашения
ЧИСТВНДОХ	Возвращает внутреннюю норму прибыли для графика поступлений денежных средств, необязательно носящих периодический характер
ЧИСТНЗ	Возвращает чистую текущую стоимость для графика поступлений денежных средств, необязательно носящих периодический характер
ЧПС	Возвращает чистую текущую стоимость вклада, базирующегося на серии периодических поступлений денежных средств и на величине учетной ставки
ЭФФЕКТ	Возвращает действующую годовую процентную ставку

Таблица А9. Статистические функции

Функция	Описание
FRASP	Возвращает F-распределение вероятности
FRASPOBR	Возвращает инверсию F-распределения вероятности
ZTEST	Возвращает одностороннее значение вероятности z-критерия
БЕТАОБР	Возвращает обратную интегральную функцию заданного бета-распределения
БЕТАРАСП	Возвращает интегральную функцию бета-распределения
БИНОМРАСП	Возвращает вероятность отдельного значения биномиального распределения
ВЕЙБУЛЛ	Возвращает распределение Вейбулла
ВЕРОЯТНОСТЬ	Возвращает вероятность нахождения значений внутри двух границ
ГАММАНЛОГ	Возвращает натуральный логарифм гамма функции, $\Gamma(x)$
ГАММАОБР	Возвращает обратное гамма-распределение
ГАММАРАСП	Возвращает гамма-распределение
ГИПЕРГЕОМЕТ	Возвращает гипергеометрическое распределение
ДИСП	Оценивает дисперсию по выборке
ДИСПА	Оценивает дисперсию по выборке, включая числа, текст и логические значения
ДИСПР	Вычисляет дисперсию по генеральной совокупности
ДИСПРА	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности, включая числа, текст и логические значения
ДОВЕРИТ	Возвращает доверительный интервал для среднего значения по генеральной совокупности
КВАДРОТКЛ	Возвращает сумму квадратов отклонений
КВАРТИЛЬ	Возвращает квартиль множества данных
КВПИРСОН	Возвращает квадрат коэффициента корреляции Пирсона
КОВАР	Возвращает ковариацию, среднее произведений парных отклонений
КОРРЕЛ	Возвращает коэффициент корреляции между двумя множествами данных
КРИТБИНОМ	Возвращает наименьшее значение, для которого интегральная функция биномиального распределения меньше или равна заданному значению
ЛГРФПРИБЛ	Возвращает параметры экспоненциального тренда
ЛИНЕЙН	Возвращает параметры линейного тренда
ЛОГНОРМОБР	Возвращает обратное логарифмически нормальное распределение
ЛОГНОМРАСП	Возвращает интегральное логарифмически нормальное распределение
МАКС	Возвращает максимальное значение из списка аргументов
МАКСА	Возвращает максимальное значение из списка аргументов, включая числа, текст и логические значения
МЕДИАНА	Возвращает медиану заданных чисел



Функция	Описание
МИН	Возвращает минимальное значение из списка аргументов
МИНА	Возвращает минимальное значение из списка аргументов, включая числа, текст и логические значения
МОДА	Возвращает значение моды множества данных
НАИБОЛЬШИЙ	Возвращает k-ое наибольшее значение множества данных
НАИМЕНЬШИЙ	Возвращает k-ое наименьшее значение множества данных
НАКЛОН	Возвращает наклон линии линейной регрессии
НОРМАЛИЗАЦИЯ	Возвращает нормализованное значение
НОРМОБР	Возвращает инверсию интегрального нормального распределения
НОРМРАСП	Возвращает интегральную нормальную функцию распределения
НОРМСТОБР	Возвращает инверсию стандартного интегрального нормального распределения
НОРМСТРАСП	Возвращает стандартное интегральное нормальное распределение
ОТРБИНОМРАСП	Возвращает отрицательное биномиальное распределение
ОТРЕЗОК	Возвращает отрезок, отсекаемый линией линейной регрессии
ПЕРЕСТ	Возвращает количество перестановок для заданного числа объектов
ПЕРСЕНТИЛЬ	Возвращает k-ую перцентиль значений диапазона
ПИРСОН	Возвращает коэффициент корреляции Пирсона
ПРЕДСКАЗ	Возвращает значение линейного тренда
ПРОЦЕНТРАНГ	Возвращает процентную норму значения множества данных
ПУАССОН	Возвращает распределение Пуассона
РАНГ	Возвращает ранг числа в списке чисел
РОСТ	Возвращает значения экспоненциального тренда
СКОС	Возвращает асимметрию распределения
СРГАРМ	Возвращает среднее гармоническое
СРГЕОМ	Возвращает среднее геометрическое
СРЗНАЧ	Возвращает среднее арифметическое аргументов
СРЗНАЧА	Возвращает среднее арифметическое аргументов, включая числа, текст и логические значения
СРЗНАЧЕСЛИ	Возвращает среднее значение (среднее арифметическое) всех ячеек в диапазоне, которые удовлетворяют данному условию
СРЗНАЧЕСЛИМН	Возвращает среднее значение (среднее арифметическое) всех ячеек, которые удовлетворяют нескольким условиям
СРОТКЛ	Возвращает среднее арифметическое абсолютных отклонений точек данных от среднего
СТАНДОТКЛОН	Оценивает стандартное отклонение по выборке
СТАНДОТКЛОНА	Оценивает стандартное отклонение по выборке, включая числа, текст и логические значения
СТАНДОТКЛОНП	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности
СТАНДОТКЛОНПА	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности, включая числа, текст и логические значения
СТОШУХ	Возвращает стандартную ошибку предсказанных значений Y для каждого значения X в регрессии
СТЬЮДРАСП	Возвращает t-распределение Стьюдента
СТЬЮДРАСПОБР	Возвращает обратное t-распределение Стьюдента
СЧЁТ	Подсчитывает количество чисел в списке аргументов
СЧЁТЕСЛИ	Подсчитывает количество непустых ячеек в диапазоне, удовлетворяющих заданному условию
СЧЁТЗ	Подсчитывает количество значений в списке аргументов
СЧИТАТЬПУСТОТЫ	Подсчитывает количество пустых ячеек в диапазоне
ТЕНДЕНЦИЯ	Возвращает значения в соответствии с линейным трендом
ТТЕСТ	Возвращает вероятность, соответствующую критерию Стьюдента
УРЕЗСРЕДНЕЕ	Возвращает среднее внутренности множества данных
ФИШЕР	Возвращает преобразование Фишера
ФИШЕРОБР	Возвращает обратное преобразование Фишера
ФТЕСТ	Возвращает результат F-теста
ХИ2ОБР	Возвращает инверсию односторонней вероятности распределения хи-квадрат
ХИ2РАСП	Возвращает одностороннюю вероятность распределения хи-квадрат
ХИ2ТЕСТ	Возвращает тест на независимость
ЧАСТОТА	Возвращает распределение частот в виде вертикального массива
ЭКСПРАСП	Возвращает экспоненциальное распределение
ЭКССЕСС	Возвращает эксцесс множества данных

**Таблица А10.** Функции надстроек и автоматизации

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
SQL.REQUEST	Подключение к внешнему источнику данных и выполнение запроса из листа. Результат возвращается в виде массива. Дополнительное программирование не требуется
ВЫЗВАТЬ ПЕРЕСЧЕТЕВРО	Вызывает процедуру из динамически связываемой библиотеки или программный ресурс Преобразует число в значение в единицах евро, преобразует значение в единицах евро в значение в национальной валюте стран, использующих евро, или преобразует число из одной национальной валюты в другую с использованием в качестве промежуточного результата значения в евро
ПОЛУЧИТЬ_ДАННЫЕ. СВОДНОЙ.ТАБЛИЦЫ	Возвращает данные, хранящиеся в отчете сводной таблицы
РЕГИСТРАТОР.ИД	Возвращает регистрационный идентификатор для указанной динамически связываемой библиотеки (DLL) или ранее зарегистрированного программного ресурса

**Таблица А11.** Функции кубов

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
КУБЗНАЧЕНИЕ	Возвращает сгруппированное значение куба
КУБМНОЖ	Определяет вычисленное множество элементов или кортежей путем пересылки установленного выражения в куб на сервере, который формирует множество, а затем возвращает его в Microsoft Office Excel
КУБПОРЭЛЕМЕНТ	Возвращает n-й или ранжированный элемент множества. Используется для возвращения одного или нескольких элементов в множество, например лучшего продавца или 10 лучших студентов
КУБСВОЙСТВОЭЛЕ- МЕНТА	Возвращает значение свойства элемента в кубе. Используется для подтверждения того, что имя элемента внутри куба существует, и для возвращения определенного свойства для этого элемента
КУБЧИСЛОЭЛМНОЖ	Возвращает количество элементов множества
КУБЭЛЕМЕНТ	Возвращает элемент или кортеж в иерархию куба. Используется для подтверждения того, что данный элемент или кортеж существуют в кубе
КУБЭЛЕМЕНТКИП	Возвращает имя КИП (ключевой индикатор производительности), свойство, показатель и отображает упомянутые имя и свойство в ячейке. КИП представляет собой количественную величину, например месячный валовой доход или текучесть кадров за квартал, используемую для отслеживания деятельности организации

**Таблица А12.** Функции для работы с базами данных

<b>Функция</b>	<b>Описание</b>
БДДИСП	Оценивает дисперсию по выборке из выделенных записей базы данных
БДДИСПП	Вычисляет дисперсию по генеральной совокупности из выделенных записей базы данных
БДПРОИЗВЕД	Перемножает значения определенного поля в записях базы данных, удовлетворяющих определенному условию
БДСУММ	Суммирует числа в столбце поля записей базы данных, удовлетворяющих определенному условию
БИЗВЛЕЧЬ	Извлекает из базы данных одну запись, удовлетворяющую заданному условию
БСЧЁТ	Подсчитывает количество числовых ячеек в базе данных
БСЧЁТА	Подсчитывает количество пустых ячеек в базе данных
ДМАКС	Возвращает максимальное значение среди выделенных записей базы данных
ДМИН	Возвращает минимальное значение среди выделенных записей базы данных
ДСРЗНАЧ	Возвращает среднее значение выбранных записей базы данных
ДСТАНДОТКЛ	Оценивает стандартное отклонение по выборке из выделенных записей базы данных
ДСТАНДОТКЛП	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности из выделенных записей базы данных

# Заключение

Автор надеется, что читатели нашли в этой книге ответы на основные вопросы, связанные с выполнением на компьютере различного вида расчетов. Из практических примеров ясно, что для этого совсем не обязательно использовать сложные и дорогостоящие программы. Во многих случаях можно эффективно использовать обычные офисные средства.

Данная книга не может полностью охватить все вопросы. Количество расчетных методик и областей применения расчетов очень велико, поэтому в данном случае было важно показать основные возможности использования соответствующего инструментария. По вопросу более полного изучения и использования Excel в различных областях деятельности написаны многочисленные книги. Многие из них описывают общие методы использования программы, поэтому данная книга, посвященная более узкой сфере применения, может быть полезна читателям. Приводимые в книге примеры практического использования Excel могут быть полезны не только в качестве почти законченных вариантов решения конкретных проблем. Их можно использовать в качестве аналогов при решении других вопросов.

Освоение даже простых средств и методов дает большие преимущества, так как пользователь получает свободу в выборе инструментария и его применении. Он может использовать его не только при решении стандартных задач.

Быть может, изучение и использование таких примеров подтолкнет читателей к активным экспериментам в Excel, результатом которых будут их собственные разработки. Пользователь не должен бояться подобных вопросов — многие из них имеют достаточно простое решение.

Александр Филиппович Трусов

## **Excel 2007 для менеджеров и экономистов: логистические, производственные и оптимизационные расчеты (+CD)**

Заведующий редакцией	<i>А. Сандрыкин</i>
Руководитель проекта	<i>А. Юрченко</i>
Ведущий редактор	<i>О. Некруткина</i>
Литературный редактор	<i>А. Хрипов</i>
Художественный редактор	<i>Л. Адуевская</i>
Корректоры	<i>Е. Каюрова, В. Нечаева</i>
Верстка	<i>А. Ганчуриш</i>

Подписано в печать 20.10.08. Формат 70x100/16. Усл. п. л. 24,51. Тираж 3000. Заказ  
ООО «Питер Пресс», 198206, Санкт-Петербург, Петергофское шоссе, д. 73, лит. А29.  
Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 — литература учебная.  
Отпечатано по технологии StP в в ГП ПО «Псковская областная типография».  
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34.