

## ГЛАВА 10. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

### 10.1. ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ КОММУТАЦИИ

#### 10.1.1. Принципы временной коммутации

При аналоговой коммутации каналов используются пространственные коммутационные схемы. При этом каждая точка коммутации закрепляется за определенным соединением на весь период его существования. Коммутация с временным разделением каналов предполагает совместное использование точек коммутации путем деления времени на интервалы, которые повторяются циклически. В каждом интервале отдельные конкретные точки коммутации и соответствующие им промежуточные соединительные линии периодически закрепляются за существующими соединениями. При таком совместном использовании точек коммутации можно получить значительную экономию их числа.

При коммутации с временным разделением каналов конфигурация коммутационной схемы с пространственным разделением периодически воспроизводится в течение каждого временного интервала путем непрерывного циклического изменения соединений, участвующих в течение этих интервалов. Цифровые сигналы, сформированные путем объединения на базе временного разделения, требуют как коммутации временных интервалов, так и коммутации физических линий. Способ коммутации с разделением времени использования точек на интервалы представляет собой второе измерение коммутации и называется *временной коммутацией*.

Схемы временной коммутации строятся на базе недорогих цифровых элементов памяти (ЭП). Следовательно, реализация функций цифровой коммутации оказывается более дешевой, чем реализация схем с пространственным разделением. Работа схемы временной коммутации

сводится главным образом к записи информации и ее считыванию из ЗУ. Принцип временной коммутации в самом общем виде представлен на рис. 10.1 [8, 46].

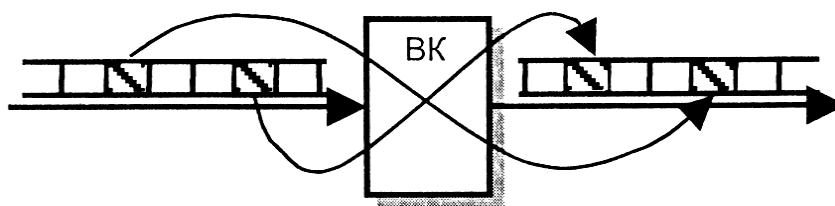


Рис. 10. 1. Схема временной коммутации

В процессе коммутации информация, поступающая по одному временному каналу, сначала записывается в ЭП, затем задерживается в течение определенного количества интервалов и передается во временном канале, с которым осуществляется соединение. Поскольку каждому временному каналу отведен определенный временной интервал, то часто говорят о перемещении информации из интервала в интервал.

Для коммутационных систем небольшой емкости можно получить экономичные коммутационные схемы, реализующие только временную коммутацию. Однако существуют реальные ограничения на временные характеристики ЭП, которые определяют допустимую емкость блока временной коммутации. Поэтому в коммутационных схемах большой емкости дополнительно вводится *пространственная коммутация*. Такие коммутационные схемы называются схемами с пространственно-временной коммутацией. Принцип пространственно-временной коммутации представлен на рис. 10.2.

В качестве примера приведено соединение 3-го временного канала (ВК) первой линии с 7-м ВК последней линии. Указанное соединение подразумевает, что информация, поступающая в 3-м временном интервале первой линии, пересылается в 7-й временной интервал последней линии. Поскольку процесс преобразования речевого сигнала в цифровую форму

принципиально означает четырехпроводный режим работы, то реализуется обратное соединение путем пересылки информации из 7-го временного интервала последней входящей линии в 3-й временной интервал первой исходящей линии. Таким образом, каждое соединение требует выполнения двух пересылок информации; при этом каждая пересылка осуществляется как во времени, так и в пространстве.

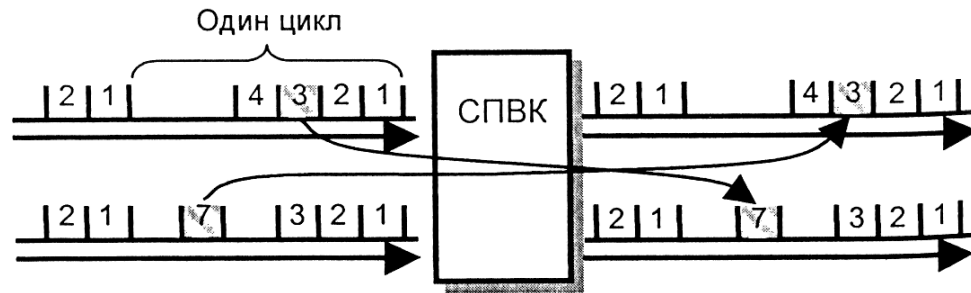


Рис. 10.2. Схема пространственно-временной коммутации (СПВК)

Существует множество структур коммутационных схем, которые позволяют выполнять пространственно-временную коммутацию. Все эти структуры требуют, по крайней мере, двух звеньев: звена пространственной коммутации и звена временной коммутации. Коммутационные схемы большой емкости обычно содержат несколько звеньев обоих типов.

### 10.1.2. Работа звена временной коммутации

Основными элементами блока временной коммутации (БВК) являются ЭП. Принцип работы цифровой коммутационной схемы на ЭП представлен на рис. 10.3 [8].

С помощью мультиплексора и демultipлексора образуется линия с временным разделением каналов (ВРК). Функции объединения и разъединения можно рассматривать либо как функции самой схемы коммутации, либо как функции, реализуемые в удаленных терминалах. В любом случае для каждого входящего временного канала необходимо обеспечить доступ к каналу записи в ЭП. Для каждого исходящего

временного канала также обеспечивается доступ к каналу считывания. Обмен информацией между двумя различными временными каналами осуществляется с помощью информационной памяти (ИП).

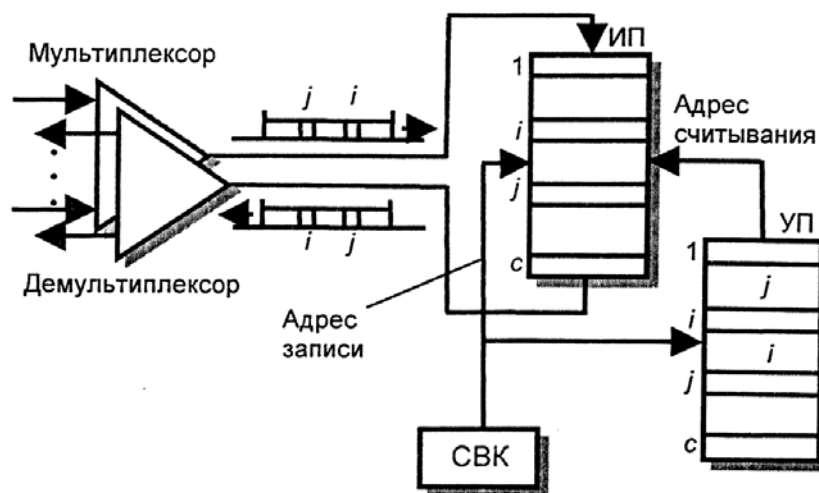


Рис. 10.3. Коммутационная схема на ЭП

Информация, поступающая по входящим временным каналам, последовательно записывается в ячейки ЭП. В то же время информация, поступающая в исходящие каналы, считывается из ИП по адресам, получаемым из блока управляющей памяти.

Дуплексное соединение каналов  $i$  и  $j$  линий с ВРК означает, что адрес  $i$  поступает из управляющей памяти (УП) в ИП в течение  $j$ -го временного интервала, и наоборот, адрес  $j$  поступает в течение  $i$ -го интервала.

В течение каждого временного интервала к ИП производится два обращения. Первое обращение производится при записи входящей информации в ИП. Адрес записи в ИП определяется счетчиком временных каналов, путем его приращения на 1. Следовательно,  $i$ -и временной интервал записывается в  $i$ -ю ячейку ИП. Второе обращение производится при считывании информации из ИП. Адрес считывания в  $i$ -м временном интервале определяется содержимым  $i$ -и ячейки УП.

Таким образом, для каждого временного канала (входящего и исходящего) в ИП выполняются операции записи и считывания. Тогда можно

грубо оценить максимальное число каналов  $c$ , которые могут быть обслужены коммутационной схемой на ЭП

$$c = T / 2t_c \quad (10.1)$$

где  $t_c$  - длительность цикла обращения ЭП, мкс;  $T$  - длительность информационного цикла, мкс.

Для обеспечения временной коммутации каналов необходимо наличие элементов задержки. Задержки удобно реализовать с помощью ЭП с произвольной выборкой. В таких ЭП запись производится по мере поступления данных, а считывание при необходимости их передачи. Информация каждого временного канала в течение вплоть до длительности одного полного цикла может храниться без искажения повторной записью.

Известно два способа управления работой ЭП звена временной коммутации:

- последовательная запись и произвольное считывание;
- произвольная запись и последовательное считывание.

Оба способа работы звена временной коммутации используют циклическую управляющую память, доступ к которой осуществляется синхронно с работой счетчика временных интервалов.

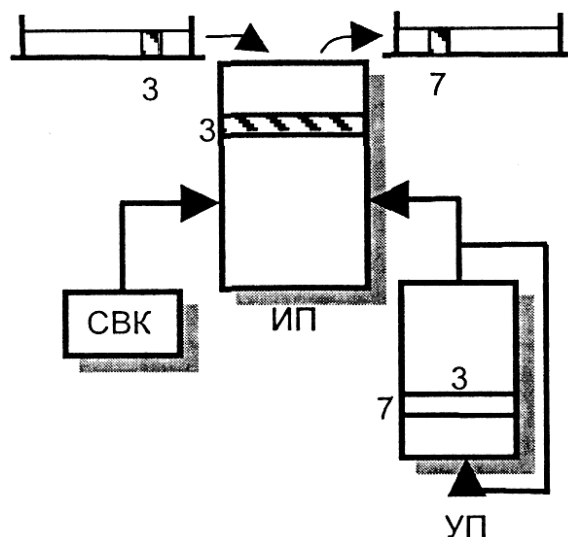


Рис. 10.4. Последовательная запись - произвольная выборка

На рис. 10.4 показан принцип работы звена временной коммутации для первого способа управления (последовательная запись и произвольное считывание).

Определенные ячейки памяти закрепляются за соответствующими временными интервалами (ВИ) входящей линии. Информация каждого входящего ВИ запоминается в последовательных ячейках памяти, что обеспечивается увеличением на 1 содержимого счетчика ВИ. Таким образом, информация, принятая в течение 3-го ВИ, запоминается в 3-й ячейке ЭП.

При считывании из ИП управляющая информация, поступающая из управляющей памяти, определяет адрес считывания информации для заданного ВИ. Согласно рис. 10.4 седьмое слово управляющей памяти содержит число 3. Следовательно, в течение 7-го ВИ должно быть считано и передано по исходящей линии содержимое ИП по адресу 3.

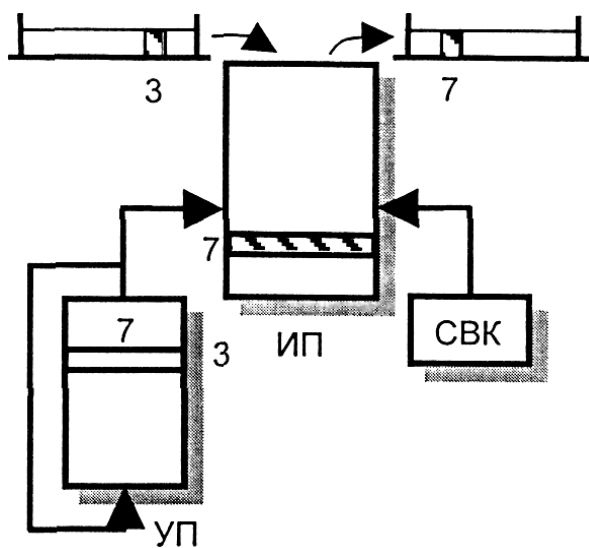


Рис. 10.5. Произвольная запись - последовательная выборка

Второй способ работы звена временной коммутации (рис. 10.5) является противоположностью первого. Поступающая на вход информация записывается в ячейки ИП в соответствии с адресом, хранящимся в управляющей памяти УП. Однако считывание информации из ИП

производится последовательно ячейка за ячейкой под управлением счетчика временных интервалов.

В примере на рис.10.5 информация, принятая в течение 3-го ВИ, записывается непосредственно в ИП по адресу 7, откуда автоматически считывается в 7-й исходящий временной канал. Оба способа работы звена временной коммутации определяют соответственно управление по выходу и по входу. В многозвенных коммутационных схемах удобно один способ работы использовать на одном звене временной коммутации, а второй способ на другом звене. Число каналов, которые могут обрабатываться временными коммутаторами (ВК) в звене временной коммутации, ограничивается циклическим временем. Следовательно, в системах коммутации, рассчитанных на большую емкость, применяются звеньевые схемы, содержащие звенья как временной, так и пространственной коммутации.

### **10.1.3. Коммутация каналов в схеме *В-П-В***

В настоящее время в системах коммутации большой емкости используются коммутационные схемы типа время-пространство-время (*В-П-В*). Общая структура коммутационной схемы типа *В-П-В* представлена на рис.10.6 [8].

Рассмотрим пример соединения 3-го временного канала первой линии с 7-м временным каналом последней линии. Информация, поступающая в 3-м временном интервале 1-го входящего канала с ВРК (на звене 6), задерживается и передается в одном из свободных временных интервалов звена пространственной коммутации *П* (например интервал 22). Временные интервалы звена *П* называют *внутренними временными интервалами*. Временные интервалы звена *В* называют *внешними временными интервалами*. При этом во внутреннем интервале 22 происходит пространственная коммутация входа 1 со входом *N* звена *П*, т.е. в течение 22-го интервала через звено *П* информация передается с 1-го входного на *N*-е

выходное звено временной коммутации. На выходном звене временной коммутации информация задерживается и хранится до тех пор, пока не наступит требуемый 17-й внешний временной интервал.

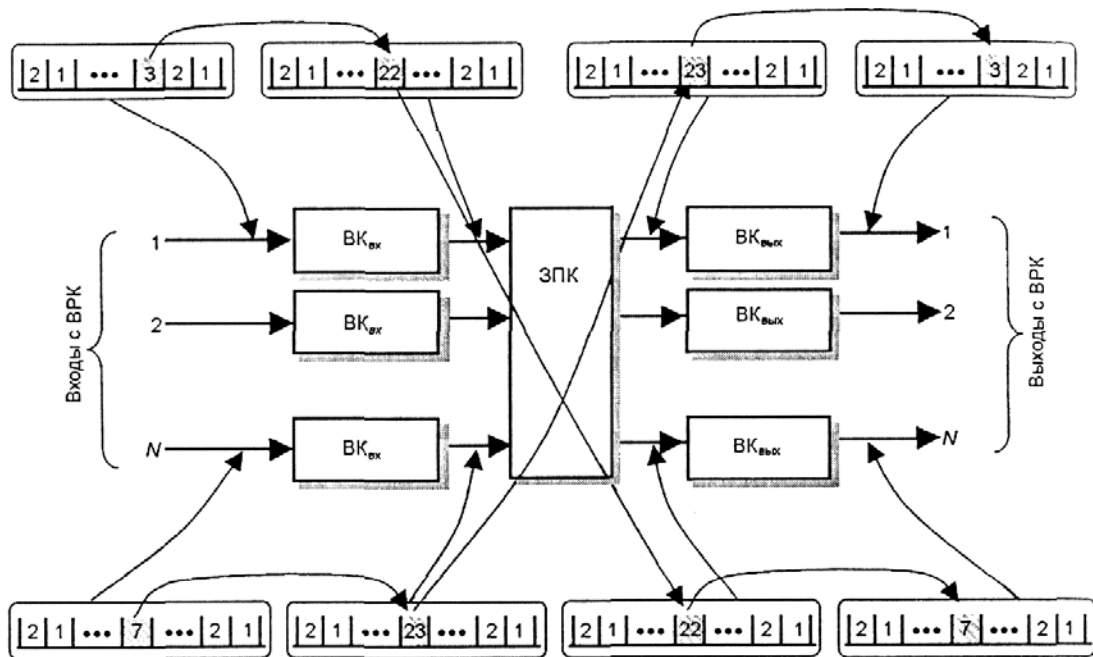


Рис. 10.6. Коммутационная схема типа В-П-В

В коммутационной схеме В-П-В звено пространственной коммутации работает с разделением во времени независимо от внешних каналов с ВРК. При этом для установления соединения на звене пространственной коммутации используется любой свободный внутренний временной интервал этого звена.

Коммутация на звене П осуществляется под управлением управляющей памяти УП. В общем случае пространственный коммутатор можно представить в виде матрицы  $n \times n$ . Каждой вертикали матрицы поставлено в соответствие своя УП, в которой число ячеек равно числу внутренних временных интервалов звена П (рис. 10.7) [45].



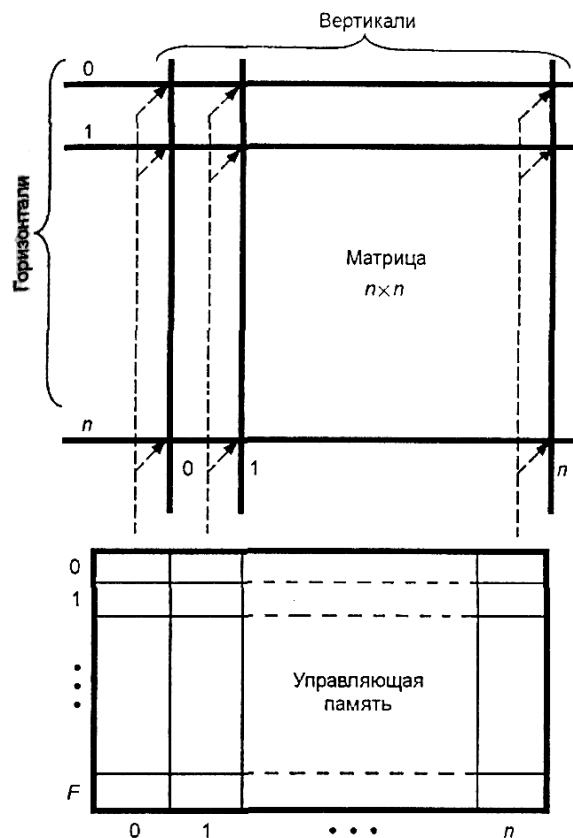


Рис. 10.7. Схема управления звеном пространственной коммутации

В УП вертикали хранится информация, которая определяет, какую из горизонталей необходимо соединить с соответствующей вертикалью на заданном временном интервале. Например, если в УП 1-й вертикали в ячейке 0 хранится число 3, то это означает, что в 0-м интервале времени 3-я горизонталь соединяется с 1-й вертикалью. При этом конфигурация звена  $\Pi$  периодически воспроизводится в течение каждого временного интервала путем непрерывного циклического изменения соединений, существующих в течение этих интервалов. Число ячеек  $F$  соответствует числу временных интервалов в цикле.

В каждую горизонталь и вертикаль, имеющие одинаковый порядковый номер (например 1-й вход и 1-й выход), включается отдельный *модуль временной коммутации* (МВК), как показано на рис. 10.8 [45].

При этом каждый МВК содержит информационные и управляющие элементы памяти входного и выходного звена временной коммутации.

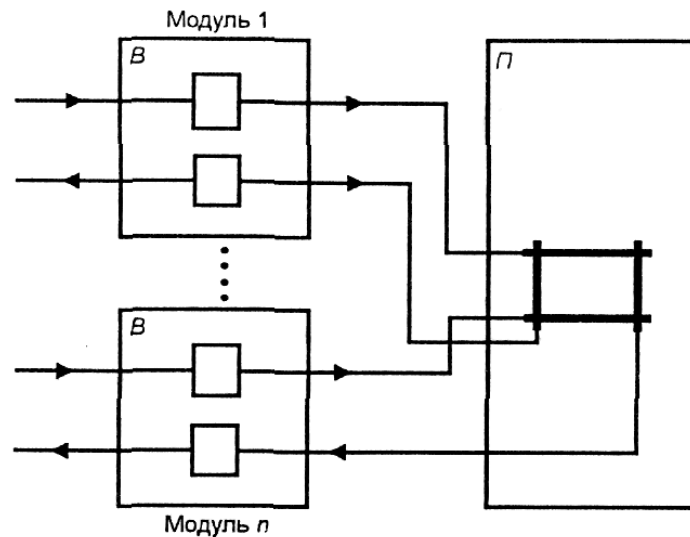


Рис. 10.8. Схема подключения МКВ звена временной коммутации (В) к звену пространственной коммутации (П)

#### 10.1.4. Неблокирующая коммутационная схема В-П-В

Работа коммутационной схемы *В-П-В* аналогична работе трехзвенной схемы пространственной коммутации *П-П-П*. В коммутационной схеме *В-П-В* блокировки могут возникать в тех случаях, когда нет свободных внутренних временных интервалов звена пространственной коммутации. Вероятность блокировки будет минимальной, если число внутренних интервалов в цикле выбрано достаточно большим. Рассмотрим коммутационную схему *В-П-В*, коммутирующую  $N$  цифровых каналов (рис. 10.9) [37].

На вход каждого временного коммутатора (ВК) поступает  $n$  канальных интервалов. Следовательно, число ВК во входном звене временной коммутации (первая ступень) равно  $N/n$ . Пусть число внутренних временных интервалов больше числа внешних временных интервалов  $k > n$ . Цикл коммутации на входе и выходе ВК первой ступени коммутации (т.е. цикл внешних и внутренних интервалов) представлен на рис. 10.10.

Все входные ВК соединяются с одним пространственным коммутатором емкостью  $N/n \times N/n$ . В свою очередь, каждый из  $N/n$  выходов

пространственного коммутатора соединяется с ВК третьей ступени, который имеет  $k$  канальных интервалов на входе и  $n$  канальных интервалов на выходе. Такая коммутационная схема при  $k \geq 2n - 1$  является *неблокирующей*. Следовательно, коммутационная схема типа *В-П-В* полностью аналогична схеме типа *П-П-П*.

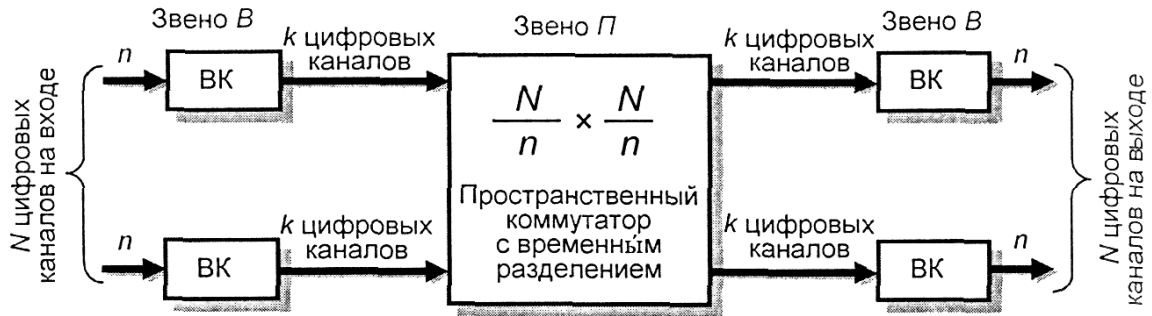


Рис. 10.9. Коммутационная схема типа *В-П-В*

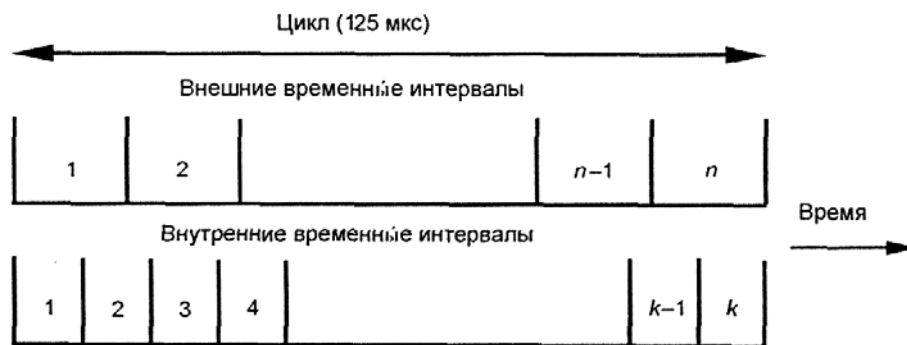


Рис. 10.10. Циклы коммутации внешних и внутренних интервалов

Пусть в одном из входных ВК заняты  $n-1$  из  $n$  внешних (входных) временных интервалов. В этом случае также заняты  $n-1$  из  $k$  внутренних временных интервалов в пространственном коммутаторе. Предположим, что по оставшемуся свободным внешнему (входному) временному интервалу того же самого ВК поступает вызов, который требует соединения с одним из  $N/n$  выходных ВК.

Пусть в этом выходном ВК уже заняты  $n-1$  внешних (выходных) временных интервалов. При этом также заняты еще  $n-1$  из  $k$  внутренних

временных интервалов. В худшем случае эти два подмножества по  $n-1$  соединений в точке пространственного коммутатора не пересекаются, как показано на рис.10.11.

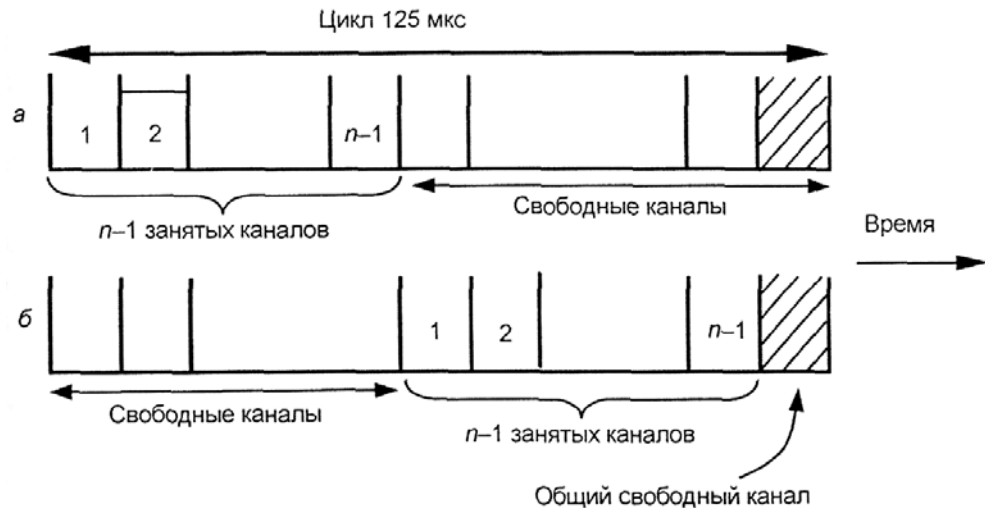


Рис. 10.11. Условие неблокируемости коммутационной системы В-П-В: а - входной ВК, 1-я ступень; б- выходной ВК, 3-я ступень,

Для того чтобы можно было установить соединение, должен оставаться по крайней мере один свободный внутренний временной интервал, общий для обоих ВК (показан в конце цикла на рис.10.11). Условие, при котором выполняется это событие, записывается в виде

$$k = (n - 1) + (n - 1) = 1 = 2n - 1 \quad (10.2)$$

В этом случае гарантируется неблокируемость коммутационной схемы типа В-П-В.

## 10.2. СТРУКТУРА ЦСК

Цифровая система коммутации (ЦСК) характеризуется тем, что ее коммутационное поле коммутирует каналы, по которым информация передается в цифровом виде. Однако к ЦСК могут включаться как

аналоговые, так и цифровые абонентские и соединительные линии (посредством абонентских и линейных блоков). Обобщенная структура ЦСК представлена на рис. 10.12.

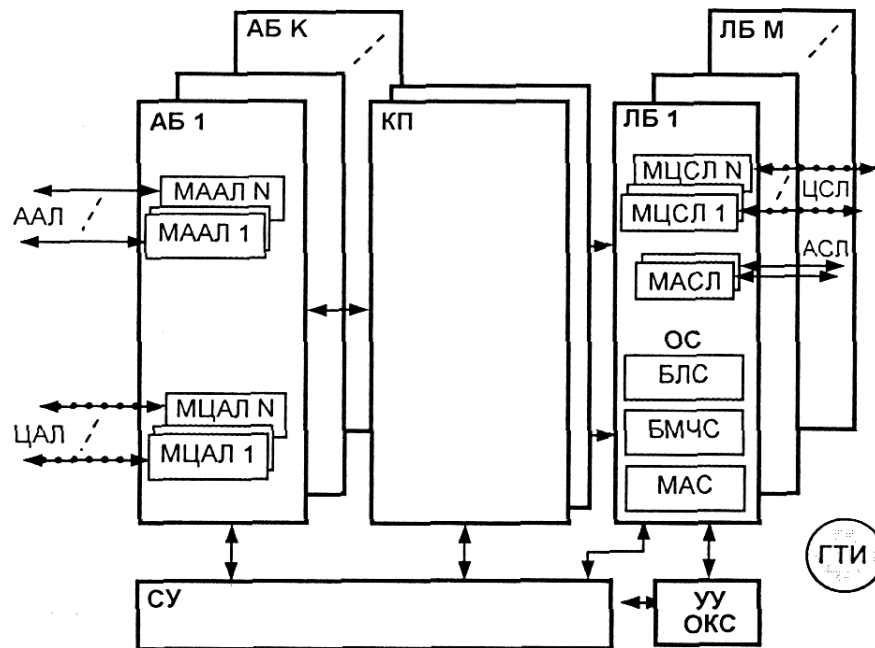


Рис. 10.12. Структура ЦСК: АБ - абонентский блок; КП - коммутационное поле; СУ - система управления; УУ ОКС - устройство управления ОКС; ААЛ - аналоговая абонентская линия; МААЛ - модуль аналоговых АЛ; МЦАЛ - модуль цифровых АЛ; МЦСЛ - модуль цифровых СЛ; МАСЛ - модуль аналоговых СЛ; ОС - оборудование сигнализации; ЦАЛ - цифровая абонентская линия; ЦСЛ - цифровая соединительная линия; АСЛ - аналоговая соединительная линия; ГТИ - генератор тактовых импульсов; БЛС - блок линейных сигналов; БМЧС - блок многочастотной сигнализации; МАС - модуль акустических сигналов

Абонентский блок (АБ) предназначен для согласования аналоговых и цифровых абонентских линий с коммутационным полем станции посредством МААК и МЦАК соответственно.

*Модуль аналоговых абонентских комплектов (МААК)* предназначен для подключения к станции аналоговых АЛ и выполняет следующие основные функции:

- аналогово-цифровое преобразование (АЦП) и цифро-аналоговое преобразование (ЦАП);
- концентрация нагрузки;
- подключение к ИКМ-тракту;
- функции BORCSHT.

*Модуль цифровых абонентских линий (МЦАЛ)* предназначен для подключения к станции цифровых АЛ и выполняет следующие основные функции:

- реализацию станционного окончания доступа 150М;
- разделение каналов В и D;
- объединение нескольких каналов D в один канал.

Цифровые терминалы подключаются к МЦАЛ через сетевое окончание NT с помощью базового доступа  $2B + D$ , где канал  $B = 64$  кбит/с,  $D = 16$  кбит/с.

*Линейный блок (ЛБ)* образует интерфейс между аналоговым или цифровым окружением станции и цифровым коммутационным полем. Используется для включения в станцию различных типов соединительных линий СЛ и линий доступа ISDN на первичной скорости посредством МЦСЛ и МАСЛ. ЛБ также может использоваться для подключения сетей передачи данных и реализации дополнительных услуг.

*Модуль цифровых соединительных линий (МЦСЛ)* используется для включения в станцию цифровых СЛ и линий ISDN первичного доступа. Выполняет функции передачи служебной и пользовательской информации, а также согласование входящих и исходящих потоков со скоростями коммутации в коммутационном поле (мультиплексирование и демультимплексирование).

*Модуль аналоговых соединительных линий (МАСЛ)* образует интерфейс для подключения аналоговых СЛ к цифровому коммутационному полю. Выполняет функции АЦП и ЦАП, а также приема и передачи служебной и пользовательской информации от аналогового окружения к станции и обратно.

В большинстве случаев в состав ЛБ входит *оборудование сигнализации (ОС)*, состав которого определяется передаваемыми сигналами между оборудованием взаимосвязанных АТС и способом их передачи на участках сети. ОС выполняет функции по приему и передаче сигналов управления и взаимодействия (СУВ) между двумя АТС.

В процессе работы цифровые АТС используют 2 группы сигналов: линейные и регистровые. *Линейные сигналы* обеспечивают переход от одной фазы обслуживания вызова к другой (занятие, отбой, подтверждение, разъединение). *Регистровые сигналы* обеспечивают маршрутизацию вызовов и включают в себя все информационные сигналы (набор номера, запрос цифр номера и другая дополнительная информация). В состав ОС могут входить БЛС, БМЧС и МАС (рис. 10.13).

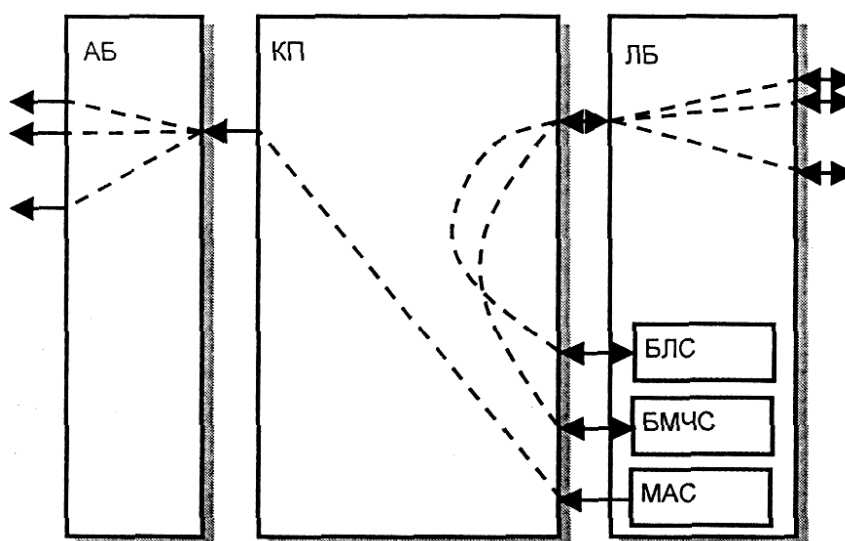


Рис. 10.13. Схема включения оборудования сигнализации в КП

*Блок линейных сигналов* (БЛС) является блоком сигнализации по выделенному сигнальному каналу ВСК (САЗ). Этот блок предназначен для приема и передачи всех линейных сигналов, передаваемых по 16-му канальному интервалу ИКМ тракта при сигнализации 2ВСК. Кроме линейных сигналов, данный блок иногда используется для передачи части сигналов маршрутизации (регистрационная сигнализация) - при связи цифровой АТС с декадно-шаговой станцией. Для подключения информации из 16-го канального интервала в БЛС используется полупостоянное соединение в коммутационном поле.

*Блок многочастотной сигнализации* (БМЧС) предназначен для приема регистровых сигналов многочастотной сигнализации. Передача сигналов осуществляется по разговорным цепям и закрепление БМЧС за разговорным канальным интервалом осуществляется системой управления только на время, необходимое для передачи и приема многочастотных сигналов. Подключение БМЧС к цифровому коммутационному полю (ЦКП) осуществляется по одной ИКМ линии. Соединение в ЦКП оперативное.

*Модуль акустических сигналов* (МАС) предназначен для передачи акустических сигналов с помощью цифрового тонового генератора (источника тональных сигналов). Этот генератор подключается к КП через ИКМ линию. Как правило, такой модуль включается через одну ИКМ линию и может выдавать 31 акустический сигнал. Каждому канальному интервалу поставлен в соответствие свой акустический сигнал («ответ станции», «занято», «посылка вызова», «контроль посылки вызова», сигнал тишины и т.д.). По команде из системы управления осуществляется коммутация  $i$ -го канального интервала ИКМ линии с требуемым акустическим сигналом от МАС с определенным  $j$ -м канальным для заданного модуля абонентских линий.

*Коммутационное поле* выполняет функции коммутации соединений различных видов:



- коммутация разговорных соединений в цифровом виде;
- коммутация межпроцессорных соединений;
- коммутация тональных сигналов.

В основном используются практически неблокирующие, пол-  
нодоступные, многозвенные схемы КП. Для надежности КП дублируется (2  
слоя). В современных цифровых АТС используется временная и  
пространственная коммутация (В и П). Как правило, не применяется более  
двух звеньев временной коммутации, а между этими звеньями располагается  
несколько звеньев пространственной коммутации. Между абонентами в  
коммутационном поле всегда устанавливается два независимых пути - в  
прямом и обратном направлении.

*Система управления (СУ)* предназначена для управления всеми  
процессами обслуживания вызовов. В цифровых АТС все действия  
управляющих устройств заранее определены алгоритмом (программой) их  
функционирования. Программы хранятся в памяти управляющих устройств.

При обслуживании вызова СУ выполняет 3 основные функции:

- прием информации (например поступление вызова, набор номера,  
ответ абонента, отбой и др.);
- обработка информации (анализ поступивших сигналов, поиск  
свободных соединительных путей в КП, выработка управляющих команд);
- выдача информации (выдача управляющих команд в модули и  
управление через КП).

Существует три вида структур СУ:

- централизованная;
- иерархическая;
- децентрализованная (распределенная).

Кроме основных функций по обслуживанию вызовов, СУ выполняет  
функции по предоставлению абонентам дополнительных видов

обслуживания (ДВО), а также вспомогательные функции (контроль, диагностика оборудования и др.).

*Управляющее устройство ОКС (УУ ОКС)* предназначено для управления сетью сигнализации по общему каналу и оборудовано специальным управляющим устройством, которое функционирует как транзитный узел или конечный пункт сигнального трафика.

*Генератор тактовых импульсов (ГТИ)* предназначен для выработки сетки частот, необходимых для синхронизации работы всех блоков станции. С этой целью все станции, включенные в цифровую сеть, должны обеспечиваться тактовыми импульсами с высокой степенью надежности и согласованности.

Тактовые импульсы, генерируемые в каждом блоке оборудования, синхронизируют обмен информацией на трех уровнях:

- внутри самого блока оборудования АТС;
- между блоками оборудования одной АТС;
- между различными АТС.

Для международного обмена цифровой информацией необходима очень высокая степень точности и надежности. В этом случае опорные частоты должны выводиться из атомных эталонов частоты и подаваться на международные АТС, работающие в качестве ведущих.

### **10.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БЛОКОВ ЦСК**

Взаимодействие блоков ЦСК можно рассмотреть на примере внутривыделенного соединения. Для описания всего процесса обслуживания вызова в упрощенном виде поделим его на пять основных этапов. Для иллюстрации взаимодействия блоков при внутривыделенном соединении на рис.10.14 представлена упрощенная структура ЦСК.

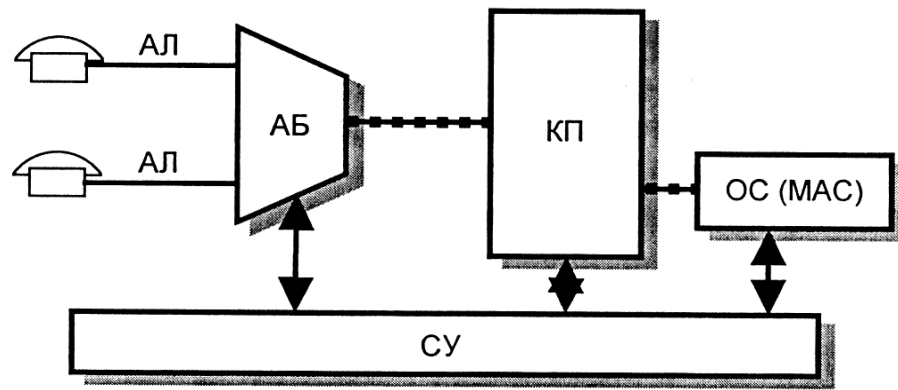


Рис. 10.14. Упрощенная структура ЦСК при внутростанционном соединении

**Этап 1.** Абонент *A* снимает трубку телефонного аппарата и станция передает сигнал «ответ станции».

После снятия абонентом *A* трубки СУ определяет факт занятия абонентской линии путем сканирования модулей абонентских линий МАЛ (в абонентском комплексе АК). Затем СУ выдает команду на подключение модуля акустических сигналов (МАС) через цифровое коммутационное поле (коммутируется цифровой тракт в КП). Из модуля акустических сигналов абоненту *A* подается сигнал «ответ станции» частотой  $f = 425$  Гц.

**Этап 2.** Абонент набирает номер.

При наборе номера точка сканирования в абонентском комплексе абонента *A* изменяет свое состояние. Эти изменения определяются периферийными устройствами сканирования и передаются в СУ. После приема первого импульса набора номера СУ дает команду на отключение сигнала «ответ станции» из МАС, т.е. передача акустических сигналов через КП прекращается. Номер передается в СУ.

**Этап 3.** АТС анализирует номер и передает сигналы ПВ и КПВ.

После приема и анализа абонентского номера СУ определяет по данным, хранящимся в ее памяти, направление связи как внутростанционное и дает команду на включение сигнала ПВ из модуля абонентских линий (МАЛ) частотой  $f = 25$  Гц абоненту *B*. Синхронно с сигналом ПВ абоненту *A*

из модуля акустических сигналов (МАС), передается сигнал КПВ частотой  $f = 425$  Гц. МАС подключается через КП по команде из СУ.

**Этап 4.** Абонент В отвечает и происходит коммутация разговорного соединения.

При ответе абонента В изменяется состояние точки сканирования в его абонентском комплекте. Эта информация поступает в систему управления, которая отключает сигналы ПВ и КПВ и передача акустических сигналов через КП прекращается. Затем СУ коммутирует в КП разговорный тракт и происходит разговор абонентов.

**Этап 5.** Отбой и разъединение.

Если предположить, что первым положил трубку абонент В, то отбой определяется по изменению состояния точки сканирования в его абонентском комплекте. Эта информация поступает в систему управления, которая дает команду на подключение МАС через КП, т.е. коммутирует соединение акустических сигналов в КП. Из МАС абоненту А подается сигнал «занято», а СУ выдает команду на отключение разговорного соединения в КП. Абонент А кладет трубку. При отбое обоих абонентов система управления дает команду на разрушение соединения акустических сигналов КП, т.е. отключает МАС.

## **10.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДОСТУПА В ЦСК**

### **10.4.1. Модуль аналоговых АК в абонентском блоке**

Абонентские линии в цифровых АТС включаются в КП станции через АБ, которые могут располагаться на территории самой станции либо на некотором расстоянии от нее (рис. 10.15).

Абонентские блоки, расположенные на удалении от основной АТС называют выносными. Вынос АБ от опорной станции позволяет строить

более гибкую сеть, сокращает общую протяженность абонентских линий и уменьшает затраты на управление и обслуживание. *Выносные АБ* связываются с КП станции по первичным цифровым трактам (ПЦТ) 2 Мбит/с. *Станционные АБ* для более экономичного использования линейных ресурсов могут включаться в КП станции по линиям 4-8 Мбит/с (станция EWSD).

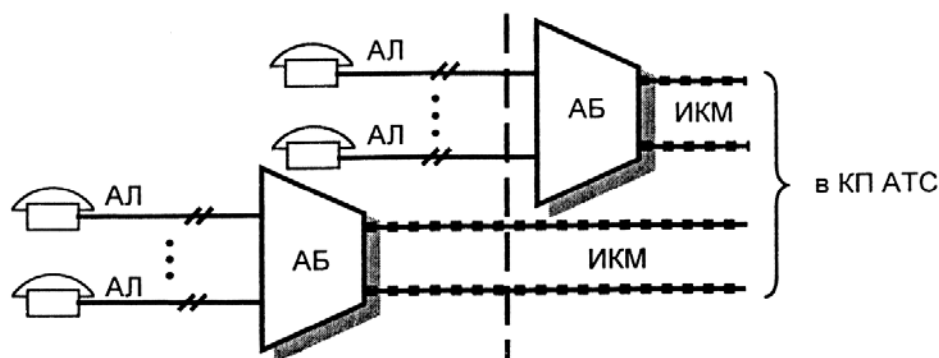


Рис. 10.15. Схема включения АБ к КП АТС

К основным функциям АБ относятся следующие:

- АЦП и ЦАП (в случае подключения аналоговых АЛ);
- реализация функций BORSCHT, которые выполняются в АК аналоговых линий;
- подключение абонентской линии к ПЦТ, идущему в КП станции;
- мультиплексирование или концентрация абонентской нагрузки, так как в среднем нагрузка на одну АЛ мала и составляет 0,1 Эрл на абонента (например в EWSD - 900-952 абонента на 4 ПЦТ; в МТ-20/25 - 763 абонента на 6 ПЦТ).

В общем случае АБ может выполнять функции мультиплексора либо концентратора. Структурную схему АБ в случае подключения аналоговых АЛ (с помощью МААЛ) можно представить совокупностью следующих блоков: абонентского комплекта, кодека, схемы контроля, коммутационного поля (для концентрации нагрузки), мультиплексора, схемы интерфейса и устройства управления (рис. 10.16).

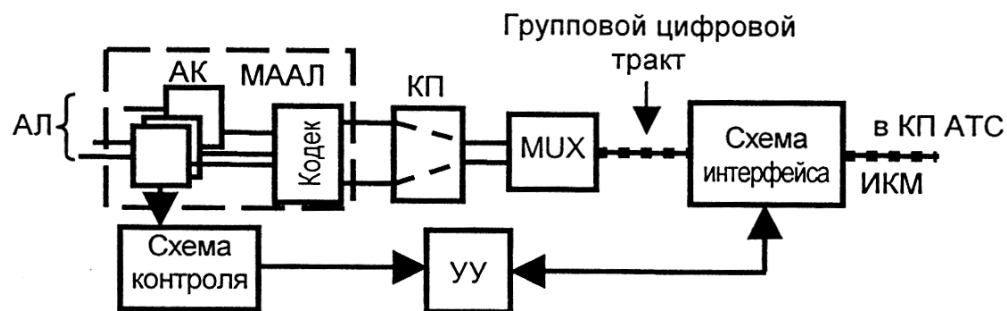


Рис. 10.16. Структура АБ (концентратор)

Каждая абонентская линия (АЛ) включается в индивидуальный *абонентский комплект* (АК). Сигнал с абонентского комплекта поступает на *кодек*, который может быть индивидуальным, то есть входить в состав абонентского комплекта (системы S-12, EWSD), и групповым (цифровой «Квант»). В кодеке происходит прямое и обратное преобразование аналоговой формы сигнала в цифровую.

*Схема контроля*, которая, как правило, находится в составе абонентского комплекта, но может быть и групповой, необходима для контроля за состоянием абонентской линии (замыкание или размыкание шлейфа при занятии линии и наборе номера).

*Коммутационное поле* (КП) в АБ может строиться на основе одной ступени пространственной или временной коммутации и используется для концентрации абонентской нагрузки, а также в некоторых системах возможна коммутация в пределах АБ. *Мультиплексор* (MUX) объединяет индивидуальные сигналы в групповой цифровой тракт (не обязательно ПЦТ). В большинстве случаев входные сигналы мультиплексоров жестко привязаны к определенным временным интервалам внешней ИКМ линии. Для обеспечения сопряжения АБ с цифровым коммутационным полем (ЦКП) используется *схема интерфейса*.

*Устройство управления* осуществляет координацию работы абонентских комплектов и схемы интерфейса. По 16-му каналному

интервалу (КИ) внешней ИКМ линии осуществляется управление абонентским блоком (АБ) из центральной системы управления посредством взаимосвязи управляющих устройств АБ и опорной станции. Если АБ выполняет функции мультиплексора, то в его структурной схеме отсутствует КП.

#### **10.4.2. Абонентский комплект и его функции**

Абонентский комплект (АК) предназначен для согласования оконечных абонентских устройств с коммутационной станцией. АК аналоговых линий выполняет 7 функций, каждой из которых поставлена в соответствие буква латинского алфавита (указана в скобках) [7]:

- электропитание абонентского терминала (В – Battery feed);
- защита от перенапряжений на АЛ (О – Over voltage);
- посылка вызова (R - Ringing);
- наблюдение и сигнализация (S – Supervision, Signalling);
- кодирование (С – Coding);
- дифференциальная система (Н – Hybrid);
- тестирование (Т - Testing).

В абонентском комплекте все элементы можно поделить на две основные группы. Одну группу составляют устройства, построенные на высоковольтных электронных элементах, а вторую группу - устройства, связанные с логическими операциями и построенные на цифровых элементах. На рис. 10.17 показана структурная схема АК с учетом функций BORSCHT.

#### **ФУНКЦИЯ В (BATTERY FEED - ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ)**

Ток питания микрофона абонентского телефонного аппарата (ТА) на электронных АТС подается из абонентского комплекта. Рассмотрим два основных способа организации электропитания ТА - через трансформатор или через дроссели. При первом способе для прохождения тока питания

микрофона абонентского ТА используется первичная обмотка трансформатора дифсистемы (рис.10.18).

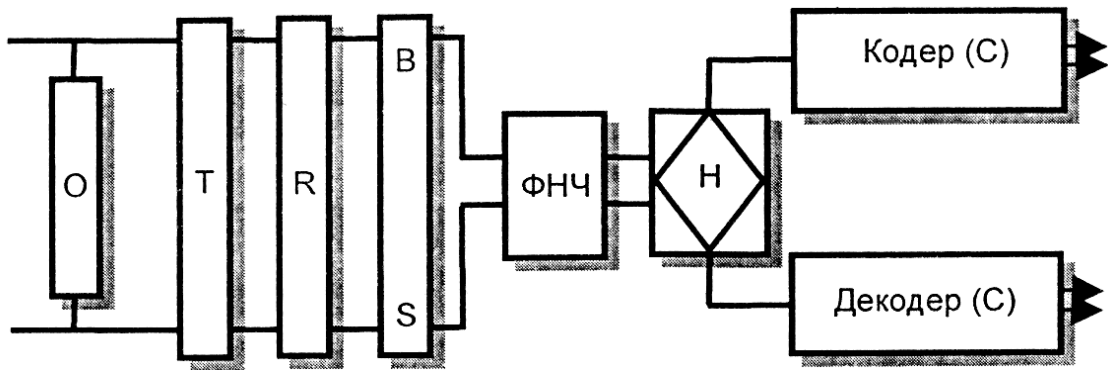


Рис. 10.17. Структурная схема АК с учетом функций BORSCHT

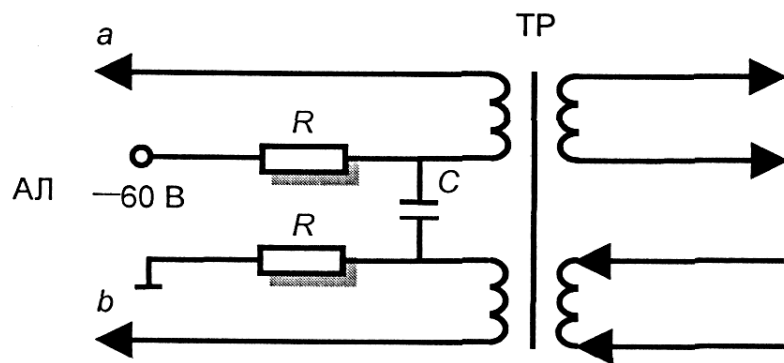


Рис. 10.18. Электропитание через трансформатор

Дополнительные резисторы  $R_1$  и  $R_2$ , включенные в цепь питания, используются для обеспечения меньшей зависимости тока питания микрофона от сопротивления абонентской линии, а также для устранения короткого замыкания в абонентской линии. Недостатком способа организации электропитания ТА через трансформатор является то, что ток питания микрофона вызывает подмагничивание сердечника трансформатора. Это, в свою очередь, снижает магнитную проницаемость материала сердечника и приводит к необходимости увеличения габаритных размеров трансформатора. Поэтому во многих электронных АТС для устранения подмагничивания применяется схема питания микрофона через дроссели.



Так как сопротивление дросселей достаточно велико на частотах разговорного спектра, то они служат добавочными резисторами (рис. 10.19).

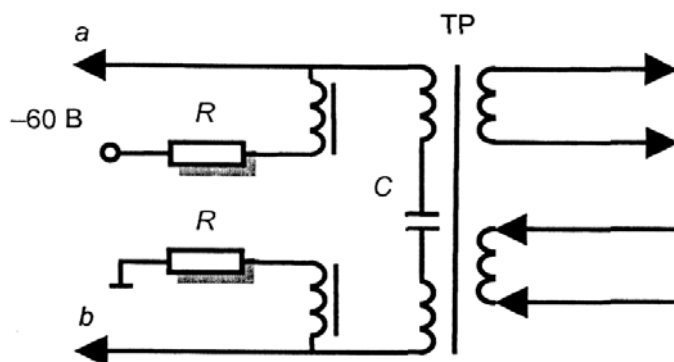


Рис. 10.19. Электропитание через дроссели

### ФУНКЦИЯ О (OVER VOLTAGE - ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ)

Отдельные элементы коммутационной станции и окончное абонентское устройство необходимо обеспечить защитой как от случайных разовых воздействий, например удара молнии или касания высоковольтных линий, так и от постоянных воздействий индуктивного характера со стороны высоковольтных линий и электрифицированных железных дорог. Это может осуществляться (рис. 10.20) с помощью применения защитных устройств в кроссе (разрядники, предохранители).

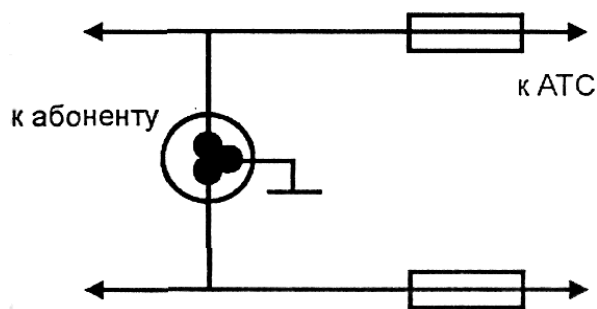


Рис. 10.20. Включение разрядников и предохранителей

Низковольтные полупроводниковые компоненты цифровой АТС очень чувствительны к высокому напряжению и требуют эффективной защиты от перенапряжения. Для этой цели в АК используются включенные встречно

друг другу полупроводниковые диоды (рис. 10.21). Их вольтамперная характеристика имеет различную крутизну при различных напряжениях падения. При увеличении напряжения ток резко возрастает, резко уменьшается сопротивление, и высокое напряжение шунтируется на землю, то есть срабатывает защита. Диоды включены так, что защита срабатывает при любой полярности высокого напряжения на проводах а и b.

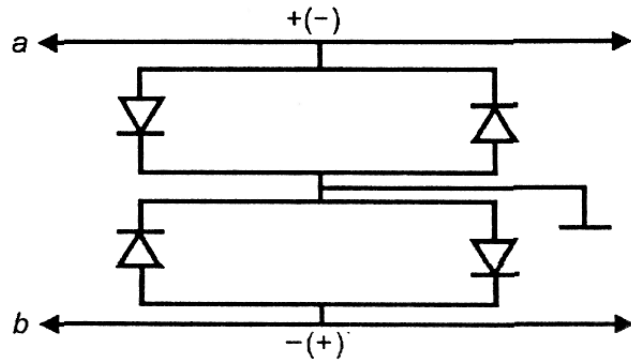


Рис. 10.21. Защита от перенапряжения АК цифровых АТС

### ФУНКЦИЯ R (RINGING - ПОСЫЛКА ВЫЗОВА)

Для срабатывания звонка в аналоговых телефонных аппаратах используется подача высокого переменного напряжения  $\approx 90$  В и частотой 25 Гц. Таким образом реализуется одна из функций абонентской сигнализации - вызов абонента с помощью звонка.

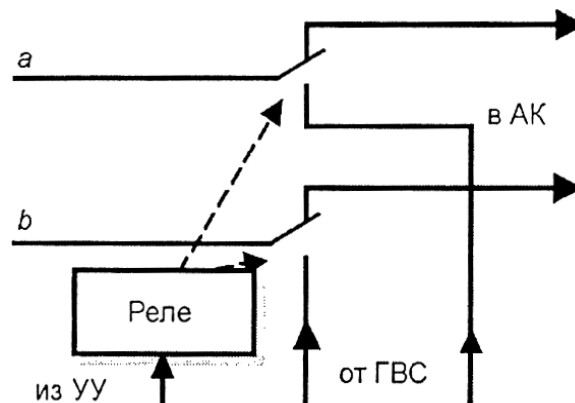


Рис. 10.22. Схема реализации посылки вызова

Для обеспечения посылки вызова используются электромеханические контакты герконового реле, через которые подключается генератор вызывных сигналов (ГВС) и отключается абонентская линия от стационарных устройств (рис. 10.22). По сигналу из устройства управления (УУ) абонентского блока с заданной периодичностью срабатывает реле посылки вызова.

### **ФУНКЦИЯ S (SUPERVISION - НАБЛЮДЕНИЕ И СИГНАЛИЗАЦИЯ)**

Для опознавания сигналов вызова станции, ответа абонента, отбоя, импульсного набора номера необходим контроль за состоянием абонентской линии. Состояние шлейфа абонентской линии определяется по изменению тока питания абонентской линии. Это изменение воспринимается ключевой схемой, которая называется *точкой сканирования* (рис. 10.23). В устройство управления абонентского блока передается сигнал, определяемый по падению потенциала в этой точке.

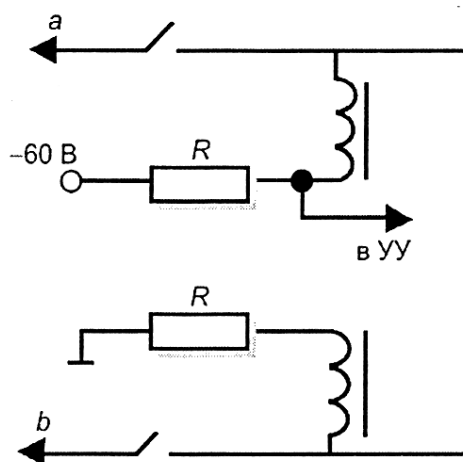


Рис. 10.23. Схема контроля за состоянием шлейфа

### **ФУНКЦИЯ С (CODING - КОДИРОВАНИЕ)**

Частотный диапазон 300-3400 Гц является диапазоном аналогового речевого сигнала. Для его преобразования в цифровую форму предусматривается ряд способов кодирования исходных сигналов. Эти

способы основаны на временной дискретизации и квантовании сигнала по амплитуде и обеспечивают возможность временного уплотнения и цифрового кодирования.

Перед кодером необходимо использовать фильтр нижних частот (ФНЧ) с частотой среза 3,4 кГц, который необходим: 1) для выделения низкочастотной составляющей на приемном конце разговорного тракта; 2) для предотвращения проникновения токов с частотами выше 3,4 кГц на передающем конце, устраняя тем самым искажения за счет возможного проникновения комбинационных частот.



Рис. 10.24. Групповое включение кодеков

Распространены следующие способы кодирования: импульсно-кодовая модуляция (ИКМ); дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ДИКМ); адаптивная ДИКМ (АДИКМ); дельта-модуляция (ДМ); адаптивная ДМ (АДМ). Наибольшее распространение получила ИКМ. Кодеки обычно делают групповыми, как правило, на 8 или 16 АЛ в одном модуле абонентских комплектов (рис. 10.24). В последних версиях ЦСК предусмотрено подключение 32 или даже 64 АЛ в один АК.

### **ФУНКЦИЯ Н (HYBRID-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА)**

Дифференциальная система (дифсистема) служит для разделения цепей передачи и приема при переходе от двухпроводной АЛ на четырехпроводную линию. Для согласования с абонентской линией в дифсистему (как правило, трансформаторную) включается балансный контур (БК), который обычно представляет собой RC-цепочки (рис. 10.25).

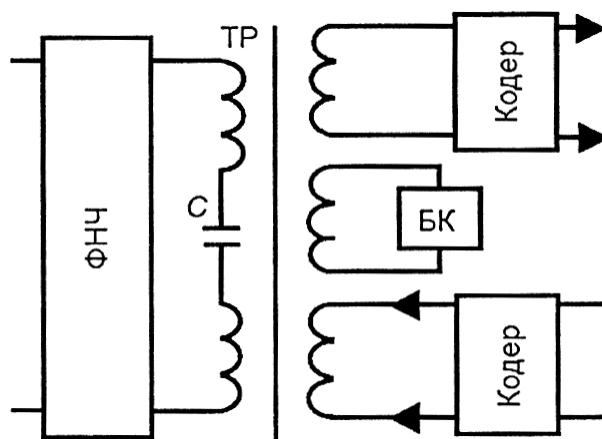


Рис. 10.25. Дифсистема

### ФУНКЦИЯ Т (TESTING - ТЕСТИРОВАНИЕ)

С целью установления причины и места различных видов неисправностей аналоговых АЛ предусмотрено несколько методов контроля. Проверка состояния АЛ выполняется постоянным током, который выдается из абонентского комплекта в линию.

Для подключения испытательных модулей (модулей тестирования) используются контакты герконового реле. Проверки АЛ могут выполняться при каждом подключении к ней стационарных устройств либо по требованию оператора. При этом во время проверки провода а и в переключаются с АК на испытательные (измерительные) модули (рис.10.26). Для проведения тестирования и измерений могут использоваться как встроенные испытательные модули (располагаются в АБ), так и внешние устройства. Возможно проведение следующих основных проверок:

- сопротивление изоляции жилы а и в относительно земли либо между жилами а и в (сопротивление шлейфа);
- емкость между жилами;
- измерение постоянного и переменного напряжения на проводах а и в;
- проверка на короткое замыкание.

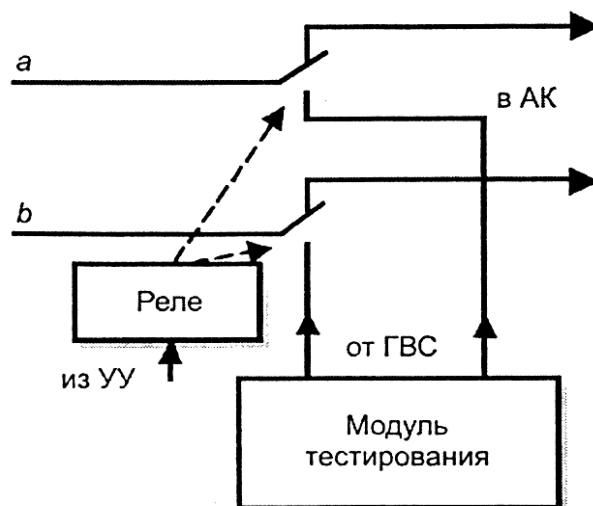


Рис. 10.26. Схема тестирования

### 10.4.3. Цифровой абонентский доступ в ЦСК

Для подключения цифровых абонентов в ЦСК предусматриваются цифровые АК, расположенные в абонентском блоке. В отличие от аналогового АК цифровой не выполняет многие из функций BORSCHT, так как они переносятся в цифровой телефонный аппарат. Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) внедряется в два этапа: этап узкополосной ЦСИС для низкоскоростных услуг связи и этап широкополосной ЦСИС - для средне- и высокоскоростных услуг связи.

*Цифровой абонентский доступ* - это совокупность аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие между цифровыми абонентскими терминалами и станцией ISDN. Возможны два варианта доступа:

- базовый абонентский доступ (basic rate access - BRA);
- первичный абонентский доступ (primary rate access - PRA).

*Базовый доступ ISDN* (рис. 10.27) реализуется по двухпроводной медной паре, используемой в аналоговой телефонии. Общая скорость передачи - 160 кбит/с, длина кабеля - не более 8 км при диаметре поперечного сечения 0,6 мм и не более 4,2 км при 0,4 мм. При базовом доступе организуются следующие каналы:



Рис. 10.27. Схема подключения абонентов при базовом доступе

- два В-канала (64 кбит/с) для передачи пользовательской информации с коммутацией каналов и коммутацией пакетов;
- один D-канал (16 кбит/с) для сигнализации между пользователем и сетью, может также использоваться для передачи пакетов данных и сигналов телеметрии и дистанционного управления.

Первичный доступ ISDN реализуется по четырехпроводной медной линии и используется для подключения средних и больших учреждений, поддерживающих услуги ISDN (рис.10.28).

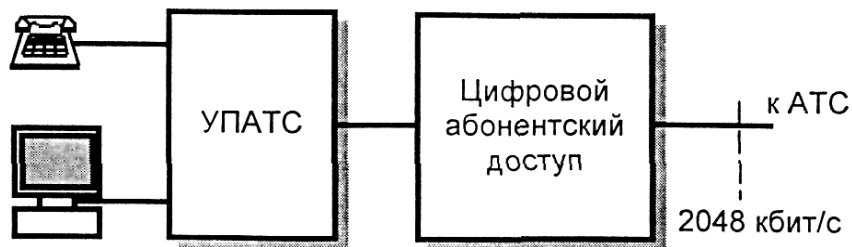


Рис. 10.28. Схема подключения абонентов при первичном доступе через УПАТС

Временные интервалы с 1 по 15 и с 17 по 31 используются как пользовательские каналы (30 В-каналов) со скоростью 64 кбит/с каждый. D-канал (64 кбит/с) используется только для передачи сигнальной информации.

Модуль цифровых АЛ на станции ISDN реализуется в виде линейного А.Т и стационарного ET окончаний (рис.10.29). Для обеспечения скорости

передачи 160 кбит/с по U-интерфейсу при базовом доступе рекомендуется в России использовать код 2B1Q.

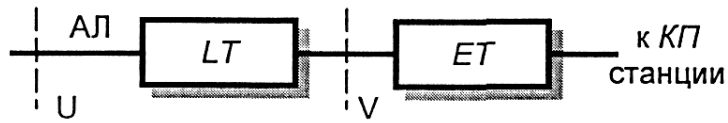


Рис. 10.29. Интерфейсы в МЦАЛ

U-интерфейс предназначен для обеспечения стыка между абонентским доступом и линейным окончанием по двухпроводной шине. V-интерфейс - для обеспечения стыка между линейным и станционным окончанием по четырехпроводной шине.

#### 10.4.4. Оборудование подключения соединительных линий

Для подключения цифровых и аналоговых СЛ в линейном блоке предусмотрены МЦСЛ и МАСЛ соответственно. *Модуль цифровых соединительных линий* (МЦСЛ) выполняет следующие основные функции (рис. 10. 30):

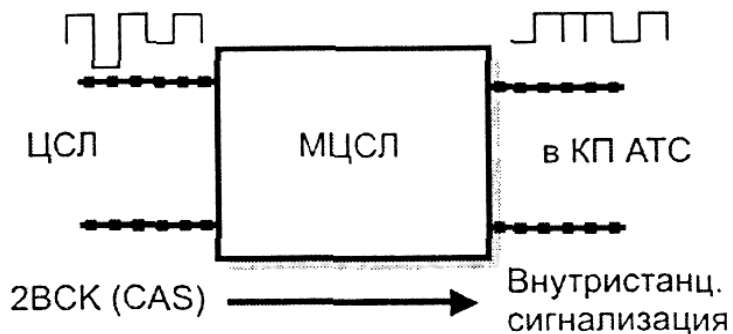


Рис. 10.30. Схема включения МЦСЛ в ЦСК

- преобразование линейного квазитроичного кода в станционный двоичный код, и наоборот;
- переход от одного вида сигнализации к другому;
- преобразование скоростей и обеспечение синхронной передачи сигнала.



Модуль аналоговых соединительных линий (МАСЛ) предназначен для согласования аналоговых СЛ (физических или уплотненных различными аналоговыми системами передачи) с цифровой системой коммутации. Возможно также согласование с нестандартными цифровыми системами передачи (ИКМ-12, ИКМ-15).

В МАСЛ включаются 2-, 3-, 4-проводные СЛ и линии с частотным разделением каналов. Для каждого типа линий используются соответствующие комплекты СЛ (КСЛ). Структурная схема МАСЛ представлена на рис.10.31.

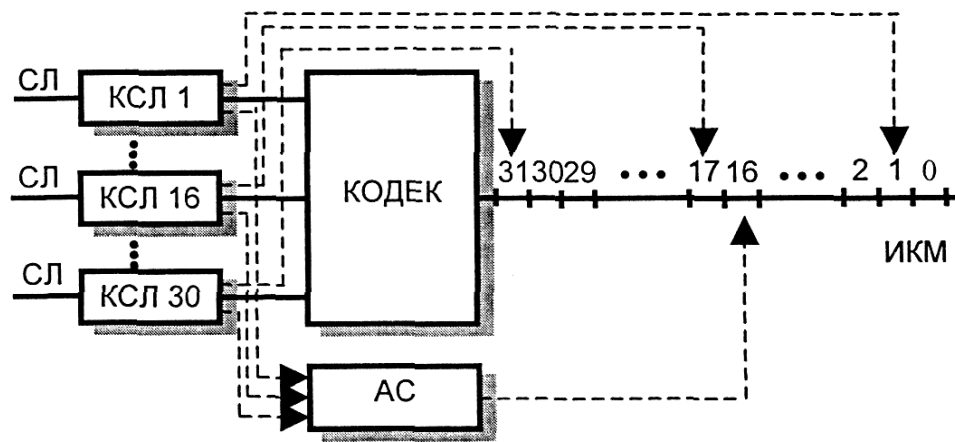


Рис. 10.31. Структурная схема МАСЛ

Кодек осуществляет АЦП, мультиплексирование и демультимплексирование, что обеспечивает стык между АЛ и КП, жестко закрепляя каждый КСЛ за определенным временным интервалом ИКМ-линии. Адаптер сигнализации (АС) согласует сигнализацию КСЛ с сигнализацией станции. АС предназначен для передачи и приема сигналов управления и взаимодействия (СУВ) от 30 линий в 16-м временном интервале ИКМ линии.

## 10.5. КОММУТАЦИОННОЕ ПОЛЕ В ЦСК

### 10.5.1. Принципы построения цифровых коммутационных полей и блоков

В цифровой системе коммутации функция коммутации осуществляется с помощью цифрового коммутационного поля, которое обычно строится по звеньевому принципу. Звеном цифрового КП называют группу ступеней (S-, T- или S/T), реализующих одну и ту же функцию преобразования координат цифрового сигнала. В зависимости от числа используемых звеньев различают двух-, трех- и многозвенные КП.

Можно отметить следующие особенности построения многозвенных цифровых КП [6].

1. *Строятся по модульному принципу.* Модульность позволяет обеспечить легкую приспособляемость системы к изменению емкости, простоту эксплуатации и технологичность производства за счет сокращения разнотипных блоков.

2. *Обладают симметричной структурой.* Под симметричной понимают структуру, в которой звенья 1 и  $N$ , 2 и  $N-1$ , 3 и  $N-2$  ... являются идентичными по типу и числу блоков коммутации. Именно симметричные цифровые КП удобнее всего строить на однотипных модулях.

3. *Являются дублированными.* При этом обе части работают синхронно и выполняют одни и те же действия. Но для реальной передачи информации используется только одна из них, которая считается активной. Вторая часть находится в резерве и в случае неполадок или сбоев в активной части происходит автоматическое переключение.

4. *Являются четырехпроводными.* Это связано с тем, что цифровые линии, по которым передаются уплотненные ИКМ сигналы, тоже четырехпроводные.

Цифровые коммутационные поля всегда строятся по принципу временного разделения каналов. Техника временного разделения каналов характеризуется тем, что несколько последовательных во времени выборок объединяются в цикл и поступают в канал передачи. Для каждой выборки в цикле отведена некоторая временная позиция. Отсюда можно уже определить основную функцию коммутационного поля в цифровой системе коммутации. Она заключается в коммутации содержимого некоторой временной позиции в уплотненной линии приема на другую временную позицию в уплотненной линии передачи. Такой процесс коммутации требует смены временной позиции и смены уплотненной линии. Поэтому в Цифровой коммутационной аппаратуре имеются два различных типа ступеней коммутации:

- коммутационные ступени для замены временных положений без смены уплотненной линии (временная ступень, или ступень В);
- коммутационные ступени для замены уплотненных линий без изменения временных положений (пространственная ступень, или ступень П).

Сочетание пространственных и временных ступеней в цифровом коммутационном поле, т.е. их группообразование, теоретически определяют параметры этой коммутационной системы [7].



Рис. 10.32. Модель КП с временным разделением

На рис.10.32 показаны три основные части ступени временной коммутации. Входной мультиплексор распределяет сигналы, поступающие по  $N$  уплотненным линиям приема, каждая из которых имеет  $r_{in}$  временных положений, на  $n$  уплотненных линий, которые, в свою очередь, имеют по  $r_1$  временных положений. Аналогично работает и выходной демультиплексор. Коммутационное устройство осуществляет процесс коммутации, заменяя временную позицию передающего абонента на временную позицию принимающего абонента в соответствии с адресом, находящимся в управляющей памяти (УП). Ввиду циклического характера работы коммутационного устройства управляющая память также выполняется в виде циклической памяти, управляющей коммутационным устройством с помощью адресов.

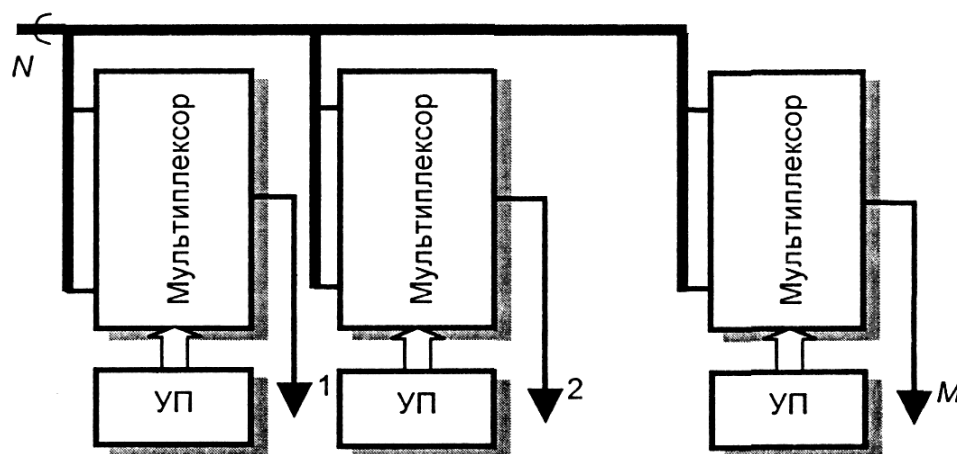


Рис. 10.33. Коммутационный блок пространственной коммутации

Основываясь на этой общей модели, можно подробнее описать пространственные и временные блоки коммутации. С точки зрения схемотехники, пространственный блок состоит из мультиплексоров, включенных параллельно и управляемых адресами из управляющей памяти (рис.10.33). Пространственную схему можно выполнить также многозвенной в виде схемы с промежуточными связями. В свою очередь, временной блок

состоит из некоторого числа запоминающих ячеек для хранения сигналов циклов.

В пространственном блоке число временных положений остается неизменным, поэтому для него действительно соотношение  $r_1=r_2$ . Временной блок характеризуется тем, что неизменным остается число уплотненных линий и для него действительно соотношение  $n = m$ .

### 10.5.2. Группообразование коммутационных полей

Деление коммутационного поля на блоки пространственной и временной коммутации определяет характеристики и стоимость коммутационной системы. При расчетах параметров коммутационной аппаратуры с временным разделением для нее составляется эквивалентная схема с пространственным разделением. Эквивалентная схема составляется следующим образом (рис. 10.34) [6]:

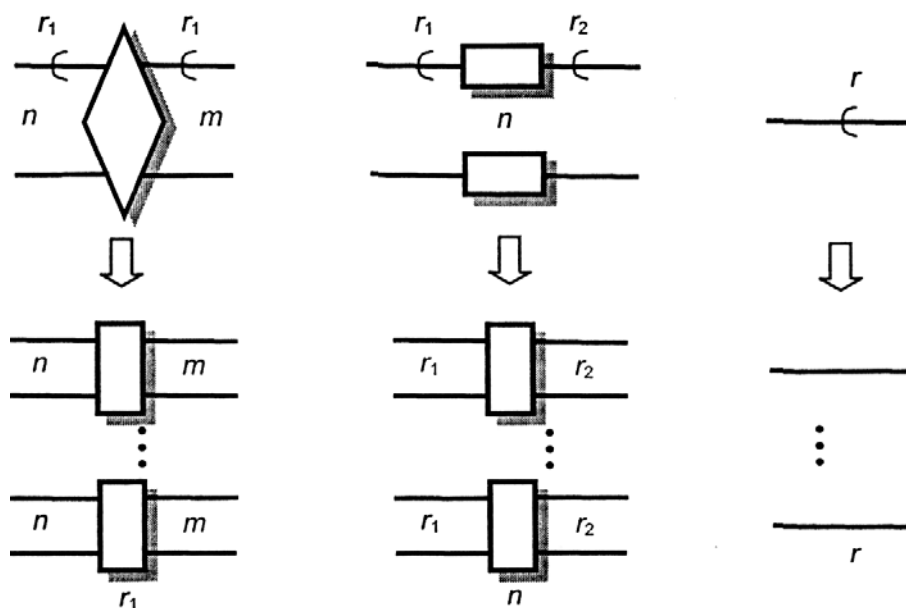


Рис. 10.34. Эквивалентное преобразование коммутационных блоков с временным разделением в блоки с пространственным разделением

- пространственная схема размера  $n \times m$  с  $r_1$  временными интервалами представляется в виде  $r_1$  коммутационных схем размера  $n \times m$ ;

- временная схема с  $n$  элементами памяти (ЭП) и  $r_1$  или  $r_2$  временными интервалами представляется в виде  $n$  коммутационных схем размера  $r_1 \times r_2$ ;
- уплотненная линия с  $r$  временными интервалами представляется в виде  $r$  отдельных линий.

Полная схема замещения может быть получена, если отдельные компоненты соединить промежуточными линиями в соответствии со схемой группообразования. При недостаточной емкости однозвенной схемы необходим переход к многозвенным структурам коммутационных полей. На рис.10.35 и 10.36 изображены структуры «время-пространство» и «пространство-время», а также соответствующие эквивалентные схемы.

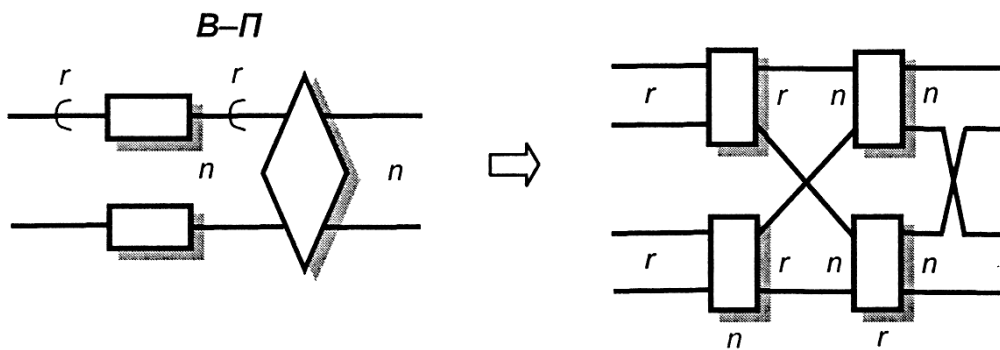


Рис. 10.35. Группообразование В-П

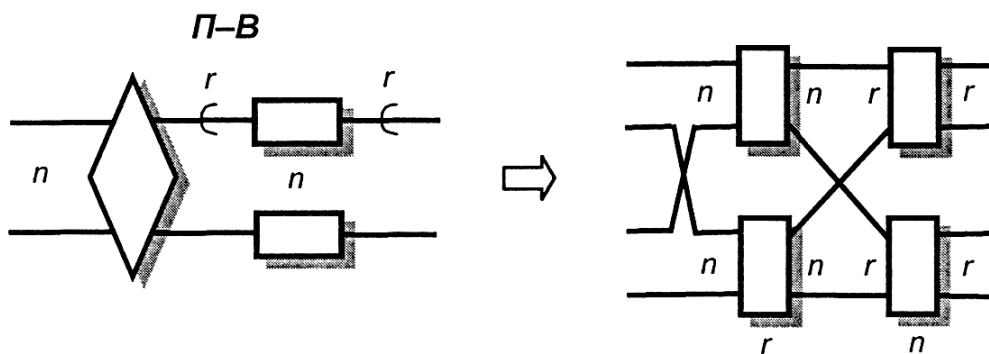


Рис. 10.36. Группообразование П-В

На рис. 10.37 показан пример преобразования структуры  $V-P-V$  в эквивалентную схему с пространственным разделением. С помощью аналогичных схем можно определить все предусмотренные теорией телеграфика характеристики схемы с временным разделением каналов.

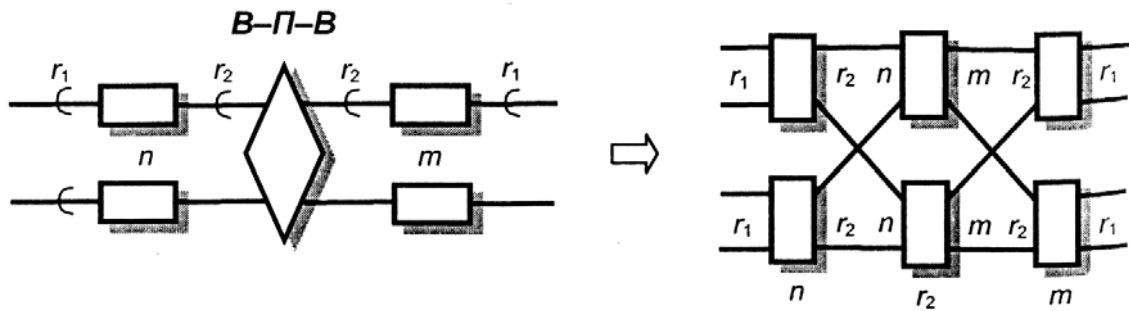


Рис. 10.37. Эквивалент преобразования В-П-В

### 10.5.3. Цифровые КП типа П-В-П

На начальных этапах развития цифровых коммутационных систем из-за высокой стоимости УП основу ЦКП составляли звенья пространственной ступени коммутации. Однако пространственные коммутаторы имеют большую вероятность внутренних блокировок, поэтому на практике получили распространение структуры, где пространственные ступени коммутации разделены временными ступенями.

Цифровые поля этого типа объединяют все симметричные КП, состоящие из В- и П-ступеней, где начальное и конечное звенья являются П-ступенями. Цифровые КП этого класса имеют структуру П-В-П или П-П-В-П-П. Дополнительный каскад пространственной коммутации служит для увеличения пропускной способности КП, но не влияет на принципы установления соединений. Графическое изображение такого трехзвенного поля представлено на рис. 10.38.

Первый и третий каскады имеют по одному пространственному коммутатору  $N \times M$  цифровых трактов, а второй каскад содержит Т-ступень, состоящую из  $M$  временных коммутаторов. Емкость цифрового КП определяется параметром  $N$  в П-ступени и количеством временных интервалов  $n$  в цифровой линии и рассчитывается как  $N \times n$ . Так, при использовании первичных цифровых потоков ИКМ-30 и пространственных коммутаторов  $16 \times 16$  емкость КП составит 512 канальных интервалов.

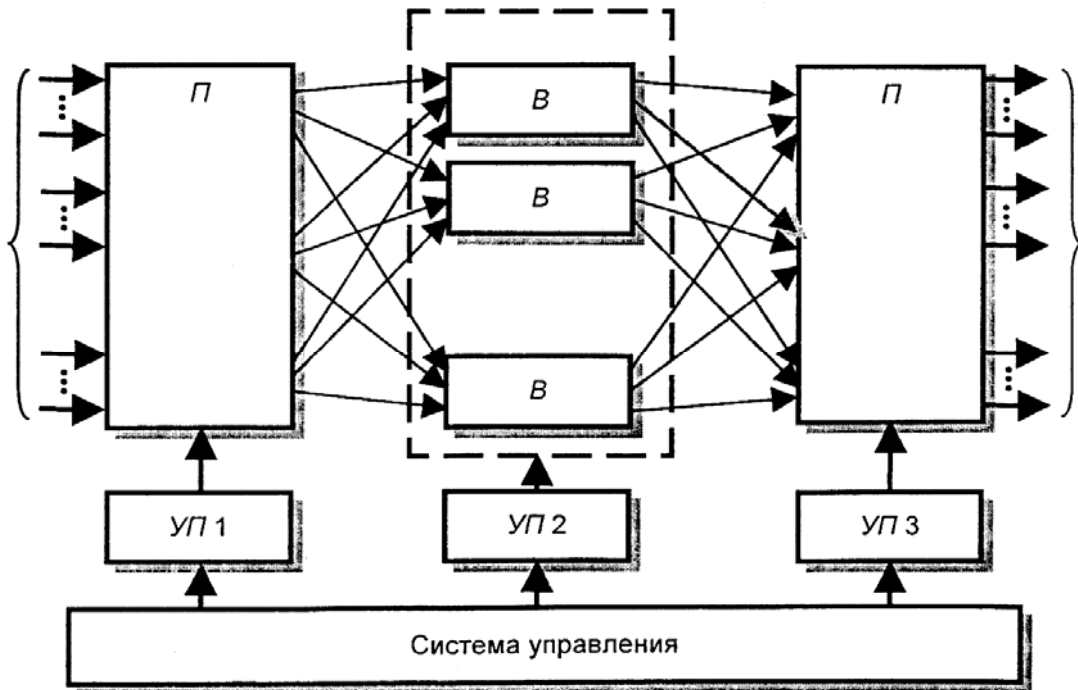


Рис. 10.38. Структура цифрового КП типа П-В-П

Степень пространственной коммутации может выполняться на ПЛМ и на мультиплексорах. Максимально большая  $P$ -матрица  $96 \times 96$  использовалась в ЦСК System X (Великобритания). Многокоординатные ЦСК с КП первого класса не нашли широкого применения из-за своей сложности. Поэтому производители вынуждены были искать другие способы увеличения емкости цифровых КП.

#### 10.5.4. Цифровые КП типа В-П-В

Уменьшение стоимости элементов памяти в начале 70-х гг. позволило начать внедрение цифровых КП типа В-П-В. Среди синхронных КП этого типа наибольшее распространение получили подструктуры с применением предварительного мультиплексирования и последующего демультимплексирования. Для таких КП характерны следующие особенности:



- применение дополнительных ступеней пространственной коммутации увеличивает емкость и пропускную способность поля, но не влияет на принципы его функционирования;
- предварительное мультиплексирование обеспечивает уплотнение входящих цифровых трактов, а последующее демultipлексирование восстанавливает их, что приводит к увеличению пропускной способности цифрового КП без применения дополнительных П-ступеней;
- для увеличения скорости обработки данных в КП на входе, как правило, производят преобразование последовательного кода в параллельный. Для этого на каждой входящей линии устанавливается преобразователь последовательно-параллельного типа, а на выходящей - параллельно-последовательного.

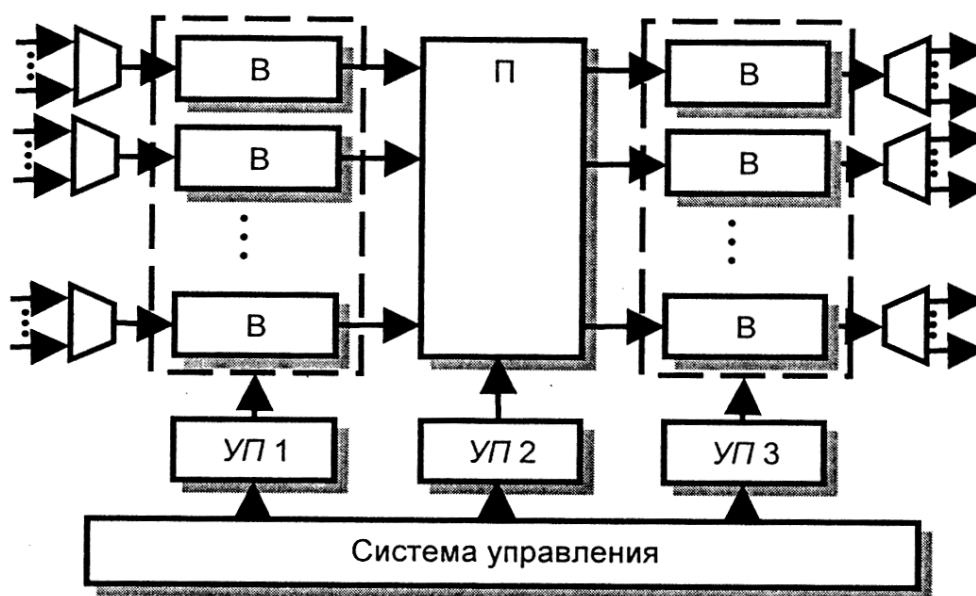


Рис. 10.39. Структура цифрового КП типа В-П-В

Большинство трехзвенных цифровых КП типа *В-П-В* имеют коммутационную структуру *MUX-В-П-В-DMUX*. В такие КП можно включать свыше 60 тыс. канальных интервалов или, при использовании концентраторов, свыше 100 тыс. абонентских линий. Пример структурной схемы КП показан на рис. 10.39.

Практически все производители цифровых АТС осуществляли увеличение емкости трехзвенного КП в основном за счет увеличения размера П-ступени. Однако при определенных условиях это приводит к ряду технических затруднений и повышению стоимости поля. Поэтому экономически выгоден стал переход к структурам с большим количеством звеньев. В целом наибольшее распространение получили следующие структуры цифровых КП: П-В-П, В-П-В, В-П-П-В, П-В-В-П, В-П-П-П-В и др.

## 10.6. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЦСК

### 10.6.1. Классификация систем управления

Система управления (СУ) предназначена для управления всеми модулями и блоками ЦСК. Основными функциями СУ при обслуживании вызова являются: прием информации, ее обработка и выдача управляющих команд (рис. 10.40).

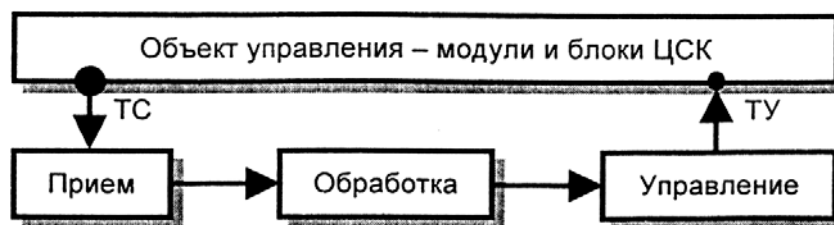


Рис. 10.40. Схема управления: ТС - точка сканирования; ТУ - точка управления

Кроме основных функций обслуживания вызова, СУ выполняет дополнительные функции по предоставлению абонентам дополнительных видов обслуживания, а также вспомогательные функции, обеспечивающие автоматизацию процессов эксплуатации и технического обслуживания АТС. Например, контроль и диагностика оборудования, организация диалога с

оператором, учет продолжительности разговоров, определение места повреждения в неисправном оборудовании и другие.

В общем случае СУ состоит из нескольких *управляющих* устройств (УУ), которые определенным образом взаимодействуют друг с другом. Обмен управляющими сигналами (функциональные связи) и информацией (информационные связи) между УУ в процессе их совместного функционирования осуществляется через *системный интерфейс*, а между управляющими устройствами и объектами управления (ОУ) - через *периферийный интерфейс* (рис.10.41).

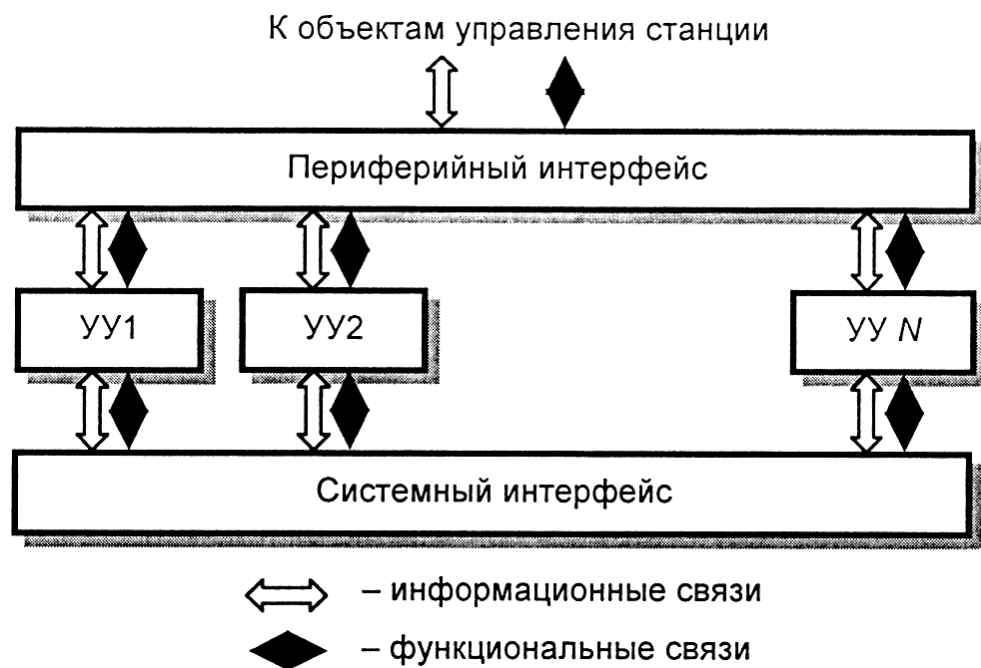


Рис. 10.41. Связь между устройствами управления

Системы управления можно классифицировать по двум признакам: по *способу управления* (рис. 10.42) и по *способу взаимодействия УУ* (рис. 10.43) [45].

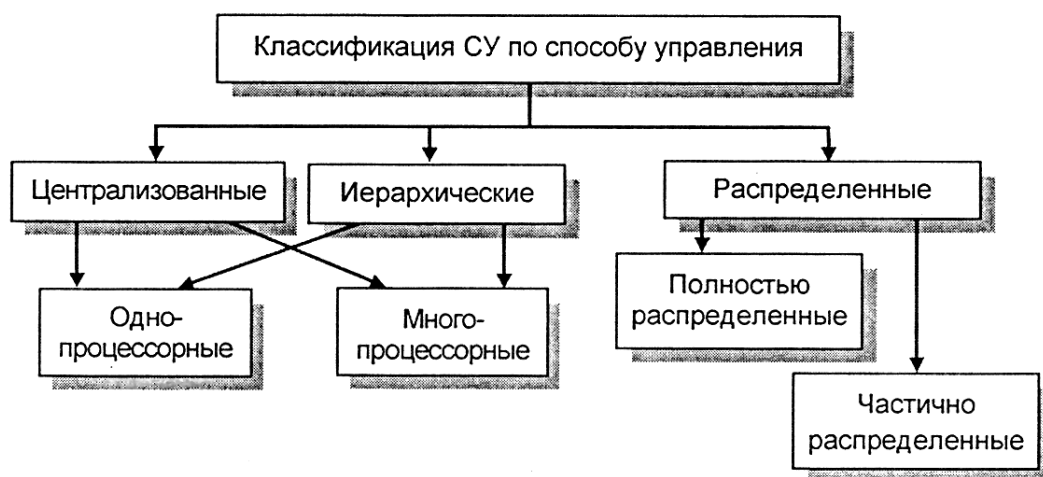


Рис. 10.42. Классификация СУ по способу управления

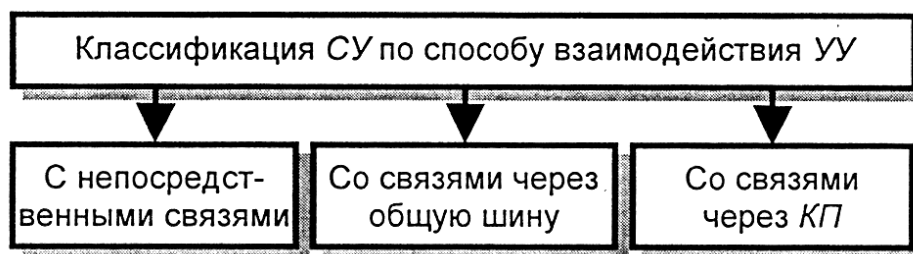


Рис. 10.43. Классификация СУ по способу взаимодействия УУ

### 10.6.2. Централизованное управление

Централизованная система управления состоит из одного *центрального устройства управления* (ЦУУ) в пределах всего узла коммутации. Возможны два способа построения ЦУУ - на базе одного дублированного процессорного модуля или на базе нескольких процессорных модулей (рис.10.44).

В состав *однопроцессорного ЦУУ* входят две *электронные управляющие машины* - ЭУМ 0 и ЭУМ 1. В этом случае ЦУУ выполняет как общестанционные (централизованные), так и рутинные (местные) задачи по управлению и взаимодействию модулей и блоков цифровой системы коммутации.

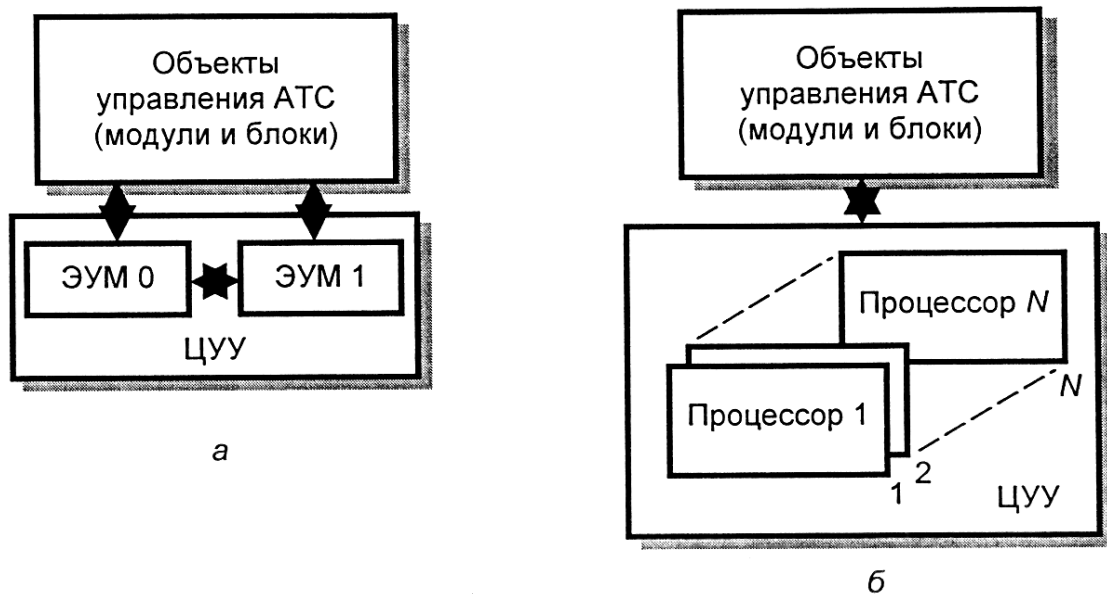


Рис. 10.44. Централизованная система управления: а - однопроцессорная система; б - многопроцессорная система

Достоинства централизованных систем управления:

- простота построения;
- экономичность для небольших станций.

Недостатки централизованных систем управления:

- малая надежность (выход из строя ЭУМ приводит к полной остановке станции, поэтому используется дублирование);
- высокие требования по производительности ЭУМ для станций большой емкости.

Для повышения гибкости и модульности ЦУУ может строиться на базе нескольких процессорных модулей. При этом повышается надежность СУ и появляется возможность наращивания ее производительности, что позволяет более эффективно справляться не только с общестанционными, но и с рутинными управляющими функциями.

В ЦСК централизованные системы управления не получили широкого распространения, но используются в малых АТС и УПАТС.

### 10.6.3. Иерархическое управление

В современных ЦСК широкое распространение получили СУ с децентрализованными функциями управления. Одним из вариантов является использование *иерархической СУ*. Данная система состоит из ЦУУ и нескольких групп *региональных (периферийных) устройств управления (РУУ)*, находящихся между собой в отношении иерархического подчинения. При этом каждая группа РУУ принадлежит определенному уровню иерархии. Различают однопроцессорные и многопроцессорные иерархические СУ (рис. 10.45).

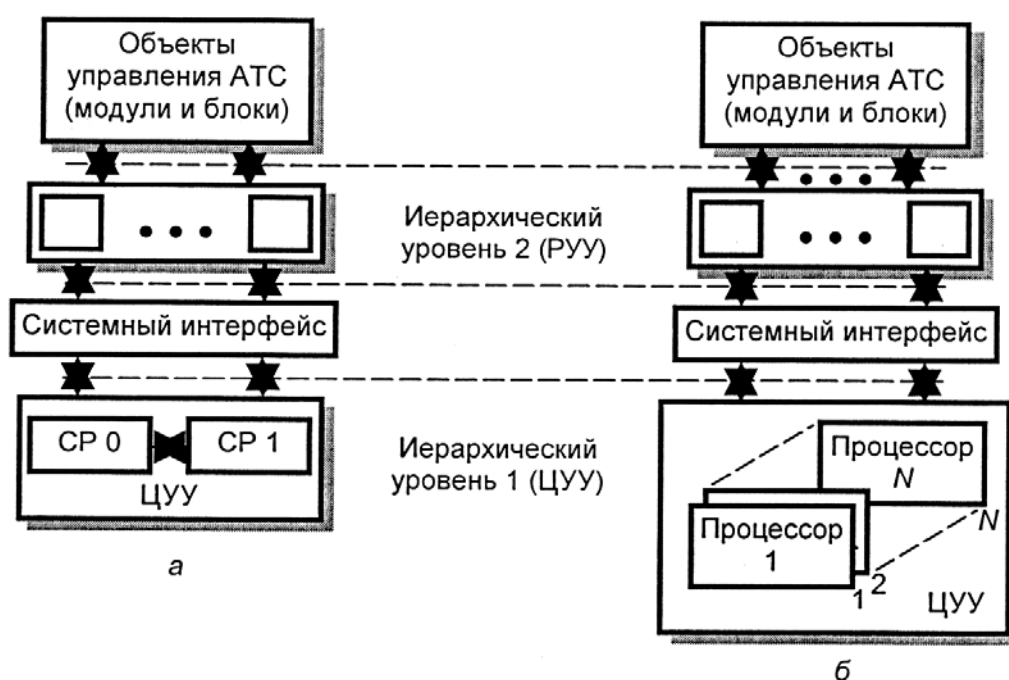


Рис. 10.45. Иерархическая система управления: а - однопроцессорная система; б - многопроцессорная система

Например, группа региональных УУ, каждый из которых обслуживает модуль абонентских комплектов, имеет самый низкий иерархический уровень управления. Группа УУ, обслуживающих блоки ЦСК (АБ, ЛБ и т.д.), имеет более высокий уровень управления. Самому высокому уровню иерархии принадлежит ЦУУ, которое, как правило, представляет собой одно-

или многопроцессорную систему, выполняющую общесистемные задачи и координирующую работу региональных УУ.

Управляющие устройства одного иерархического уровня работают независимо друг от друга, тогда как УУ соседних иерархических уровней имеют между собой информационные и функциональные связи через соответствующий системный интерфейс.

Процесс управления на каждом этапе обслуживания вызова происходит в СУ через иерархические уровни, начиная с самого низкого до самого верхнего и обратно. При этом устройства управления на более высоком иерархическом уровне выполняют более сложные функции. РУУ самого низкого уровня принимает, предварительно обрабатывает информацию о поступающих входных сигналах и формирует необходимые сообщения для РУУ следующего уровня (или ЦУУ). Одновременно с этим ЦУУ координирует совместную работу связанных с ним РУУ при установлении каждого соединения и выполняет функции, требующие наиболее сложной арифметико-логической обработки информации о вызовах (например анализ номера и выбор направления связи).

Достоинства иерархических систем управления:

- более высокая надежность по сравнению с централизованной СУ;
- модульность и гибкость структуры;
- экономичность для станций большой емкости;
- простота программного обеспечения для отдельного УУ;
- большая производительность УУ.

Недостатки иерархических СУ:

- необходимость организации многопроцессорного обмена;
- наличие ЦУУ снижает надежность и усложняет процесс наращивания производительности.

Примеры применения иерархических систем управления: 5ESS (США), МТ-20/25 (Франция, Россия), АХЕ-10 (Швеция), NEAX-61 (Япония), EWSD (Германия).

#### **10.6.4. Распределенное управление**

*Распределенная СУ* состоит из нескольких устройств управления, каждое из которых выполняет только определенную часть функций по управлению установлением соединений в пределах части управляющего комплекса и равноправно с остальными УУ.

Отличительными чертами данной системы управления являются управление процессом установления каждого соединения несколькими устройствами управления и отсутствие единого координирующего их совместную работу органа - центрального управляющего устройства ЦУУ. Система управления может быть полностью или частично распределенной.

При *полностью распределенной СУ* функциональные блоки станции обслуживаются равноправными УУ, каждый из которых выполняет все управляющие функции, необходимые для нормального функционирования ЦСК. Полностью распределенной СУ соответствует схема, приведенная на рис. 10.41 при условии, если все УУ равноправны.

При *частично распределенной СУ* основные управляющие функции в каждом блоке выполняются местными УУ, но управление определенными функциями (например техническая эксплуатация и обслуживание (О&М), сопряжение внешних устройств ввода-вывода данных (I/O) и т.д.) осуществляется централизованно. На рис. 10.46 представлены примеры полностью и частично распределенных СУ с непосредственными связями устройств управления.



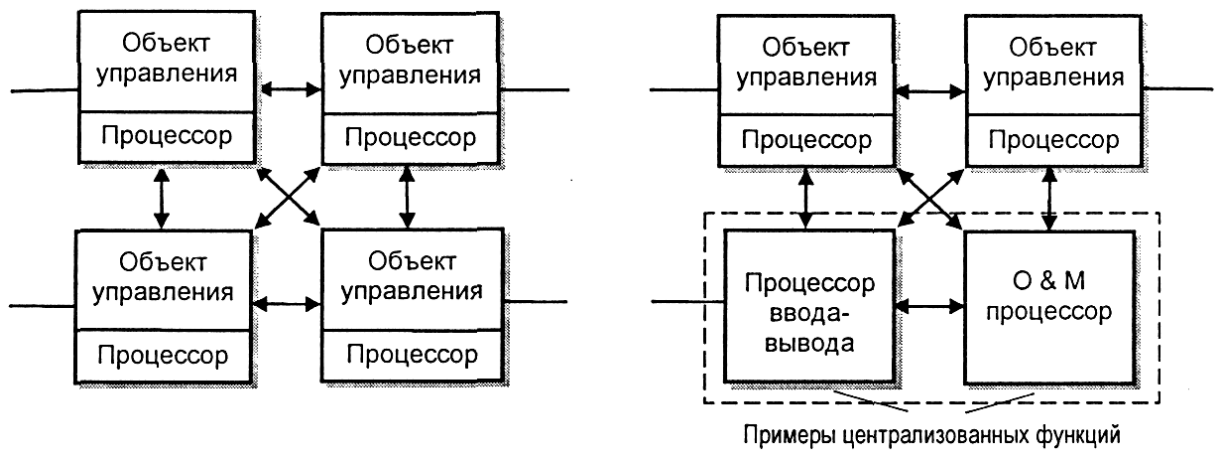


Рис. 10.46. Распределенная СУ с непосредственными связями

Достоинства распределенных систем управления:

- простота реализации;
- высокая надежность за счет отсутствия каких-либо центральных устройств управления;
- простота программного обеспечения для отдельно взятого блока;
- низкая стоимость;
- модульность, легкая расширяемость.

Недостатки полностью децентрализованных СУ:

- существенные задержки при межпроцессорных связях;
- необходимость хранения информации о поле в каждом устройстве управления;
- некоторая избыточность оборудования;
- строгая и сложная организация межпроцессорных связей.

Примеры применения: система DX-200 (Nokia), S-12 (Alcatel), SI-2000 (Iskratel).

### 10.6.5. Способы взаимодействия УУ

В распределенных и иерархических системах управления взаимосвязь и взаимодействие УУ в процессе управления установлением соединений осуществляется через *системный интерфейс*.

Существует три варианта построения систем управления с различными типами системного интерфейса:

- с непосредственными связями между УУ;
- с организацией связи УУ через общую шину;
- связь УУ через КП.

Принцип построения (тип) системного интерфейса зависит от числа взаимосвязанных УУ и объема информации, передаваемого между ними.

#### НЕПОСРЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ УУ

При небольшом числе устройств управления и достаточно большом объеме передаваемой информации между каждой парой УУ связь может осуществляться с помощью специальных каналов (рис. 10.47), непосредственно соединяющих каждую пару УУ и имеющих прямой доступ к памяти этих управляющих устройств. При этом обмен информацией может выполняться одновременно между парами УУ.

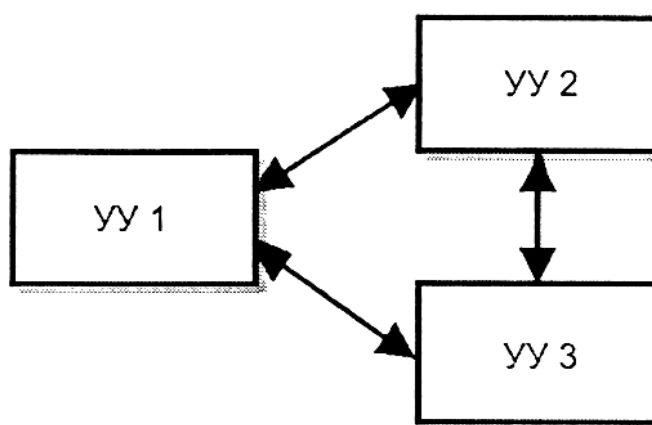


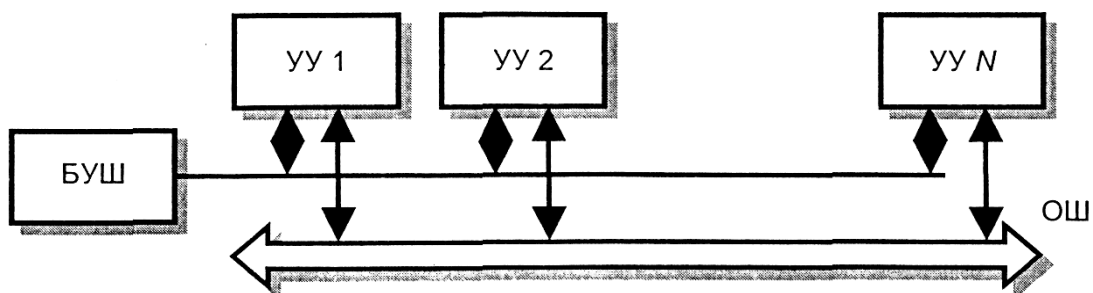
Рис. 10.47. Непосредственные связи между УУ

Недостатком данного принципа построения являются большие технические и экономические затраты. Данный способ не получил широкого распространения в ЦСК.

### **СВЯЗЬ УУ ЧЕРЕЗ ОБЩУЮ ШИНУ**

При увеличении числа УУ до нескольких десятков и соответствующем уменьшении объема информации, передаваемой между отдельными парами УУ, организация непосредственной связи между ними становится экономически нецелесообразной и практически трудно реализуемой.

В этом случае взаимосвязи между устройствами управления осуществляются, как правило, с помощью общей шины (ОШ), к которой подключаются все УУ, поочередно (с разделением во времени), использующие ее для передачи необходимой информации (рис. 10.48). В любой момент по общей шине информация может передаваться только между одной парой УУ, поэтому для организации очередности доступа УУ к ОШ в состав системного интерфейса вводится специальный блок управления шиной (БУШ).



*Рис. 10.48. Связь УУ через ОШ*

Достоинствами данной организации являются простота и экономичность. Недостатки - снижение живучести управляющей системы в целом и ограниченная пропускная способность общей шины. Примеры применения: DX-200, АХЕ-10.

## СВЯЗЬ УУ ЧЕРЕЗ КП

В данном случае связь между УУ организуется через коммутационное поле (КП) с собственным управлением (рис. 10.49). При этом для обмена информацией между УУ может использоваться специальное КП, входящее в состав управляющей системы, или общее КП. В последнем случае информация между УУ через КП может передаваться по любым или только по специально выделенным временным каналам коммутируемых ИКМ-линий (например по 16-му временному интервалу). Достоинство - нет ограничений на число УУ в системе. Недостатки - дополнительные затраты производительности УУ на установление и разъединение соединений в КП; дополнительная нагрузка на общее КП и дополнительные затраты на специальное КП. Данный способ связи между устройствами управления получил наибольшее распространение в ЦСК.

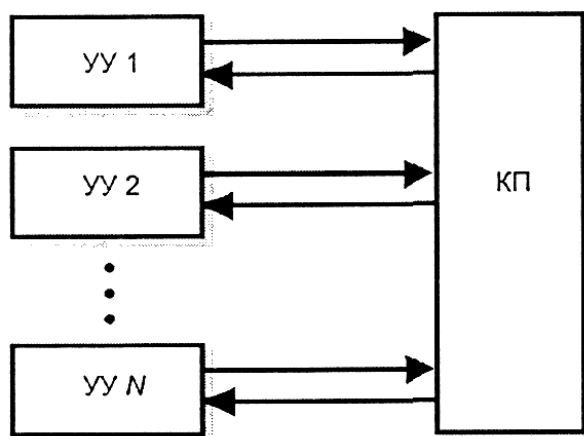


Рис. 10.49. Связь УУ через КП

Примеры применения системы: МТ-20/25, S-12, ESS-5, EWSD.