

Системы коммутации

Понятие импульсно-кодовой модуляции (ИКМ)

- Преобразование непрерывного первичного аналогового сигнала в цифровой код называется импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ) [1, 2, 4, 5]. В телекоммуникациях в качестве основания кода выбрана двоичная последовательность, реализуемая с наименьшими аппаратными затратами. Основными операциями при ИКМ являются операции дискретизации по времени, квантования (дискретизации по уровню дискретного по времени сигнала) и кодирования.
- Дискретизацией аналогового сигнала по времени называется преобразование, при котором представляющий параметр аналогового сигнала задается совокупностью его значений в дискретные моменты времени.
- В цифровых системах передачи, применяется равномерная дискретизация аналогового сигнала (отсчеты этого сигнала производятся через одинаковые интервалы времени). При равномерной дискретизации используются: интервал дискретизации Δt (интервал времени между двумя соседними отсчетами дискретного сигнала) и частота дискретизации F_D (величина, обратная интервалу дискретизации). Величина интервала дискретизации выбирается в соответствии с теоремой Котельникова (Шеннона).

Теорема Котельникова

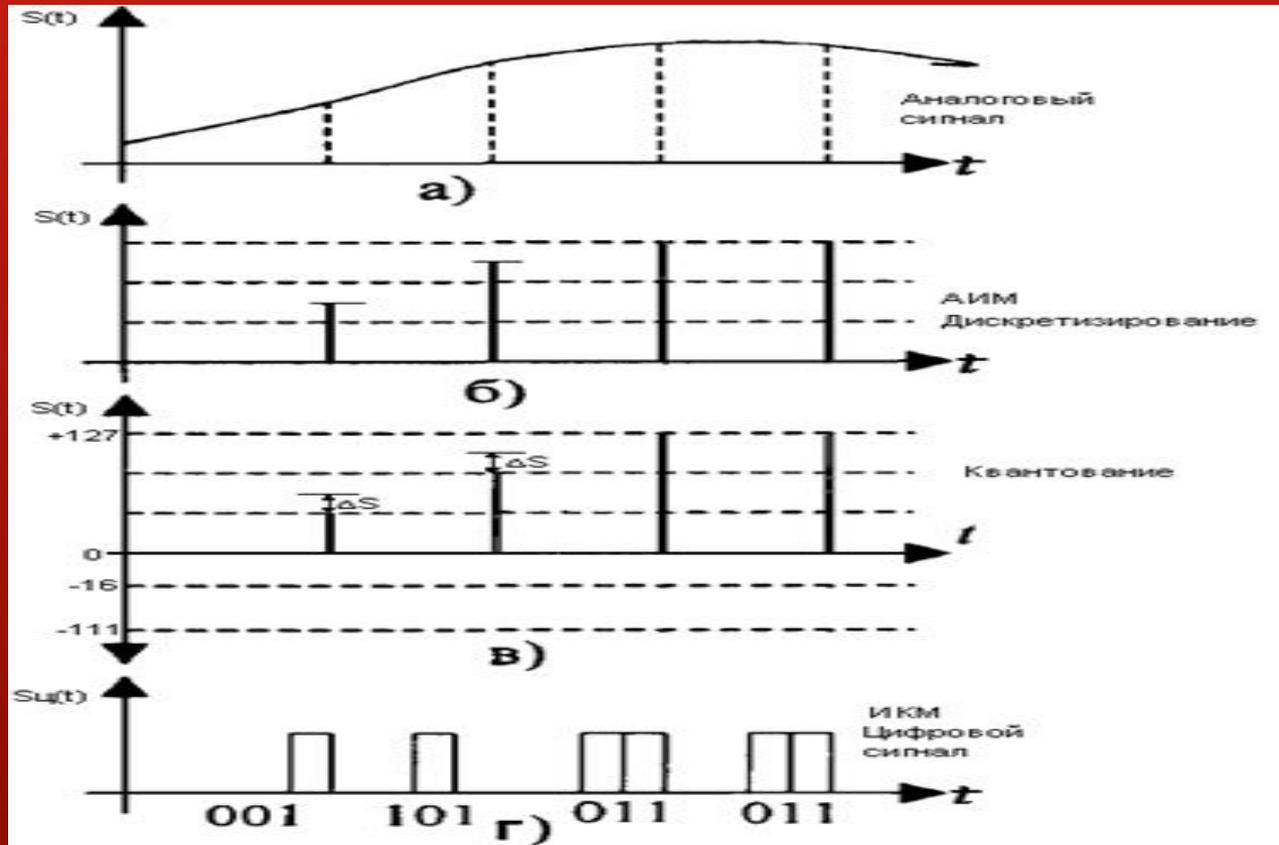
- Согласно теореме Котельникова любой аналоговый (непрерывный), сигнал может быть дискретизирован, и восстановлен на противоположном конце, если частота дискретизации будет в два раза превышать верхнюю частоту этого сигнала.
- Канал тональной частоты (основной канал аналогового телефонного канала) должен занимать полосу 300...3400 Гц. Следовательно, частота дискретизации должна быть не менее:
 $F_d = 2 \times 3400 = 6800$ Гц. Согласно рекомендациям МСЭ (Международного союза электросвязи) для сигнала, передаваемого по каналу тональной частоты, принята частота дискретизации $F_d = 8000$ Гц. Такая частота облегчает реализацию фильтров аппаратуры ЦСП.

□

Квантование сигнала

- Дискретизированные импульсы соответствуют амплитуде мгновенных значений этого сигнала. Эти преобразования называются амплитудно-импульсной модуляцией. Дискреты передаются один за другим циклически в виде временно уплотнённых АИМ сигналов
- При квантовании любая техника обработки сообщений и систем передачи имеет конечную разрешающую способность, поэтому нет никакой необходимости передавать всё бесконечное множество амплитудных значений непрерывных сигналов, его можно ограничить конечным множеством. Эти разрешённые для передачи амплитудные значения сигналов называются уровнями квантования, выбор их количества определяет качество передачи электрических сигналов
- Полученный при дискретизации АИМ сигнал подвергается квантованию по уровню. Разность между двумя соседними разрешёнными для передачи уровнями называются шагом квантования- Δ .
- Разность между истинным значением отсчёта сигнала и его квантованным значением называется ошибкой или шумом квантования.

Преобразование аналогового сигнала в ИКМ сигнал



Кодирование квантованного отсчета

- Кодированием квантованного отсчета называется отождествление этого отсчета с кодовыми словами. На практике в ИКМ аппаратуре используют двоичные кодовые слова, причем каждое двоичное слово соответствует определенному уровню квантования сигнала. Согласно рекомендациям МСЭ, было принято 256 уровней квантования (128 положительных и 128 отрицательных уровней), а длина кодового слова - 8 двоичных символов (бит), рисунок 3.1 г.
- Первый разряд восьмиразрядной кодовой комбинации определяет полярность амплитуды кодируемого сигнала (1- положительный сигнал "+", 0 – отрицательный "-"); 2,3,4 разряды определяют вершину сегмента, в области которого расположен сигнал; 5,6,7,8 разряды определяют номер уровня в сегменте.

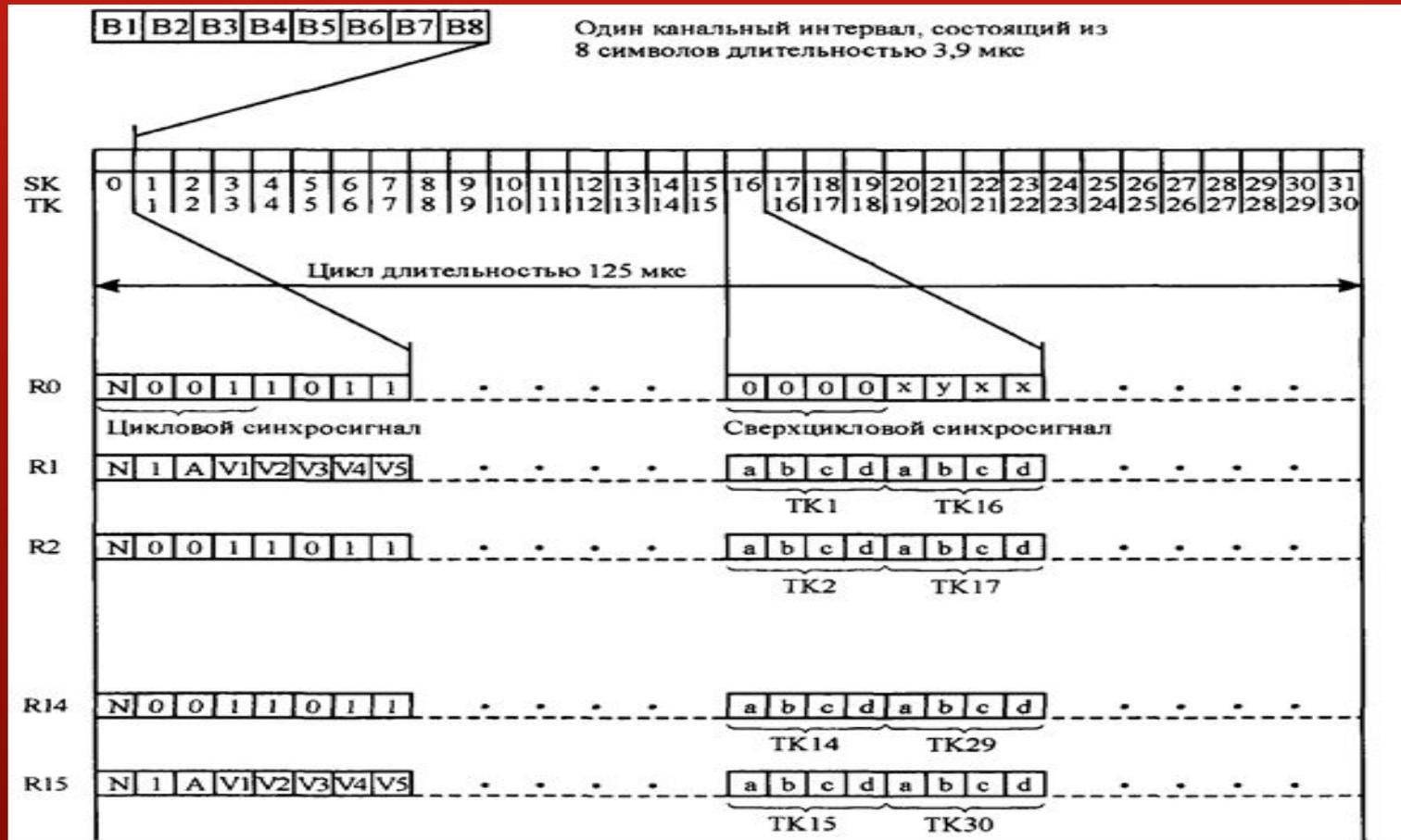
Структура цикла со скоростью 2 Мбит/сек;

- Передача речи по отдельным каналам тональной частоты на телефонных сетях осуществляется в диапазоне от 300 Гц до 3400 Гц. Для организаций цифрового коммутационного тракта используется первичный поток ИКМ 30/32 .
- Структура цикла и сверхцикла системы ИКМ-30 приведены на рисунке. Цикл состоит из 32 временных интервалов. Сверхцикл состоит из 16 циклов. Длительность цикла $T_{\text{Ц}} = 125$ мкс, что определяет частоту следования циклов $f_{\text{Ц}} = 8$ кГц. Длительность сверхцикла равна $16 \times 125 \text{ мкс} = 2 \text{ мс}$. Для каждого канала в цикле выделяется интервал $\square_{\text{К.И}} = 3,9$ мкс. Каждый канал рассчитан на передачу информации 8-разрядным бинарным кодом, тогда длительность одного разряда (бита) составит $\square_{\text{б}} = 0,49$ мкс. Пропускная способность одного временного интервала 64 кбит/с, тогда пропускная способность стандартного первичного тракта ИКМ составляет $64 \times 32 = 2048$ кбит/с. В цикле ИКМ временные интервалы 0 и 16 являются служебными каналами, а интервалы с 1 по 15 и с 17 по 31 являются информационными каналами.

Структура цикла со скоростью 2 Мбит/сек

- Как видно из рисунка 1.2, цифровой синхросигнал занимает позиции 2-8 нулевого канального интервала в каждом втором цикле. Цикловой синхросигнал представляет собой комбинацию 0011011. Для устранения возможности имитации циклового синхросигнала символами 2-8 нулевых интервалов нечетных циклов символу 2 в этих интервалах придается значение 1. Сверхциклового синхросигнал, позволяющий осуществить отсчет циклов в сверхцикле, представляет собой комбинацию 0000 и занимает разрядные интервалы 1-4 канального интервала 16 в цикле 0.
- Канальный интервал 16 служит для передачи сигнализации. В каждом цикле передаются сигналы сигнализации двух телефонных каналов.
- Обозначения на рисунке 1.2: ТК - номер телефонного канала; RO, RI5 - циклы в сверхцикле; SK - канальный интервал; B1, .. B8 - кодовое слово длиной 8 бит; N - бит резервирован для международного использования (значение символа не определено, в настоящее время должен принимать значение 1); А - передача сигнала аварии к аппаратуре ИКМ конца линии связи; VI, V5 - символы, предназначены для национального использования (на цифровых трактах, пересекающих государственную границу) эти символы должны иметь значение 1); x — резервный символ (в случае, когда он не используется» должен иметь значение 1); y - символ, используемый для индикации выхода из сверхциклового синхросигнала; a, b, c, d- символы для организации общего канала сигнализации (ОКС), если b, c и d не используются для ОКС, они должны иметь следующие значения: b = 1, c = 0, d= 1.

Структура цикла и сверхцикла аппаратуры ИКМ-30



Определения и понятия коммутации

- Коммутация – это процесс установления соединения между определенными входом и выходом системы и поддержания его на время передачи информации пользователя, и последующего разъединения. Существует следующие методы коммутации [1, 2, 4]:
- - коммутация каналов ;
- -коммутация сообщений ;
- - коммутацию пакетов .
- При коммутации каналов: сначала создается сквозной канал связи, затем по этому каналу связи в реальном масштабе времени осуществляется обмен информацией и после завершения обмена канал связи разрушается.
- При коммутации сообщений: обмен данными производится не в масштабе реального времени, сквозное соединение между входом и выходом системы не требуется и избыточные сообщения не теряются, а запоминаются и передаются с задержкой.
- При коммутации пакетов сообщение разбивается на блоки определенного размера – пакеты. Каждый пакет передается независимо, как только освобождается доступный канал связи. На приемной стороне производится восстановление сообщения из пакетов, принятых в разное время и может быть по разным путям.
- Однокоординатной называется коммутация, при которой соединительные пути в системе отделены друг от друга по одному разделительному признаку, где под разделительным признаком понимается параметр, по которому в системе происходит разделение соединительных путей между вводом и выводом.
- Цифровой коммутацией называется процесс, при котором соединения между вводом и выводом системы устанавливаются с помощью операции над цифровым сигналом без преобразования его в аналоговый.

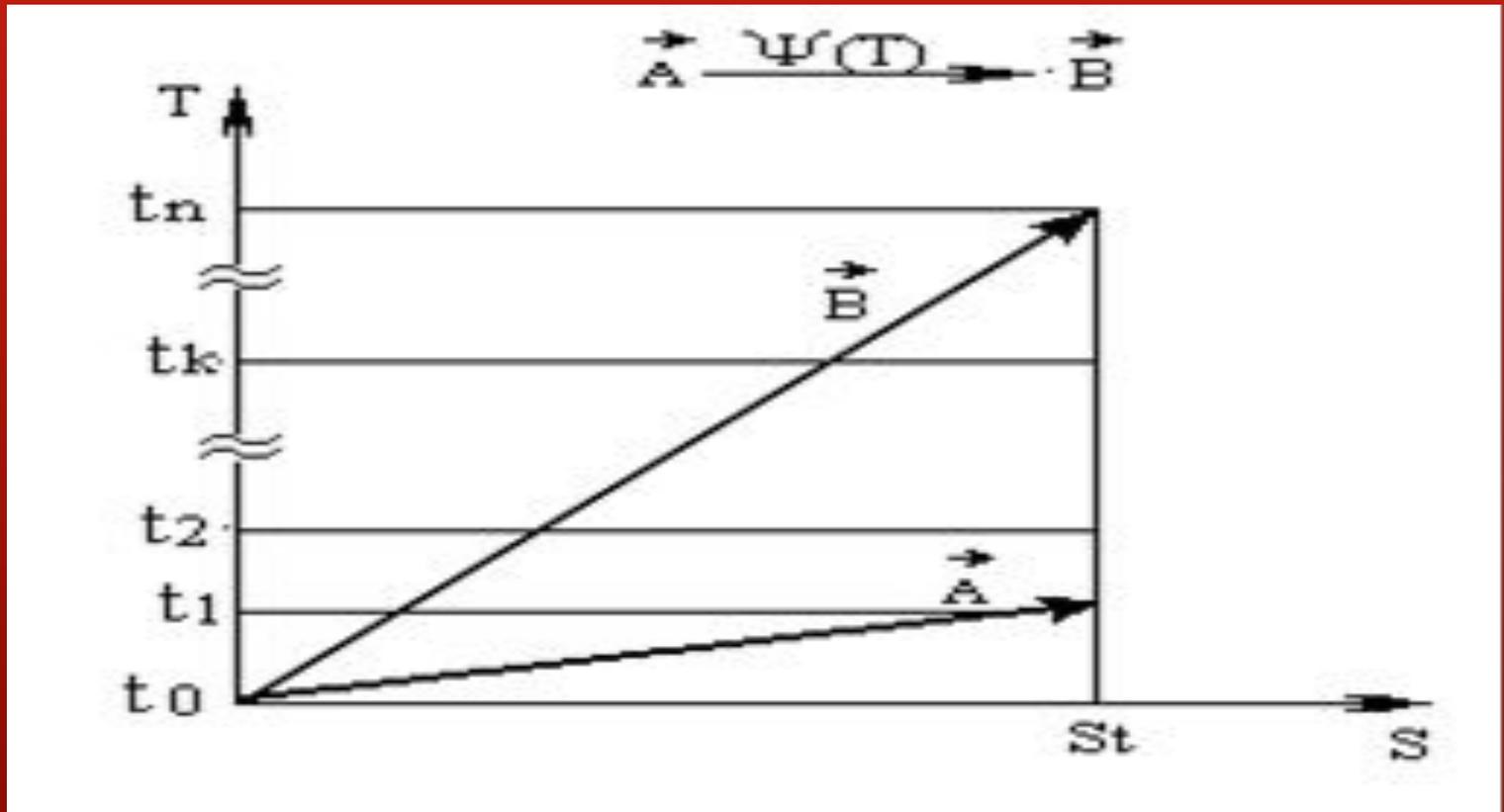
Принцип преобразование временной координаты цифрового сигнала (принцип временной коммутации)

- Блок или модуль, осуществляющий функцию временной коммутации цифрового сигнала называется временной ступенью коммутации или Т-ступенью (от time- время).
- Изменение порядка следования одного канального интервала исходящей ИКМ линии по сравнению с входящей означает передачу речевой информации от одного абонента к другому. В этом заключается принцип временной коммутации (иногда говорят о перестановке канальных интервалов или перемещении информации из канала в канал).

Иллюстрация принципа временной коммутации



Векторное представление временной коммутации



Принцип преобразование временной координаты цифрового сигнала (принцип временной коммутации)

Использование векторного представления цифровой коммутации, рисунок 2.2, в координатах пространство-время позволяет несколько по-иному описать принцип временной коммутации. Если предположить ортогональность преобразований временной и пространственной координат цифрового сигнала, то получим выражение:

$$\Psi(S, T) = \Psi(T) + \Psi(S)$$

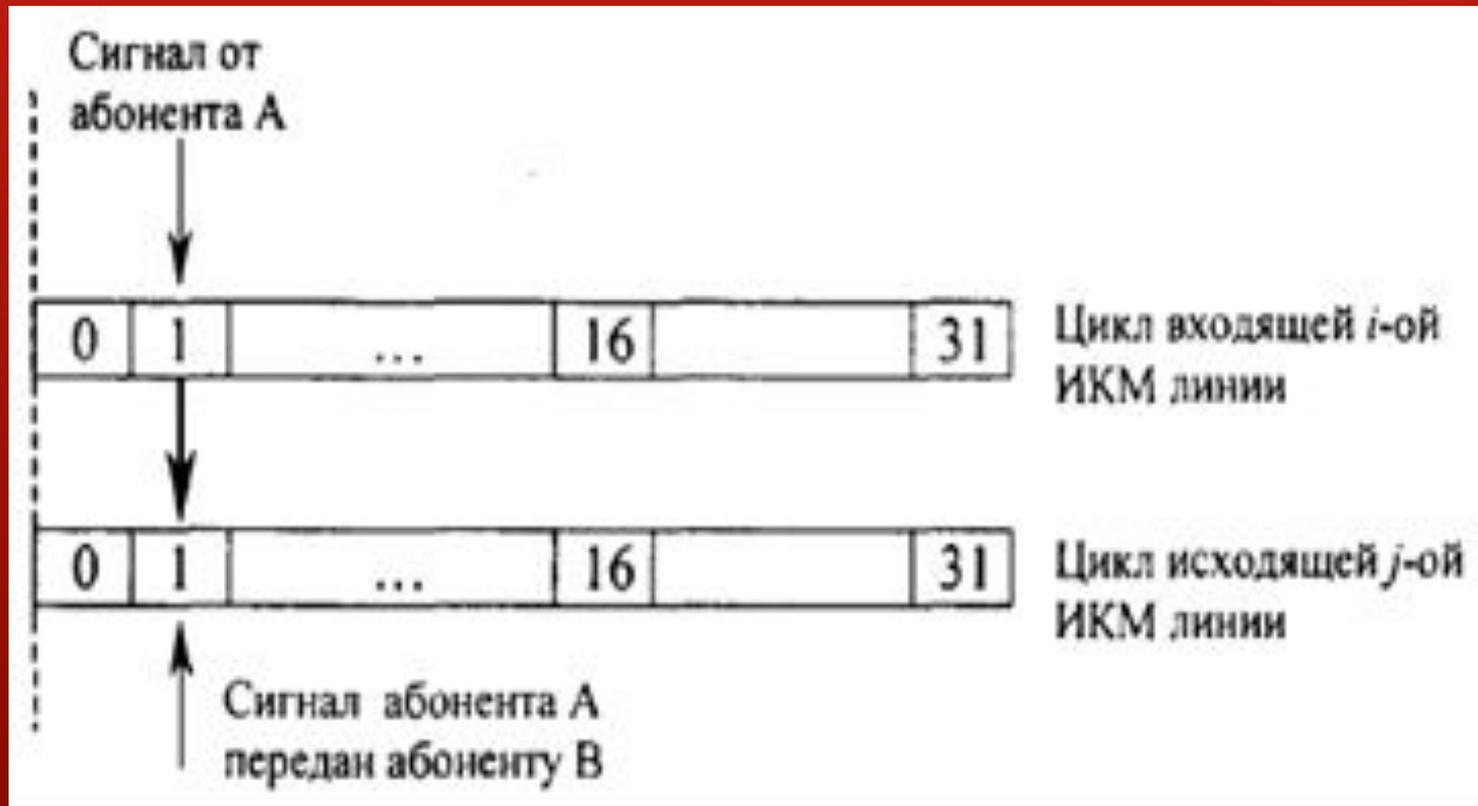
Расшифровка формулы

- Для временной коммутации $\psi(s)=0$. Операция $\psi(t)$ является просто операцией задержки определенного кодового слова на заданное время.
- Недостатком модуля временной коммутации является то, что он способен коммутировать каналы только одной цифровой линии. Поэтому для коммутации N ИКМ линий необходимо N модулей. А для организации соединения между собой разных ИКМ линий последовательно с ним необходимо включение дополнительного оборудования – блоков пространственной или пространственно-временной коммутации.

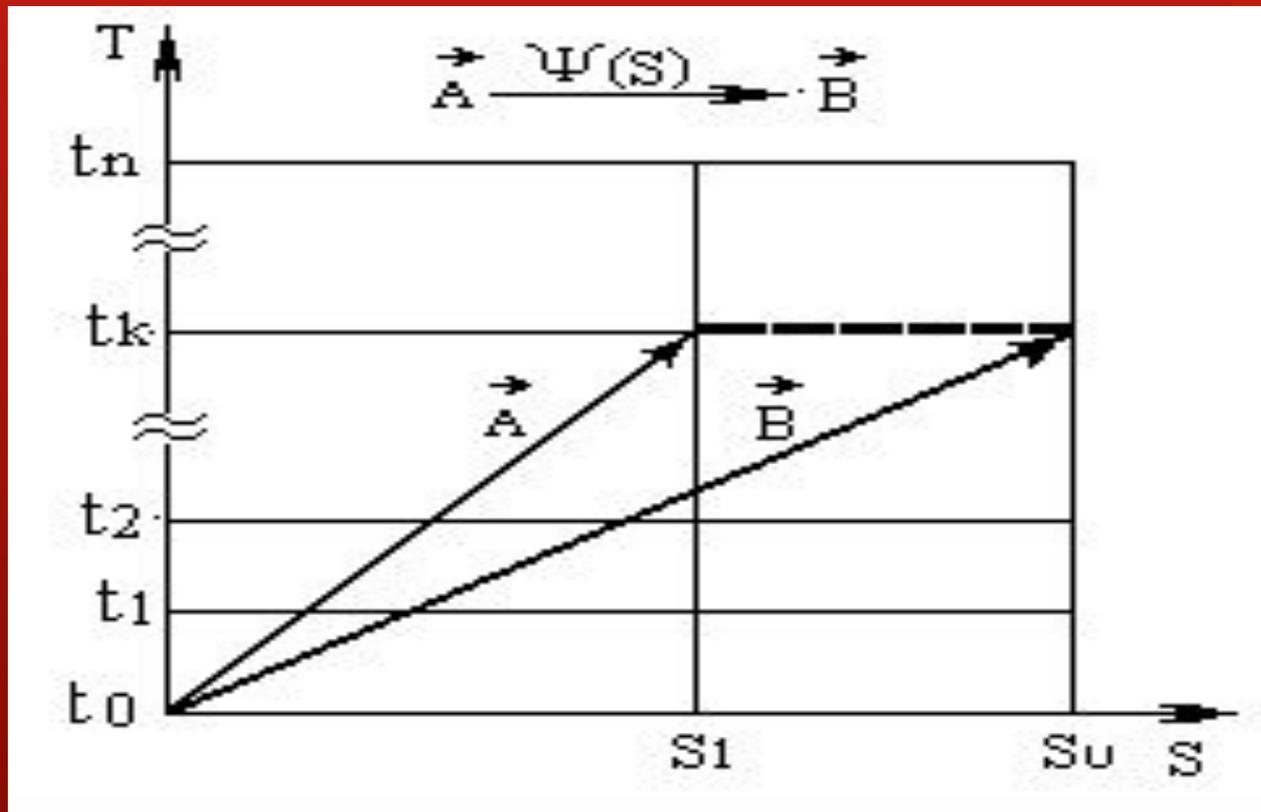
Принцип преобразования пространственной координаты цифрового сигнала (принцип пространственной коммутации)

- Блок или модуль цифрового коммутационного поля, осуществляющий пространственную коммутацию цифрового сигнала называется пространственной ступенью коммутации или S-ступенью (от space-пространство) .
- Суть преобразования пространственной координаты цифровых сигналов состоит в том, чтобы переместить данный канальный интервал из одной ИКМ линию в другую с сохранением порядка следования канального интервала в структурах цикла обеих линий, рисунок 4.3.
- Векторное представление такого преобразования показано на рисунке 4.4. В этом случае вновь предполагается ортогональность преобразований

Иллюстрация принципа пространственной коммутации



Векторное представление пространственной коммутации



Принцип преобразования пространственной координаты цифрового сигнала (принцип пространственной коммутации)

Векторное представление такого преобразования показано на рисунке 4.4. В этом случае вновь предполагается ортогональность преобразований

$$\Psi(S, T) = \Psi(T) + \Psi(S) = |\Psi(T) = 0| = \Psi(S).$$

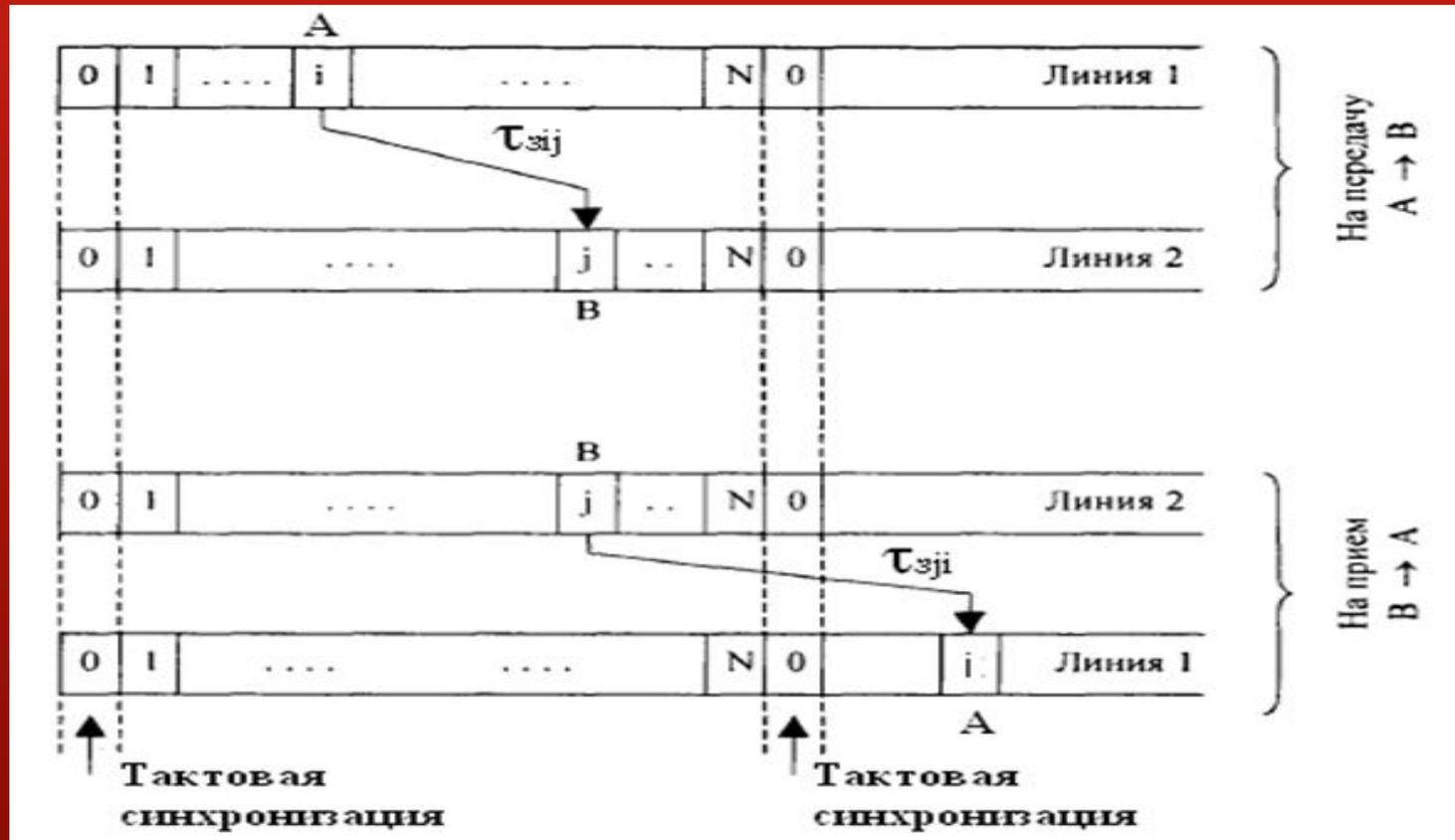
Расшифровка формулы

- Цифровые КП, построенные на модулях пространственной коммутации, очень широко использовались на первых этапах создания цифровых АТС, ввиду простоты исполнения и недорогой реализации. Однако недостаток пространственного коммутатора, в котором коммутируется только один одноименный канал всех входящих и исходящих ИКМ линий (что означает блокировки при соединении разноименных каналов), привел к тому, что в настоящее время эти модули используются только в сочетании с коммутационными модулями других типов

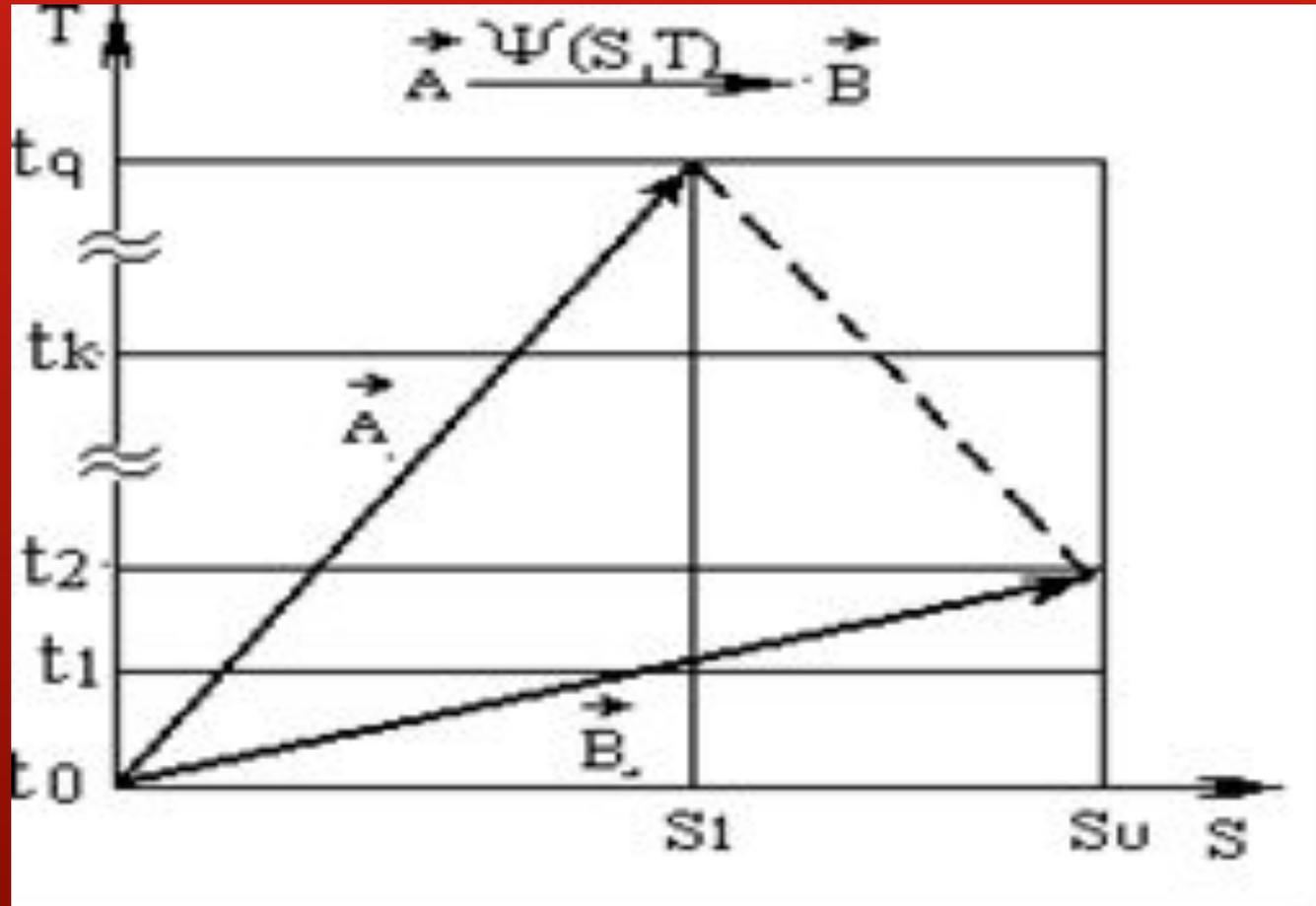
Принцип пространственно-временной коммутации

- Блок или модуль реализующий пространственно-временное преобразование координат цифрового сигнала, называется S/T - ступенью.
- Суть преобразования пространственно-временной координаты цифровых сигналов состоит в том, чтобы переместить заданный канальный интервал из одной ИКМ линию в другую с изменением порядка следования канального интервала в структурах цикла обеих линий, рисунок 4.5.

Иллюстрация принципа пространственно-временной коммутации



Векторное представление пространственно-временной коммутации



Цифровые коммутационные
поля 1, 2, 3, 4, 5-го класса

Принципы построения ЦКП

- Коммутационная система отражает принципы внутреннего построения коммутационной станции и представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для осуществления оперативной коммутации .
- Коммутационная система, реализующая функцию цифровой коммутации, получила название цифровой системы коммутации (ЦСК).
- В цифровой коммутационной системе функцию коммутации осуществляет цифровое коммутационное поле (ЦКП). Управление всеми процессами в системе коммутации осуществляет управляющий комплекс.
- Цифровое КП строится обычно 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 звеньев различают двух-, трех- и многозвенные КП.
- Цифровое КП называются однородным, если любое соединение в нем устанавливается через одинаковое количество звеньев. Большинство современных ЦСК имеют однородные цифровые КП.

Особенности построения многозвенных цифровых КП

- 1. Цифровые КП строятся с использованием определенного числа модулей.
- 2. Цифровые КП 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.
- 3. Цифровые КП почти всегда являются дублированными, что связано с критичностью неполадок в коммутационном поле к функционированию всей системы в целом.
- 4. Цифровые КП являются четырехпроводными, поскольку цифровые линии, по которым передаются время уплотненные ИКМ сигналы, также четырехпроводные.

Пять классов

- С учетом симметричности и модульности построения все множество синхронных цифровых КП с функциональной полной коммутации можно разделить на пять классов [1, 2]. В каждом классе можно выделить базовую структуру и подструктуры, образованные добавлением дополнительных коммутационных элементов с предварительным мультиплексированием (MUX) и последующим демультимплексированием (DMUX) цифровых групповых трактов.
- 1. Базовая структура: $S \text{ ' } k - T \text{ ' } r - S \text{ ' } k$.
- Подструктура: $MUX - S \text{ ' } k - T \text{ ' } r - S \text{ ' } k - DMUX$.
- Особенностью поля является наличие S-ступени в первом и последнем звене, порядок следования T- и S-ступеней внутри поля - произвольный с соблюдением правил симметрии.
- 2. Базовая структура: $T \text{ ' } k - S \text{ ' } r - T \text{ ' } k$.
- Подструктура: $MUX - T \text{ ' } k - S \text{ ' } r - T \text{ ' } k - DMUX$.
- Особенностью поля является наличие T-ступени в первом и последнем звене, порядок следования T- и S- ступеней внутри поля - произвольный с соблюдением правил симметрии.
- 3. Базовая структура: $S/T \text{ ' } k - S \text{ ' } r - S/T \text{ ' } k$.
- Подструктура: $MUX - S/T \text{ ' } k - S \text{ ' } r - S/T \text{ ' } k - DMUX$.
- 4. Базовая структура: $S/T \text{ ' } k$.
- Подструктура: $MUX - S/T \text{ ' } k - DMUX$.
- 5. Кольцевые цифровые коммутационные поля.
- Хотя кольцевые КП строятся на S/T-ступенях (кольцевых соединителях), и по сути являются разновидностью полей 4 класса, но ввиду их важности и особенностей построения принято выделять их в отдельный класс.

ЦКП первого класса

- Первоначально за основу таких типов ЦКП были взяты звенья пространственной ступени коммутации, например: АТС Sintel, DEX-T имели структуру поля типа S-S при параллельном способе коммутации. Но пространственные коммутаторы имеют большую вероятность внутренних блокировок, поэтому на практике получили распространения структуры, где пространственные S-ступени коммутации разделены временными T-ступенями, т.е. такие ЦКП объединяют симметричные поля.

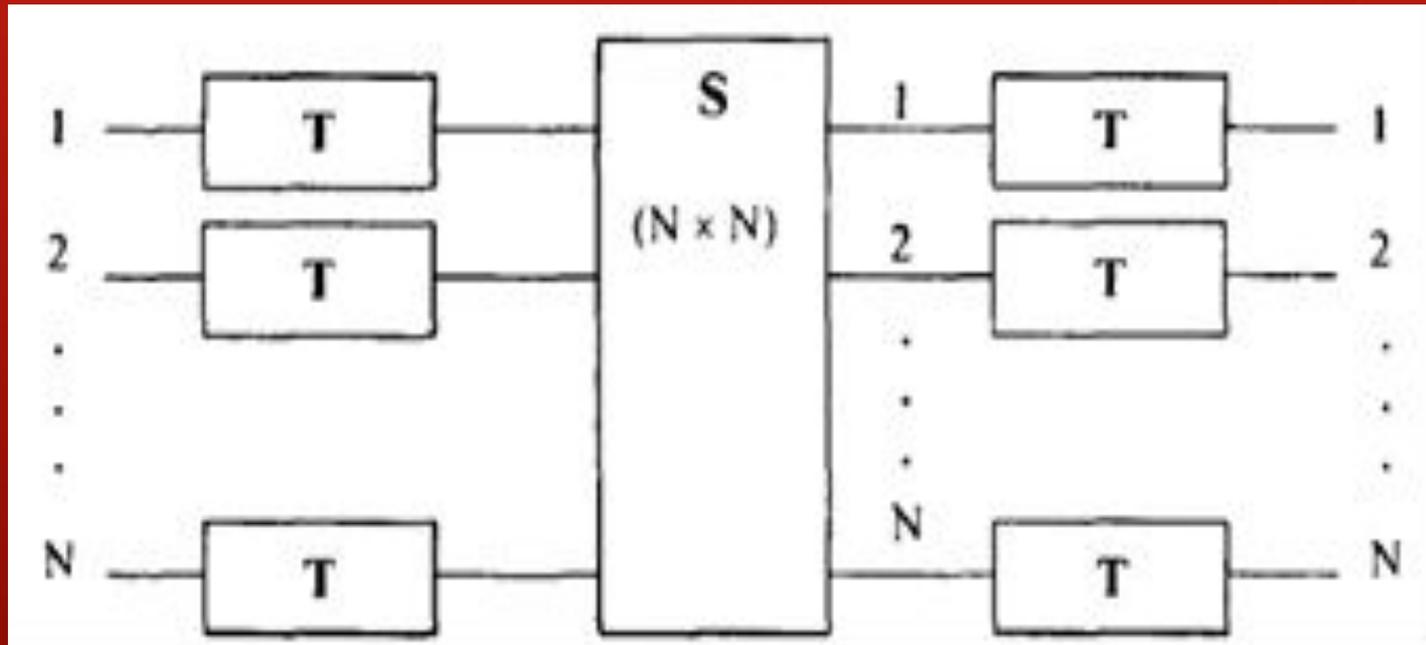
Базовая структура ЦКП первого класса



ЦКП второго класса

- К таким типам ЦКП относятся системы: NEAX 61 (Япония), №4 ESS (США), AXE 10, D70, FETEX150.
- Особенности ЦКП второго класса:
 - - применение дополнительных S-ступеней увеличивает емкость и пропускную способность поля, но не влияют на принципы его функционирования;
 - - предварительное мультиплексирование на входах фактически обеспечивает вторичное уплотнение входящих цифровых трактов, а последующее демultipлексирование на выходах восстанавливает их, что приводит к увеличению пропускной способности ЦКП без применения дополнительных S-ступеней;
 - - для увеличения скорости обработки данных в КП на входе, как правило, производят преобразование последовательно кода в параллельный. Для этого на каждой входящей линии устанавливается преобразователь последовательно-параллельного типа, а на выходящей - параллельно-последовательного.

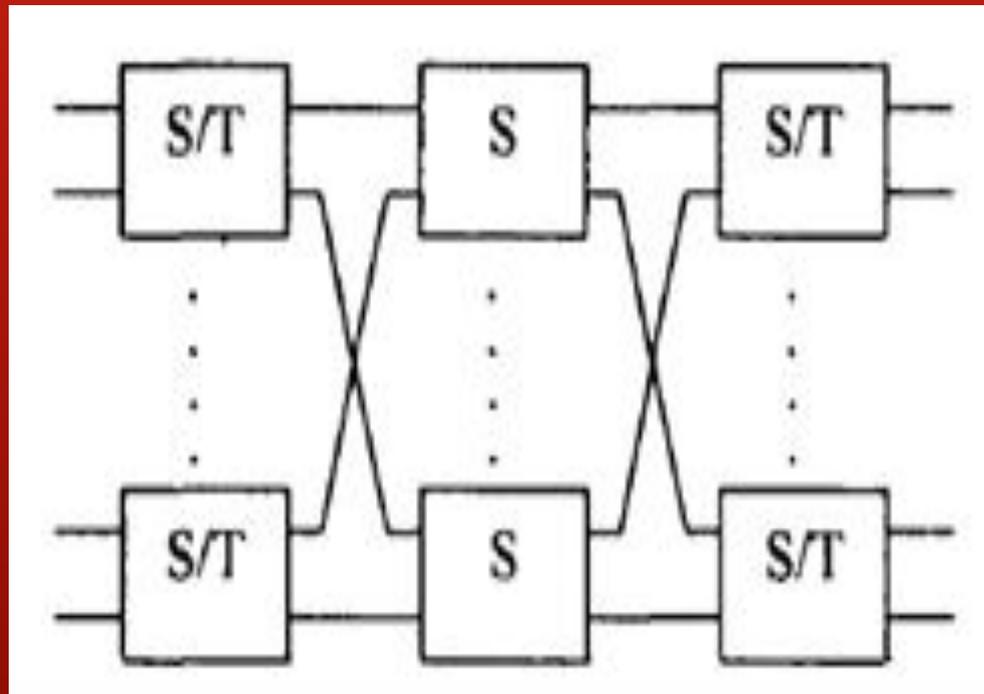
Базовая структура ЦКП второго класса



ЦКП третьего класса.

- К таким типам ЦКП относятся системы: МТ 20/25 (Франция), System X (DSS) (Великобритания), EWSD (Германия), GDTs (США), DTS-11 (Япония) и ряд других, на основе которых можно строить местные, междугородные и транзитные станции.
- ЦКП этого класса являются универсальными, поскольку позволяют однотипно строить системы коммутации практически для всего диапазона емкостей: малой, средней и большой. При этом наращивание емкости происходит за счет увеличения количества звеньев пространственной коммутации, переходя от более простых структур S/T-S-S/T к более сложным S/T-S-S-S/T. Часто при проектировании коммутационного поля ступени временной и пространственной коммутации объединяются в соответствующие блоки: блок временной коммутации и блок пространственной коммутации. Тогда наращивание емкости КП происходит путем простого добавления определенного количества БВК и БПК

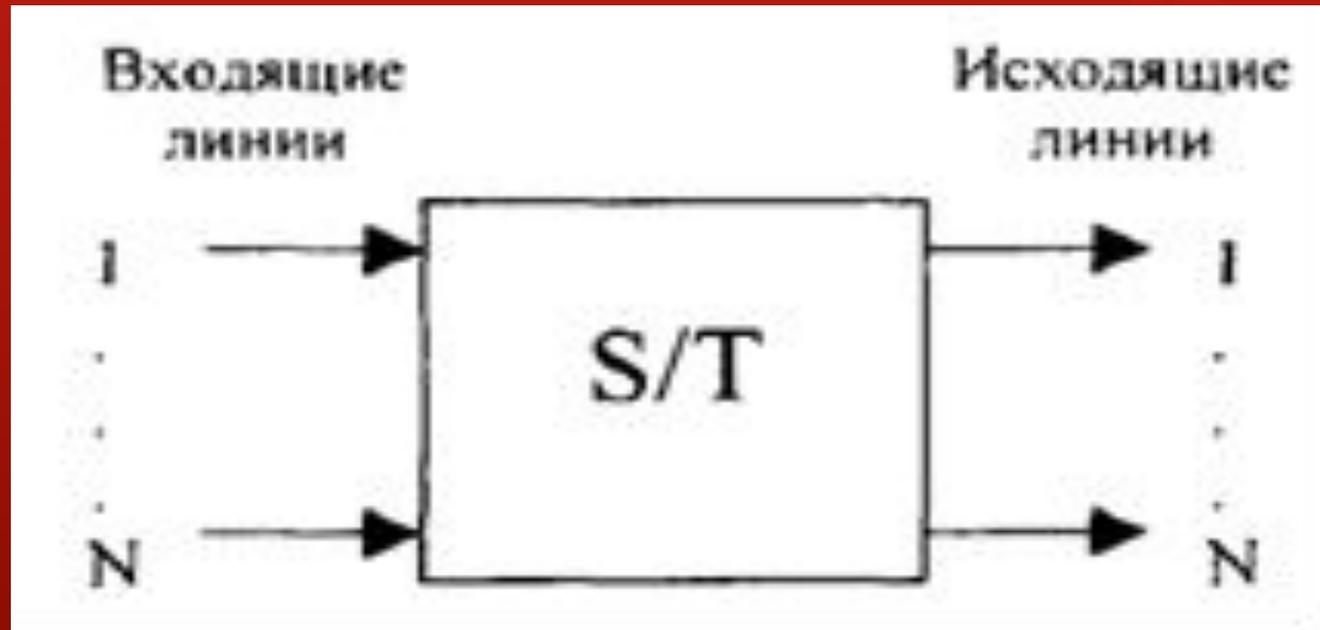
Базовая структура ЦКП третьего класса



ЦКП четвертого класса

- К таким типам ЦКП относятся системы: PROTEL UT и другие. ЦКП четвертого класса находят широкое применение благодаря удобствам увеличения емкости поля путем простого добавления S/T-ступеней, выполненных в виде универсальных интегральных микросхем (ИМС).
- Основу S/T-ступени составляют коммутационные элементы или модули. При проектировании ЦАТС небольшой емкости их КП может быть построено с использованием одного звена S/T-ступени, содержащей всего один модуль (емкостью обычно от 8/8 до 32/32 входящих/исходящих ИКМ линий)

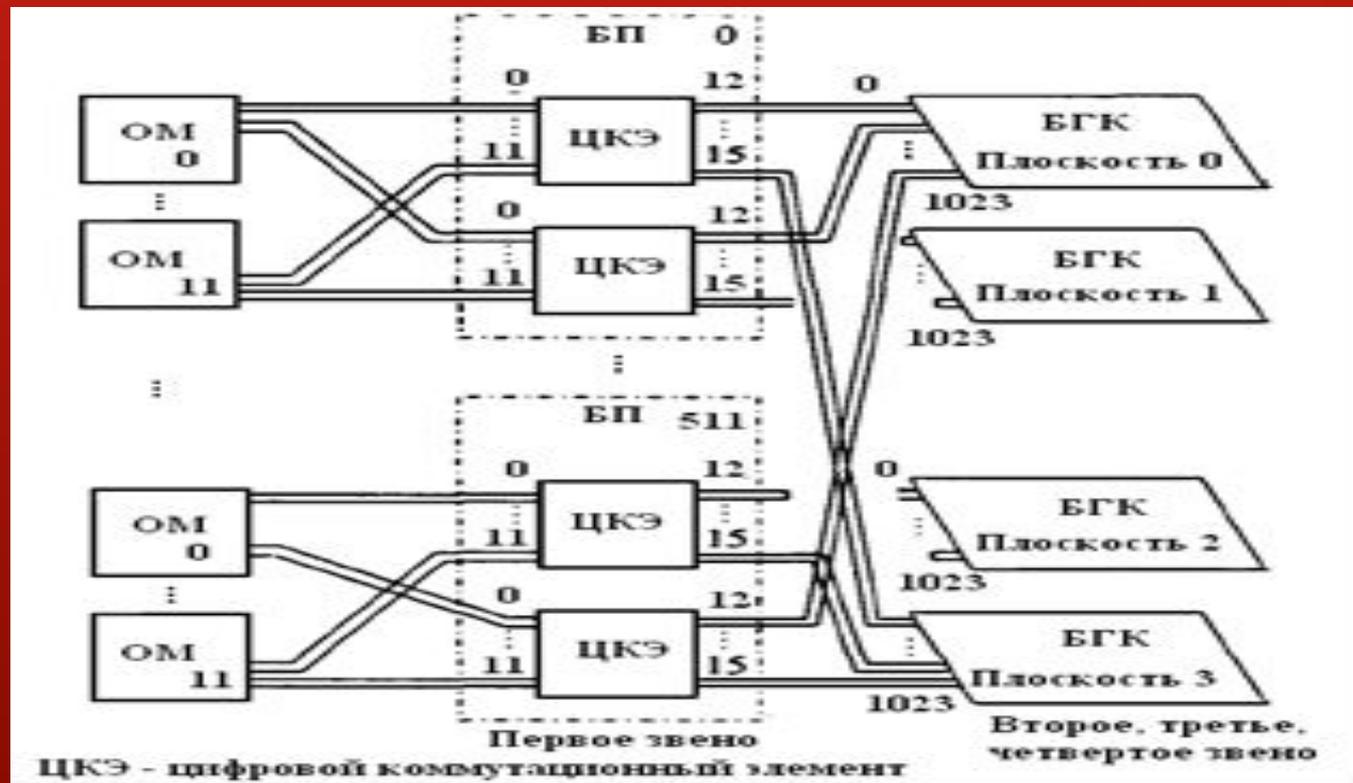
Базовая структура ЦКП четвертого класса



ЦКП пятого класса.

- К таким типам ЦКП относятся системы: ITT1240 (США), S12 Alcatel, но кольцевые ЦКП не получили широкого распространения. Звенья кольцевого поля чаще всего строятся на кольцевых цифровых коммутационных элементах (ЦКЭ). Такое ЦКП состоит из блоков подключения (БП) и блока групповой коммутации (БГК). Один БП состоит из двух ЦКЭ. Количество БП и ступеней в БГК зависит от числа подключенных оконечных модулей (ОМ). Количество плоскостей зависит от средней нагрузки, создаваемой ОМ, и от заданного качества обслуживания

Базовая структура ЦКП пятого класса



Построение абонентского интерфейса в цифровых системах коммутации

- Работа цифровых систем коммутации происходит в окружении разнообразного телекоммуникационного оборудования: других АТС (цифровых и аналоговых), различных абонентских устройств, систем передачи. ЦСК должна обеспечивать интерфейс (интерфейс) с аналоговыми и цифровыми абонентскими линиями (АЛ) и системами передачи [1, 2, 4].
- Интерфейсом или Интерфейсом называется граница между двумя функциональными блоками, которая задается функциональными характеристиками, общими характеристиками физического соединения, характеристиками сигналов и другими характеристиками в зависимости от специфики.
- Интерфейс обеспечивает одноразовое определение параметров соединения между двумя устройствами. Эти параметры относятся к типу, количеству и функциям соединительных цепей, а также к типу, форме и последовательности сигналов, которые передаются по этим цепям.
- Интерфейсы цифровой АТС, рисунок 6.1:
 - - аналоговый абонентский интерфейс;
 - - цифровой абонентский интерфейс;
 - - абонентский интерфейс ISDN;
 - - сетевые (цифровые и аналоговые) интерфейсы.

Интерфейсы цифровых коммутационных систем



Аналоговые и цифровые оконечные устройства

- Для включения аналоговых линий (абонентских или от учрежденческих производственных АТС (УПАТС) в устройства, обеспечивающие доступ к
- цифровой станции) используются интерфейсы типа Z (Z1, Z2, Z3).
- Для включения цифровых линий были определены интерфейсы U и V. Они используются для включения АЛ при основном доступе к сетям ISDN. Интерфейс V2 предназначен для включения цифровых подстанций на скорости 2048 Кбит/с. Через интерфейс V3 включается цифровое оборудование при первичном доступе к интегральным сетям, например цифровые УПАТС. Мультиплексорное оборудование в цифровые АТС включается через интерфейс V4. Для мультиплексоров ИКМ, используемых при подключении аналоговых выносных подстанций и аналоговых учрежденческих АТС, для подключения цифровых сетей доступа применяется интерфейс V5.

Аналоговый абонентский интерфейс и проблема BORSCHT

- При создании и внедрении цифровых АТС возникла проблема включения в цифровую АТС аналоговой абонентской линии (АЛ) с аналоговым телефонным аппаратом (ТА). Данные проблемы, описываются аббревиатурой BORSCHT.

Описание функции BORSCHT

Буквы аббревиатуры	Имя функции по-английски и его русский перевод	Описание функции
B	Battery feed (Запитка микрофонов)	К абонентской линии прикладывается напряжение, необходимое для запитки угольных микрофонов ($U=60V$, $I=20mA$ в странах бывшего СССР).
O	Overvoltage protection (Защита от опасных напряжений)	Оборудование цифровой АТС с помощью специальных устройств защищает от попадания со стороны абонентской линии напряжения 220 (380)V, а также напряжения при ударе молнии
R	Ringling (Посылка вызывного сигнала)	Вызываемому абоненту посылается сигнал "Вызов" частотой 25Гц и напряжением 95В (в некоторых странах напряжение может быть 110В)
S	Supervision, иногда Signalling (Наблюдение или сигнализация)	Приборы АТС должны зафиксировать факты поднятия и опускания микрофонной трубки вызывающим и вызываемым абонентом, а также обеспечить прием цифр номера вызываемого абонента
C	Coding (Кодирование)	Аналоговый сигнал, поступающий по абонентской линии преобразуется в цифровой сигнал и наоборот

Описание функции BORSCHT

1	2	3
Н	Hybrid (Функция дифсистемы)	Аналоговая абонентская линия является двухпроводной, а передача и коммутация сигналов в цифровых АТС - четырехпроводным. Поэтому осуществляется преобразование с помощью дифференциальных систем (дифсистем)
Т	Testing (Контроль)	Осуществляется контроль работы абонентской линии и телефонного аппарата, а также устройств, выполняющих вышеперечисленные функции.

Решение проблем организации внедрения аналогового абонетского интерфейса

- - согласование по виду передаваемого речевого сигнала (функция Coding - кодирование) и в связи с этим переход от двухпроводной схемы разговорного тракта к четырехпроводной и наоборот (функция Hybrid - функция дифсистемы);
- - согласование по уровням передаваемых сигналов: в сторону ТА посылаются сигналы высокого уровня (функции Battery feed и Ringing), в сторону АТС эти сигналы не должны передаваться (АТСЦ построены на БИС и СБИС с питанием 5... 12 В).
- - обеспечение абонентской сигнализации (функция Signalling - сигнализация). Функции Testing (контроль) и Overvoltage protection (защита от опасных напряжений) не относятся прямо к организации интерфейса аналоговой АЛ, однако их реализация позволяет автоматизировать процесс эксплуатации АЛ и ТА, а также защитить АТСЦ от опасных напряжений.

Сетевые интерфейсы цифровых АТС

Понятие сетевых интерфейсов цифровых АТС

- Согласно рекомендациям Q.501-Q.517 аналоговые и цифровые соединительные линии включаются в АТС через сетевые интерфейсы типов А, В и С [1, 4].
- Через интерфейс А подключаются цифровые тракты, уплотненные аппаратурой ИКМ-30 (2048 кбит/с) или ИКМ-24 (1544 кбит/с).
- Интерфейс В предназначен для подключения цифровых трактов, уплотненных аппаратурой ИКМ-120 (844 8 кбит/с).
- Аналоговые двух и четырехпроводные линии включаются в станционное окончание цифровой АТС через интерфейс С. Аналого-цифровые преобразователи для этих линий входят в состав оборудования цифровой АТС.

Особенности подключения сетевых интерфейсов с ЦСП

- При соединении цифровой АТС с другой цифровой АТС, или при установлении между цифровой АТС и аналоговой АТС цифровой системы передачи, на первой организуется цифровой интерфейс. В этом случае реализуется одно из самых важных преимуществ ЦСК, которое состоит в создании единого цифрового представления информации в тракте "передача - коммутация".
- Так, представление речевого сигнала в виде ИКМ сигнала (скорость 64 кбит/с, 8бит в кодовом слове) аналогично как для цифровых коммутационных систем, так и для аппаратуры ЦСП. Но существует ряд проблем в отношении интерфейсов ЦСП и цифровых коммутационных систем. Во - первых, в телефонной сети могут использоваться (и реально используются) ЦСП, не входящие в иерархию систем передачи МСЭ (например, ИКМ - 15, специальные ЦСП АЛ). Во - вторых, в силу особенностей построения цифровых КП структура циклов внутри них отличается от структуры циклов ЦСП. МСЭ определил, что не будут выдвинуты никакие требования относительно структуры циклов ИКМ трактов внутри ЦСК. Разработчики цифровых АТС имеют возможность осуществлять по своему усмотрению временное уплотнение ИКМ потоков (вторичное мультиплексирование) в АТС, изменять длину кодового слова. В - третьих, кодирование слов в линии ИКМ и внутри АТС различается.
- К цифровому интерфейсу ЦСП и цифровой АТС предъявляются две группы требований: электрические и логические.
- Необходимость согласования структур циклов означает, что на входе ЦСП должны быть сформированы циклы, соответствующие требованиям данной ЦСП. Такое согласование осуществляется обычно при вторичном демultipлексировании внутри АТС.
- Логическое согласование включает преобразование линейного сигнала кода HDB3 в двоичный код и наоборот, синхронизацию входных сигналов в соответствии с тактовыми сигналами станции.

Интерфейс с аналоговыми СЛ и системами передачи

- Для связи аналоговой и цифровой АТС используются существующие или вновь создаваемые аналоговые физические соединительные линии (СЛ). В этом случае для каждой системы сигнализации аналоговых соединительных линий организуется отдельный интерфейс. На рисунке 7.1 показаны принципы согласования цифровой ЭАТС 200 с городскими станциями типа АТСК и АТСКУ по двухпроводным физическим соединительным линиям с сигнализацией постоянным током

Схема связи ЭАТС 200 с электромеханическим АТС (РСЛ - реле СЛ)



Схема согласующего устройства



Интерфейс с аналоговыми СЛ и системами передачи

- Согласующее устройство, рисунок 7.2, условно можно разделить на две части: канальную и сигнально-синхронизационную. Схемы, размещенные в каналах согласующего устройства, преобразуют сигнальные посылки постоянного тока физических соединительных линии в сигналы, подаваемые в блок управления. Канальная часть не производит никакой логической обработки сигналов, поступающих из линий.
- Блок управления стробирует сигнальную информацию каждой соединительной линии через 2 мс. Осуществив отчет, он обрабатывает его и посылает соответствующие кодовые посылки (согласно кодам 16-канального интервала ИКМ 30) в сопрягающий блок, который осуществляет согласование блока управления с ИКМ аппаратурой по принципу противонаправленного интерфейса. Все необходимые для работы согласующие устройства, синхронизирующие сигналы вырабатывает блок тактового синхронизма.

Интерфейс с сетью доступа

- Под сетью доступа понимают номенклатуру категорий абонентов (передача речи, данных, видео) и сред передачи (металлический и волоконно-оптический кабель, беспроводной доступ). Универсальный интерфейс, позволяющий совмещать все технологии абонентского доступа в единую сеть - сеть доступа, получил название V5 - интерфейс сети доступа [1, 4].
- Интерфейс V5 имеет две разновидности - V5.1 и V5.2. Интерфейс V5.1 позволяет подключить к АТС по цифровому тракту 2048 кбит/с до 30 аналоговых АЛ без концентрации. При этом сигнализация осуществляется по общему каналу. Интерфейс V5.2 содержит несколько (до 16) трактов 2048 кбит/с и поддерживает концентрацию с коэффициентом не более 8 и динамическое назначение канальных интервалов. В этом состоит принципиальное различие интерфейсов V5.1 и V5.2. Канальные интервалы (в спецификации интерфейса - несущие каналы) интерфейса V5.1 жестко закреплены за цифровыми каналами абонентских трактов, т.е. между этими каналами существует постоянное соединение. В интерфейсе V5.2 жесткое закрепление несущих каналов за каналами абонентских портов отсутствует. При этом, благодаря возможности концентрации, количество используемых несущих каналов в интерфейсе всегда меньше количества обслуживаемых каналов абонентских портов. Несущий канал интерфейса V5.2 предоставляется только тому каналу абонентского порта, для которого запрашивается услуга связи и только на время пользования этой услугой. При этом в каждом тракте 2048 кбит/с может быть предусмотрено несколько каналов сигнализации. Сравнительные характеристики интерфейсов V5.1 и V5.2 приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1. - Сравнительные характеристики интерфейсов V5.1 и V5.2

Интерфейс V5.1	Интерфейс V5.2
Позволяет подключать к АТС один тракт Е1 (30 В-каналов)	Позволяет подключать к АТС группу трактов (до 16) 2048 Кбит/с
Не обеспечивает функцию концентрации абонентских линий. Прямое соответствие между канальными интервалами тракта Е1 и системой передачи абонента	Обеспечивает концентрацию нагрузки абонентских линий. Динамическое назначение канальных интервалов
Не поддерживает первичный доступ ISDN	Поддерживает первичный доступ ISDN
Сигнализация осуществляется по общему каналу в тракте интерфейса	Для каждого тракта 2048 Кбит/с предусмотрено несколько каналов сигнализации
Не обеспечивает функции резервирования при отказе тракта интерфейса	Обеспечивает резервирование при отказе тракта путем переключения на другой тракт интерфейса

Интерфейс с сетью TMN

- Телекоммуникационная сеть управления - TMN (Telecommunication Management Network) предложена МСЭ как единая концепция управления для широкого круга сетевого оборудования и различного класса задач. Сеть TMN предоставляет стандартизированные интерфейсы, функции управления, маршрутизацию для сетей с различным оборудованием, различных версий от различных производителей. TMN концептуально представляет собой отдельную сеть, рисунок 7.3, подключенную через специализированные интерфейсы (интерфейсы Q3) во множество точек телекоммуникационной сети для получения информации и управления ее функционированием. Оператор сети имеет возможность управлять большим количеством распределенного оборудования с ограниченного количества узлов управления. Интерфейс Q3 это подсистема и содержит две функции:
 - - встроенный Q-адаптер, предназначенный для перекодирования сообщений, приходящих от операционной системы TMN во внутренние сообщения АТС и обратно (например, преобразование команд MML операционной системы АТС в формат интерфейса Q3 и обратно).
 - - стек протоколов Q3, обеспечивающий требуемые возможности связи, соответствующие концепции Взаимодействия Открытых Систем (OSI).

Рисунок 7.3 – Взаимодействие между телекоммуникационной сетью и TMN



Сигнализация в цифровых системах коммутации

