ПРИНЦИП ВРЕМЕННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ

Система передачи (transmission system) – это совокупность технических средств, обеспечивающих образование линейного тракта, типовых групповых трактов и каналов первичной сети

Системы передачи разделяют:

- по способу передачи сигналов:

ВРК - с временным разделением каналов

ЧРК – с частотным разделением каналов

- по среде их распространения:

– проводные

– радио и т. д.

Все системы передачи являются многоканальными!!!!!! (МСП)

т.е. позволяют по одной линии связи организовать передачу 2 и > независимых сообщений ОДНОВРЕМЕННО

МСП позволяют увеличить пропускную способность линий связи и сэкономить на дорогостоящих линейных сооружениях

Принцип ВРК:

сигналы различных каналов передаются по общей линии поочередно во времени путем периодического подключения передающего и соответствующего ему приемного устройства каждого из каналов к общей линии на определенный промежуток времени

Принцип ВРК основан на теореме В.А.Котельникова:

Непрерывный сигнал с ограниченным спектром частот полностью определяется своими дискретными отсчетами, взятыми через интервалы времени $T_Д \leq \frac{1}{2F_В}$, ***где*** $F_В$ ***– это верхняя граничная частота спектра непрерывного сигнала***

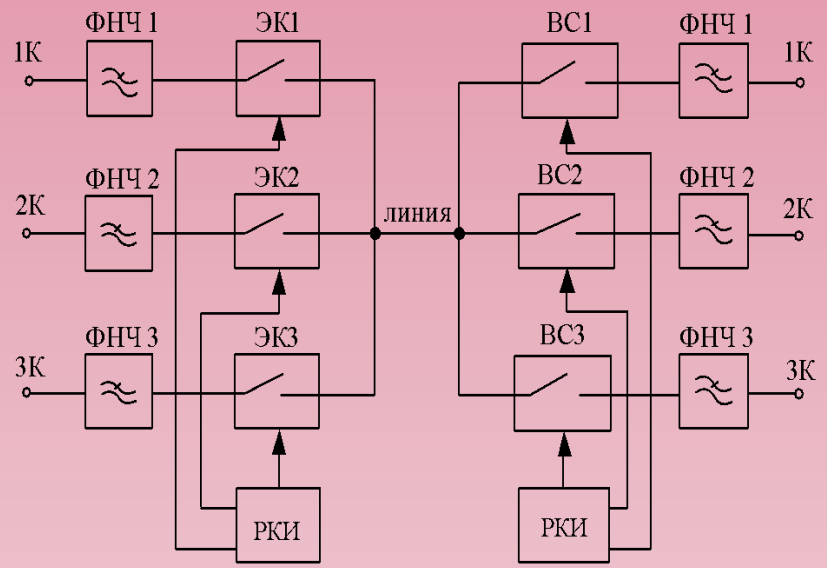
Интервал следования дискретных отсчетов называют периодом дискретизации - $T_Д$

Периоду дискретизации соответствует частота дискретизации $F_Д \geq 2F_В$

для ***телефонного сигнала*** со спектром 0,3 ÷ 3,4 кГц ($F_В$ = 3,4 кГц)

$T_Д$ = 125 мкс $F_Д$ = 8 кГц

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С ВРК



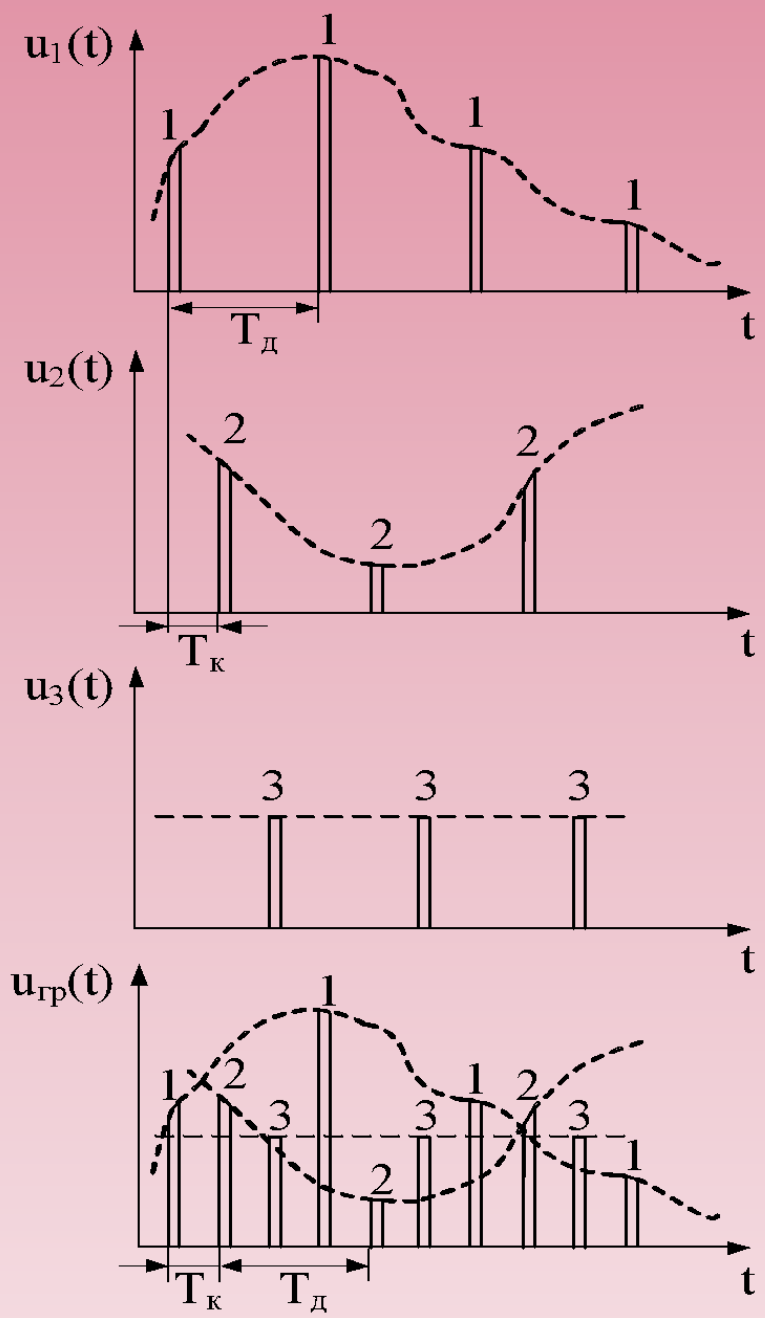
ФНЧ на передаче ограничивают спектр исходного непрерывного сигнала до значения 3,4 кГц

Электронные ключи (Эк) **одновременно** подключают передающие и приемные устройства каждого из каналов

к линии на определенный промежуток времени, в течение которого проходит импульс сигнала данного канала.
Передача непрерывного сигнала осуществляется в виде импульсов, соответствующих мгновенным значениям непрерывного сигнала в момент открывания Эк.

Последовательность импульсов на выходах Эк – это **дискретизированный сигнал** или **сигнал АИМ**

Эк передачи - **это модуляторы АИМ**



Эк приема – это **временные селекторы**, они выделяют из последовательности отсчетов группового АИМ-сигнала отсчеты своего канала

РКИ - распределители канальных импульсов, они формируют импульсы, которые управляют работой Эк на передаче и приеме.

РКИ приема и РКИ передачи должны быть синхронизированы

В этом случае при передаче сигнала по 1-му каналу замыкаются Эк только этого канала, при передаче сигнала 2-го канала срабатывают электронные ключи 2-го канала и т. д.

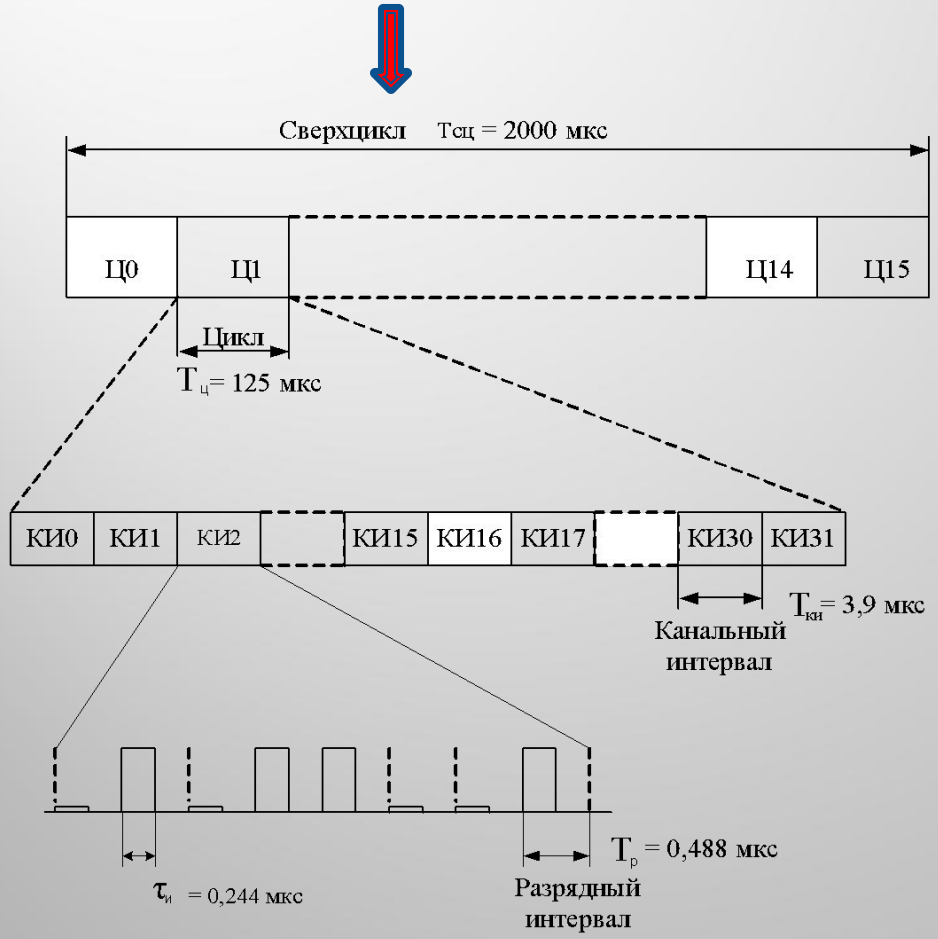
ФНЧ на приеме – это демодуляторы АИМ-сигнала, они преобразуют последовательность АИМ-отсчетов в исходный непрерывный сигнал

Структура первичного цифрового потока

Четыре варианта структуры цикла первичного цифрового потока (рекомендация МСЭ-Т G.704):

PCM30 **PCM31** **PCM30C** **PCM31C**

Структура цифрового потока PCM30



Частота следования разрядных интервалов (битов информации) в первичном потоке называется **тактовой частотой $F_т$**

Значение $F_т$ определяется: $F_т = F_д \cdot m \cdot N_{ки}$

- $F_д$ — частота дискретизации
- m — разрядность кодера
- $N_{ки}$ — количество канальных интервалов

Для первичного цифрового потока тактовая частота

$F_т = 8 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 32 = 2048$ кГц

Структура первичного цифрового потока

ЦС (**FAS** - Frame Alignment Signal) - сигнал цикловой синхронизации

СЦС (**MFAS** - Multi Frame Alignment Signal) - сигнал сверхцикловой синхронизации

СУВ - сигналы управления и взаимодействия

ДИ - дискретная информация
НР – национальный резерв
ОЗ – остаточное затухание
СК1,
СК2 – сигнальные каналы для передачи **СУВ**
Ав.ЦС,
Ав.СЦС – извещения о потере сигналов **ЦС, СЦС**

Структура канальных интервалов КИ0 и КИ16 в РСМ30

Канальные интервалы КИ1-КИ15 и КИ17-КИ31 - для организации информационных каналов

Для передачи непрерывных сообщений цифровыми методами необходимо произвести преобразования:

- Дискретизация непрерывных сигналов во времени
- квантование их по уровню,
- преобразование квантованных отсчётов в цифровой сигнал

Квантование - замена отсчётов мгновенных значений сигнала АИМ дискретными значениями ближайших разрешённых уровней

Интервал между ближайшими разрешёнными уровнями квантования называют шагом квантования ΔU

Если амплитуда отсчета в пределах двух соседних разрешенных уровней превышает половину шага квантования, то амплитуда отсчета изменяется в большую сторону, если меньше половины шага квантования – в меньшую сторону. При этом возникает ошибка квантования. Ошибкой квантования называется разность между истинным значением отсчета и его квантованным значение:

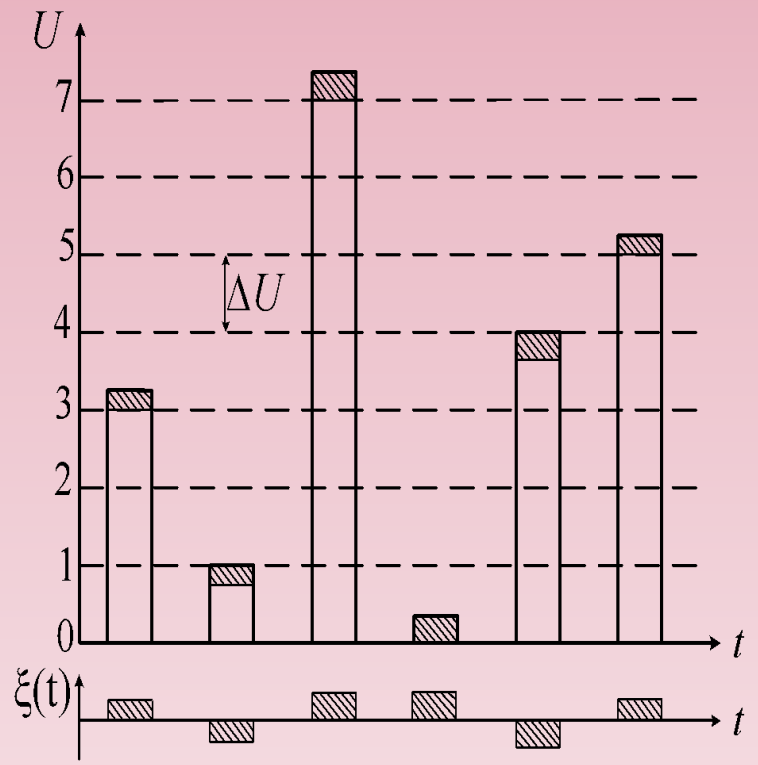
$$\xi(t) = U(t) - U_{\text{кв}}(t).$$

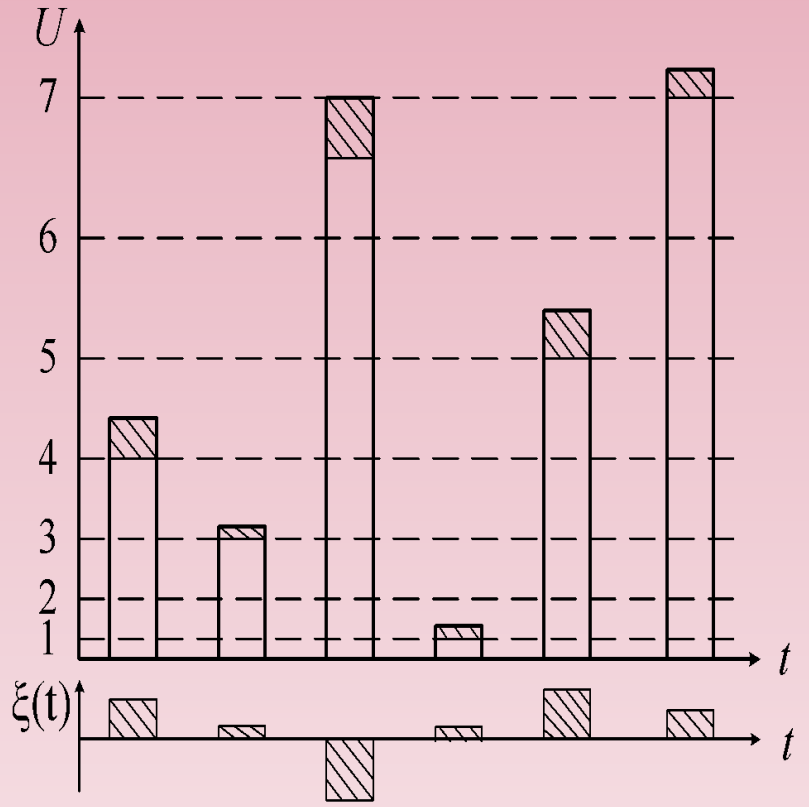
Ошибка квантования лежит в пределах:

$$-\frac{\Delta}{2} \le \xi \le \frac{\Delta}{2}.$$

Различают квантование

- **равномерное,** если шаг квантования не изменяется. При равномерном квантовании ошибка квантования различна для слабых и сильных сигналов.
- **неравномерное:** шаг квантования изменяется пропорционально изменению амплитуды входного сигнала. Ошибка квантования для слабых сигналов уменьшается, а для сильных – увеличивается.





Неравномерное квантование может быть получено с помощью сжатия (**компрессии**) динамического диапазона (ДД) сигнала с последующим равномерным квантованием. На приеме осуществляется обратная операция – **экспандирование** (расширение) ДД

В ЦСП применяется
логарифмическая характеристика компандирования типа А-87,6/13.

А-87,6 - параметр компрессии

Характеристика содержит положительную и отрицательную ветви

Ветвь состоит из восьми сегментов

Сегмент - это 16 уровней квантования

Общее число уровней характеристики 256

Квантование внутри сегмента – равномерное

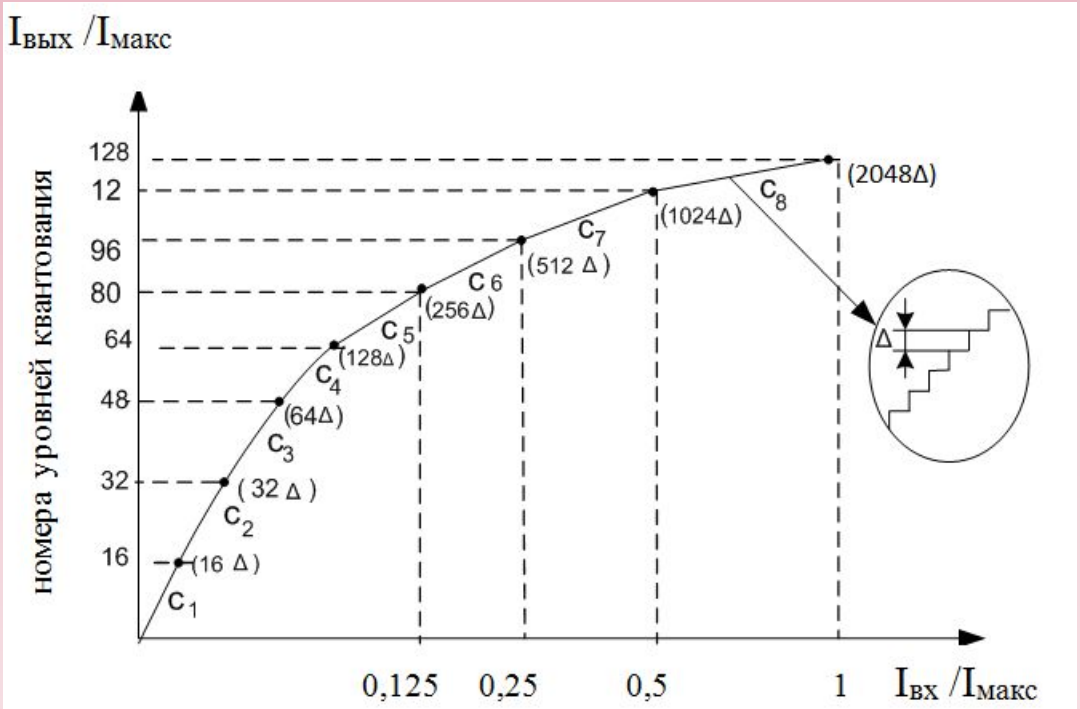
Каждый сегмент начинается с определенного эталонного сигнала - **основного** эталона

Каждый из 16 уровней внутри сегмента может быть сформирован с помощью сочетания четырех **дополнительных эталонов**

Номер сег-мента	Кодовая комбинация номера сегмента	Эталонные токи					Шаг кванто-вания	Эталонные сигналы коррекции
		основ-ной	дополнительные					
1	000	–	8	4	2	1	1	0,5
2	001	16	8	4	2	1	1	0,5
3	010	32	16	8	4	2	2	1
4	011	64	32	16	8	4	4	2
5	100	128	64	32	16	8	8	4
6	101	256	128	64	32	16	16	8
7	110	512	256	128	64	32	32	16
8	111	1024	512	256	128	64	64	32

Четыре центральных сегмента образуют один сегмент, так как шаг квантования равен 1Δ.

Число сегментов характеристики с различными шагами квантования равно 13. При переходе к следующему сегменту шаг квантования увеличивается в 2 раза.



Кодирование *- это* преобразования квантованных импульсов АИМ-сигнала в ***m***-разрядные группы двоичных символов, ***m = 8***

Для кодирования ***телефонных сигналов*** применяют симметричный двоичный код:

символ первого разряда определяется знаком АИМ-отсчета,

остальные разряды – это значение отсчета, выраженное в двоичной системе исчисления

Кодирование осуществляется в нелинейных **кодерах взвешивающего типа**

Кодирование осуществляется в три этапа:

1. определение и кодирование полярности отсчета (такт 1)

2. определение и кодирование номера сегмента, в котором заключен кодируемый отсчет (такты 2, 3, 4)

3. определение и кодирование номера уровня квантования внутри сегмента (такты 5, 6, 7, 8)

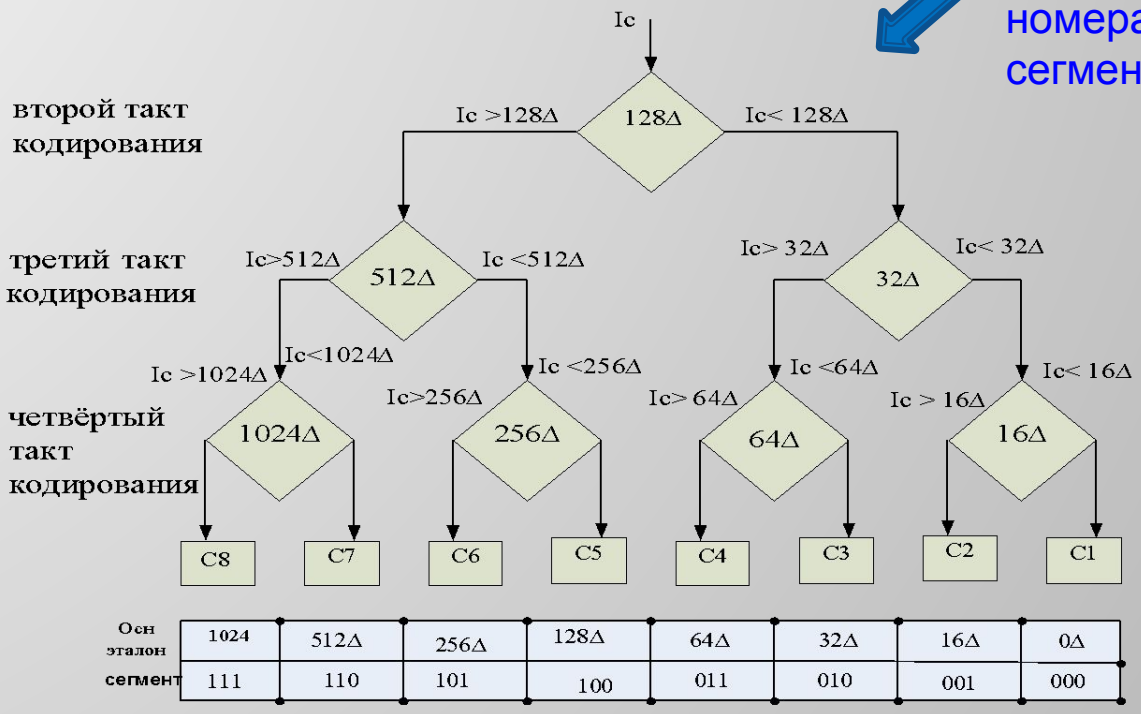
1 этап:

Если АИМ-отсчет положительный - в первом разряде «**1**»,

отсчет отрицательный - в первом разряде «**0**».

2 этап:

Алгоритм определения номера сегмента



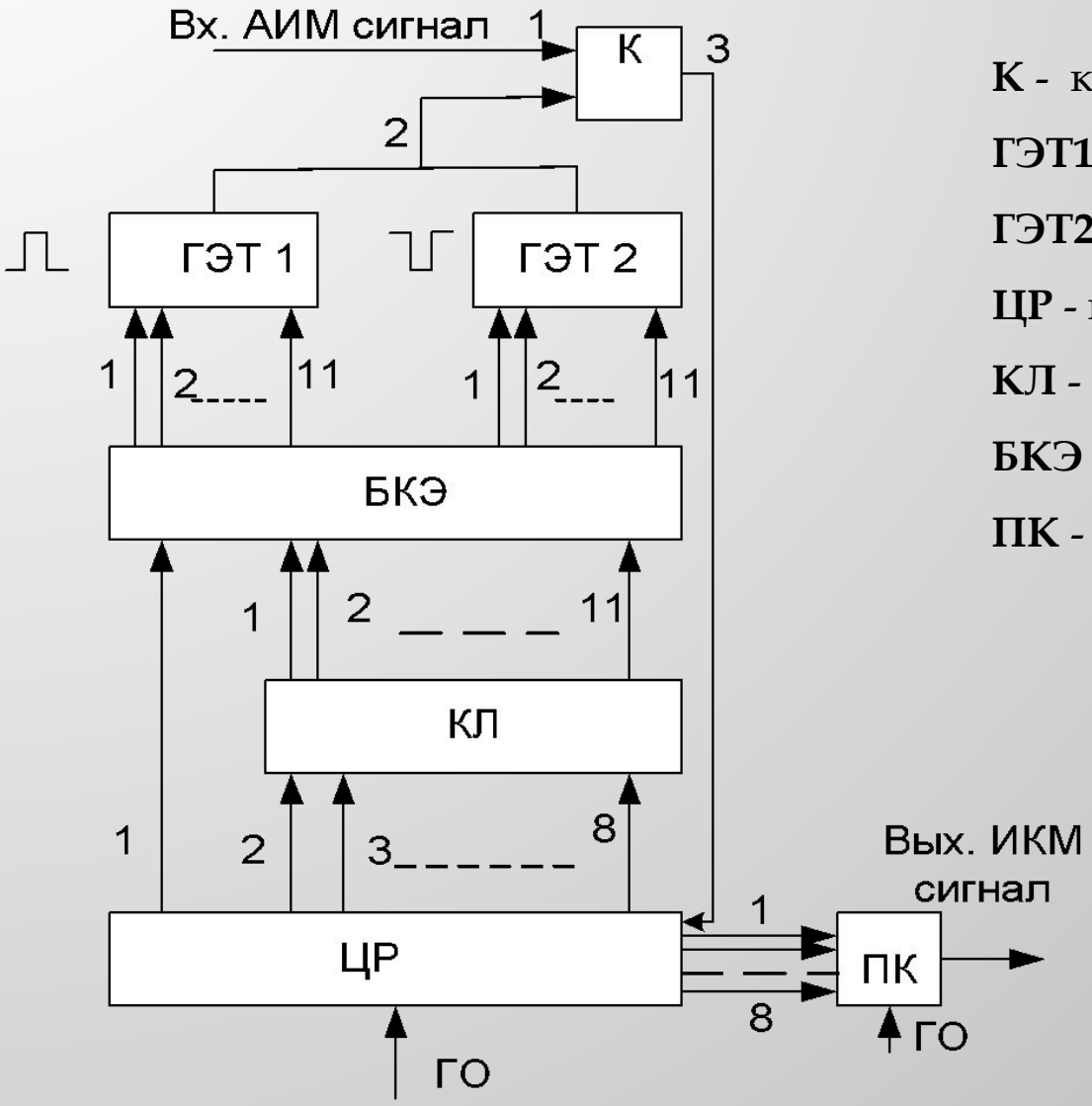
Осн эталон	1024	512Δ	256Δ	128Δ	64Δ	32Δ	16Δ	0Δ
сегмент	111	110	101	100	011	010	001	000

3 этап:

Дополнительные эталоны выбираются в соответствие с определенным номером сегмента.

Подключаются дополнительные эталоны в порядке убывания

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА НЕЛИНЕЙНОГО КОДЕРА ВЗВЕШИВАЮЩЕГО ТИПА



К - компаратор

ГЭТ1

ГЭТ2 - генераторы эталонных токов

ЦР - цифровой регистр

КЛ - компрессирующая логика

БКЭ - блок коммутации эталонов

ПК - преобразователь кода

Пример кодирования АИМ-отсчета

Такты	Эталонные токи	Разность $I_{сигн} - \sum I_{эт}$	Решение компа-ратора	Запись решения в цифровой регистр
1	0	$+410\Delta - 0 > 0$	0	1
2	128	$+410\Delta - 128\Delta > 0$	0	1
3	512	$+410\Delta - 512\Delta < 0$	1	0
4	256	$+410\Delta - 256\Delta > 0$	0	1
Основной эталонный ток $I_{эт\ осн.} = 256\Delta$				
5	128	$+410\Delta - (256\Delta+128\Delta) > 0$	0	1
6	64	$+410\Delta - (256\Delta+128\Delta+64\Delta) < 0$	1	0
7	32	$+410\Delta - (256\Delta+128\Delta+32\Delta) < 0$	1	0
8	16	$+410\Delta - (256\Delta+128\Delta+16\Delta) > 0$	0	1

Ошибка квантования: $\mathbf{I_{ош} = I_{сигн} - \sum I_{эт}}$

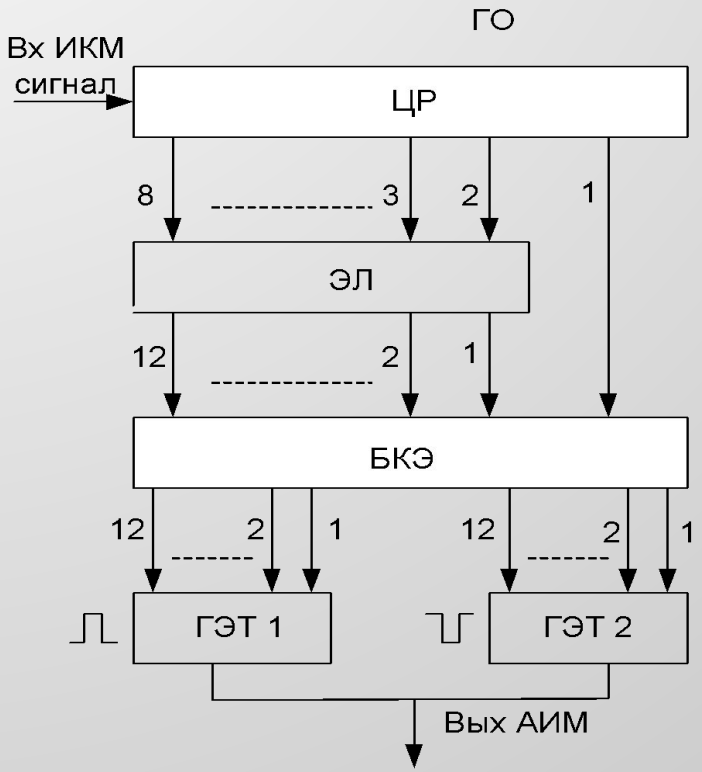
для рассмотренного примера она составит: $I_{ош} = 410\Delta - 400\Delta = 10\Delta$

ДЕКОДИРОВАНИЕ

Декодирование – это формирование сигнала АИМ-II из кодовых комбинаций ИКМ сигнала.

Амплитудная характеристика декодера является обратной функцией характеристики кодера, то есть общая характеристика тракта кодер-декодер должна быть линейна.

нелинейный декодер взвешивающего типа



ГЭТ1

ГЭТ2 - генераторы эталонных токов

ЦР - цифровой регистр

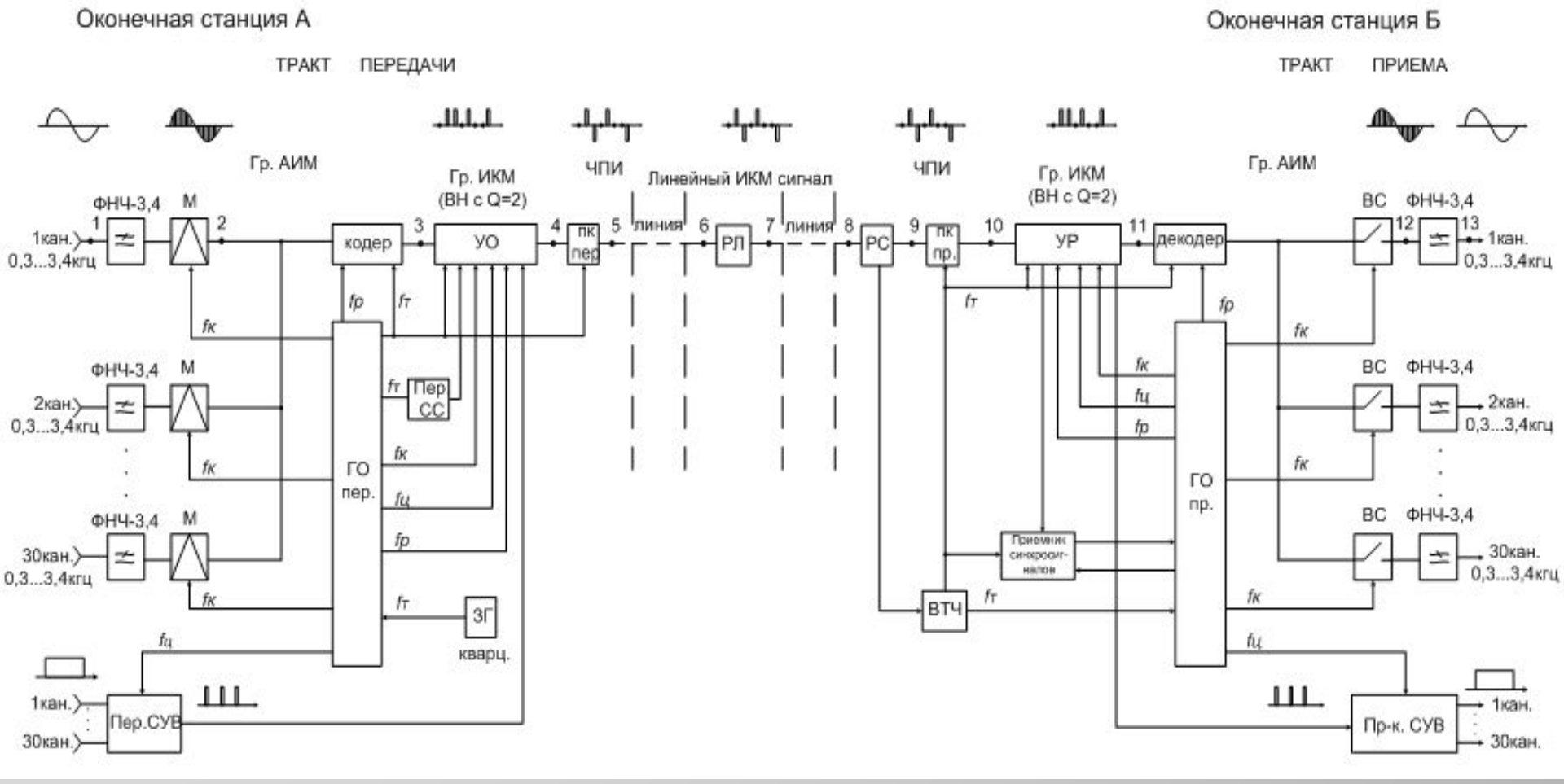
ЭЛ - экспандирующая логика

БКЭ - блок коммутации эталонов

ПК - преобразователь кода

Пример декодирования

	Опреде-ление поляр-ности	Подключение эталонных токов								Сумма эталон-ных токов
		основ-ного			дополнительных				кор-рекции	
					1	2	3	4		
Кодовая комбинация	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**		
Значения эталонных токов	«–»	32			16		4		1	-53Δ


Оконечная станция А
ТРАКТ ПЕРЕДАЧИ
Оконечная станция Б
ТРАКТ ПРИЕМА
Гр. АИМ
Гр. ИКМ (ВН с Q=2)
ЧПИ
Линейный ИКМ сигнал
ЧПИ
Гр. ИКМ (ВН с Q=2)
Гр. АИМ
ФНЧ-3,4
М
1кан. 0,3...3,4кгц
2кан. 0,3...3,4кгц
30кан. 0,3...3,4кгц
кодер
УО
пк пер
линия
РЛ
линия
РС
пк пр.
УР
декодер
ВС
ФНЧ-3,4
ГО пер.
Пер СС
ЗГ
кварц.
Пер.СУВ
ВТЧ
Приемник синхросигналов
ГО пр.
Пр-к. СУВ
1кан.
30кан.

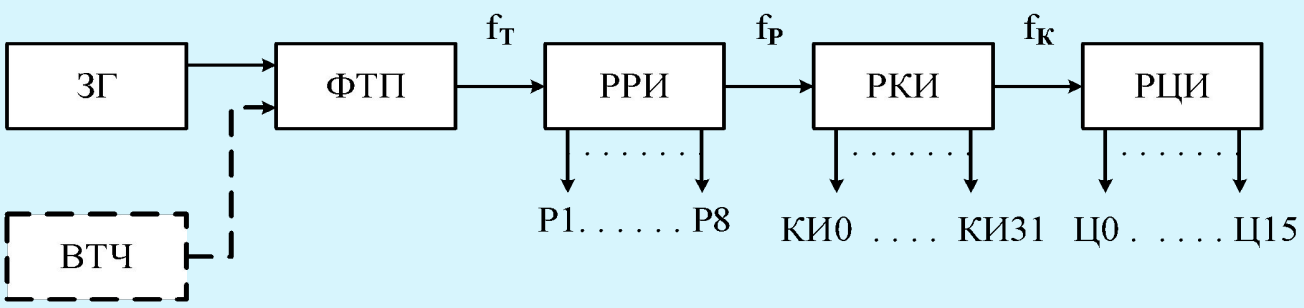
ГЕНЕРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦСП

Генераторное оборудование (ГО) предназначено для формирования и распределения во времени импульсных последовательностей, управляющих работой всех узлов аппаратуры и служащих для формирования/расформирования первичного цифрового потока.

ГО формирует
- импульсные последовательности с тактовой частотой $f_т$
- импульсные последовательности с разрядной частотой $f_р$
- импульсные последовательности с канальной частотой $f_к$
- импульсные последовательности с цикловой частотой $f_ц$

Тактовая частота определяет частоту следования битов информации в первичном потоке. Ее значение определяется по формуле: $F_т = F_д \cdot m \cdot N_{ки'}$

Для первичного цифрового потока $F_т = 8 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 32 = 2048$ кГц



Структура генераторного оборудования передающей и приемной частей аппаратуры

ФТП - формирователь тактовой последовательности
РР - распределитель разрядный
РК - распределитель канальный
РЦ - распределитель цикловой
ВТЧ – выделитель тактовой частоты

ГЕНЕРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦСП

Распределитель разрядных импульсов

формирует 8 импульсных последовательностей (m=8) от Р1 до Р8 с частотой

$$f_{\text{р}} = \frac{f_m}{m} = \frac{2048 \cdot 10^3}{8} = 256 \text{ кГц}$$

Распределитель канальных импульсов

формирует 32 импульсные последовательности (Nки =32) с частотой

$$f_к = \frac{f_р}{N_{ки}} = \frac{256 \cdot 10^3}{32} = 8 \text{ кГц}$$

Распределитель цикловых импульсов

формирует 16 импульсных последовательностей (Sц=16) с частотой

$$f_ц = \frac{f_к}{S} = \frac{8 \cdot 10^3}{16} = 0{,}5 \text{ кГц}$$

Синхронизация в цифровых системах передачи

В ЦСП с ВРК правильное восстановление исходных сигналов на приеме возможно только при синхронной и синфазной работе генераторного оборудования на передающей и приемной станции

ВИДЫ СИНХРОНИЗАЦИИ:

✔**ТАКТОВАЯ (ТС) -** обеспечивает равенство скоростей обработки цифровых сигналов в линейных и станционных регенераторах, кодеках и других устройствах ЦСП, осуществляющих обработку сигналов с тактовой частотой

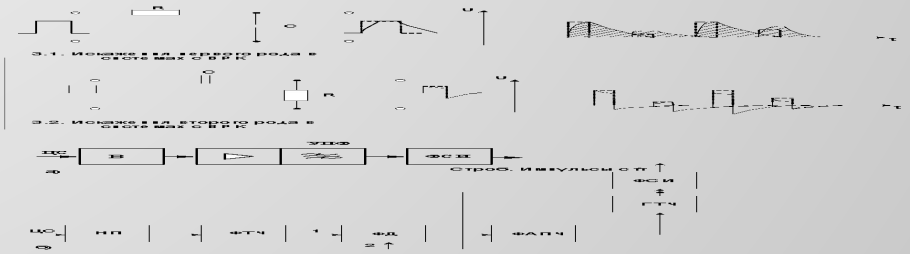
✔**ЦИКЛОВАЯ (ЦС) -** обеспечивает правильное разделение и декодирование кодовых групп цифрового сигнала и распределение декодированных отсчетов по соответствующим каналам

✔**СВЕРХЦИКЛОВАЯ (СЦС) -** обеспечивает на приеме правильное распределение СУВ по соответствующим телефонным каналам

Нарушение хотя бы одного из видов синхронизации приводит к потере связи по всем каналам ЦСП

В цифровых телекоммуникационных системах используется два основных метода выделения тактовой частоты:

- метод пассивной фильтрации (или резонансный метод)
- метод активной фильтрации



В высокоскоростных ЦСП используют **метод активной фильтрации**:

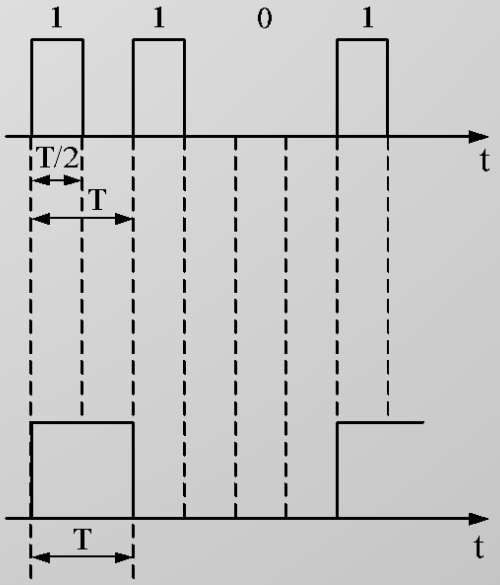
с применением устройств фазовой автоподстройки частоты

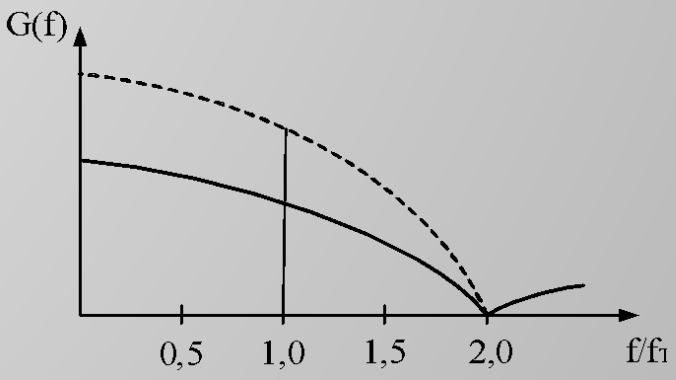
ФОРМИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Требования к кодам ЦСП, используемым для передачи сигнала по линии:

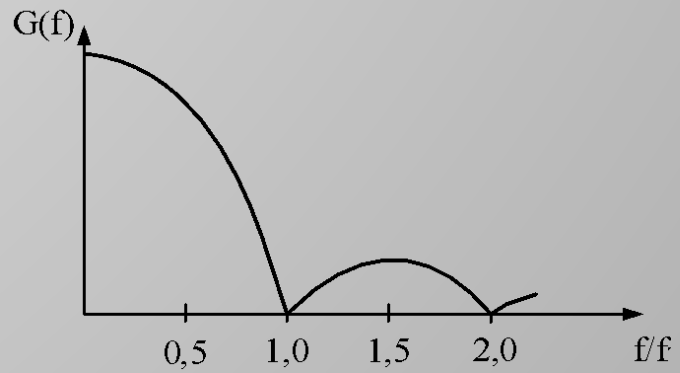
- энергетический спектр сигнала должен ограничиваться снизу и сверху, быть достаточно узким, располагаться на сравнительно низких частотах и не содержать постоянной составляющей.
- структура сигнала должна позволять достаточно просто выделять из него сигнал тактовой частоты;
- код должен обладать информационной избыточностью, позволяющей осуществлять контроль верности передачи.

ВН (RZ) – симметричный код с возвращением к нулю





МБВН – модифицированный без возвращения к нулю



для передачи цифрового сигнала в линию используют следующие коды:

1. **МБВН** – модифицированный без возвращения к нулю

- код МБВН формируется с помощью счетного триггера
- спектр в два раза уже, чем спектр кода ВН, поэтому затухание сигнала меньше, а, следовательно, и меньше МСИ II рода.
- низкочастотные составляющие спектра и постоянная составляющая мощные, поэтому величина МСИ I достаточно велика
- код не обладает избыточностью
- в спектре нет тактовой частоты, по этой причине устройство выделения тактовой компоненты из линейного сигнала будет сложнее, чем для кода ВН
- при появлении серии нулей возможен сбой тактовой синхронизации

код МБВН применяют крайне редко

2. код ЧПИ (AMI) - с чередованием полярности импульсов, квазитроичный

код ЧПИ (AMI) формируется по следующему алгоритму:

символу «0» соответствует пауза,
символу «1» - последовательные импульсы положительной и отрицательной полярности

Чередование полярности импульсов позволяет достаточно хорошо компенсировать межсимвольные искажения I и II рода.

Спектр кода ЧПИ ограничен как сверху, так и снизу относительно спектра исходной последовательности и не имеет постоянной составляющей

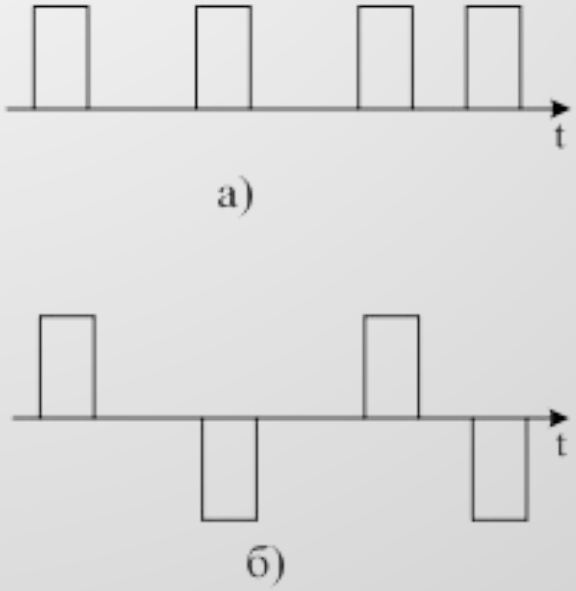
Наиболее мощные частотные компоненты в сигнале кода ЧПИ расположены в области частот, прилегающих к $0{,}5f_т$, поэтому условия прохождения сигналов по линии связи рассматриваются на полутактовой частоте

В сигнале ЧПИ возможен контроль ошибок, так как пропадание импульса или появление ложного приводит к нарушению чередования полярности

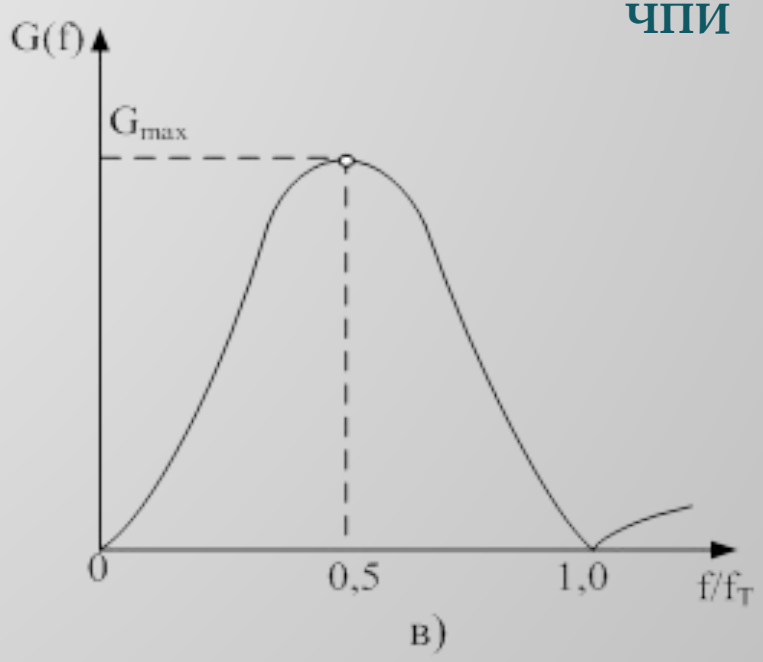
Выделение тактовой частоты из спектра линейного сигнала несложно

! если в исходной последовательности присутствуют большие пакеты нулей, выделение тактовой частоты затрудняется

Временные диаграммы формирования из кода ВН кода ЧПИ



энергетический спектр кода ЧПИ



3. код КВП-3 (HDB-3) – код высокой плотности единиц, не допускающий более трех нулей подряд. Код КВП-3 также называют модифицированным с чередованием полярности импульсов - **МЧПИ.**

В коде КВП-3 (HDB-3) или МЧПИ:

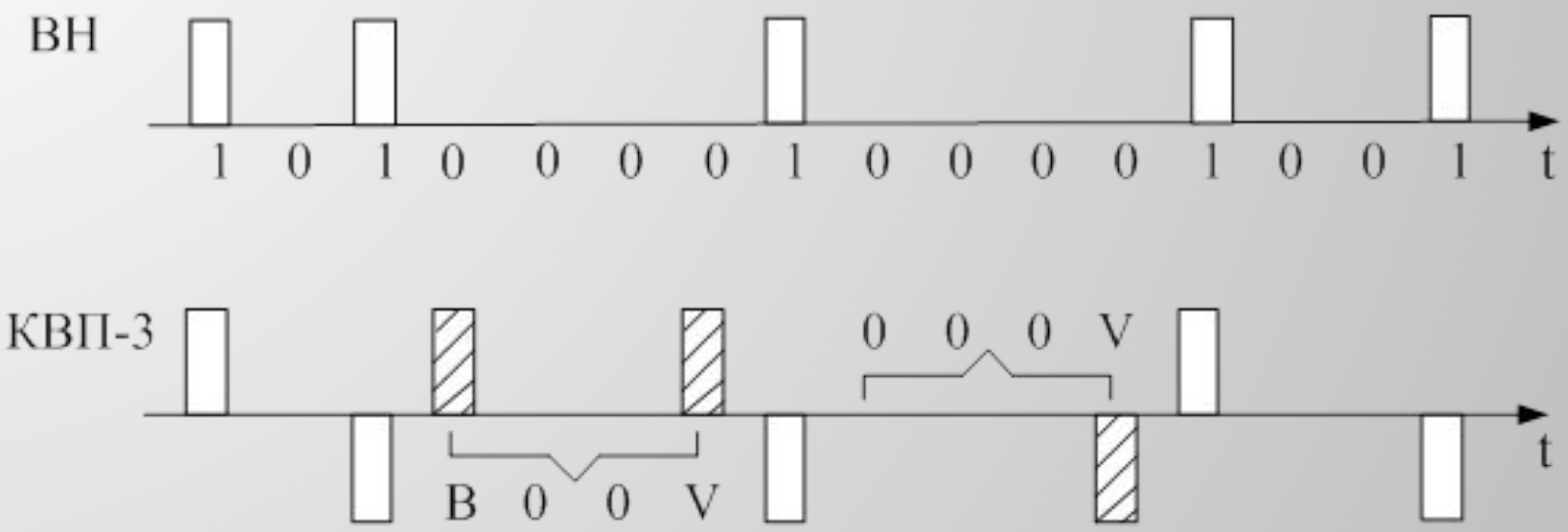
- устранена трудность выделения тактовой частоты при наличии в исходной последовательности пакетов нулей;
- каждая серия из четырех нулей заменяется вставками вида «000V» и «B00V»

В вставках «000V» и **«B00V»**:
символ «B» - импульс, полярность которого противоположна полярности предшествующего кодового символа
импульс «V» - импульс, полярность которого повторяет полярность предшествующего импульса

вставка «B00V» применяется, если после предыдущей вставки было передано четное число единиц
вставка «000V» применяется, если после предыдущей вставки было передано нечетное число единиц

В коде КВП-3 (HDB-3) или МЧПИ обнаруживается одиночная ошибка при нарушении чередования полярности сдвоенных импульсов

формирование кода КВП-3 из сигнала в коде ВН



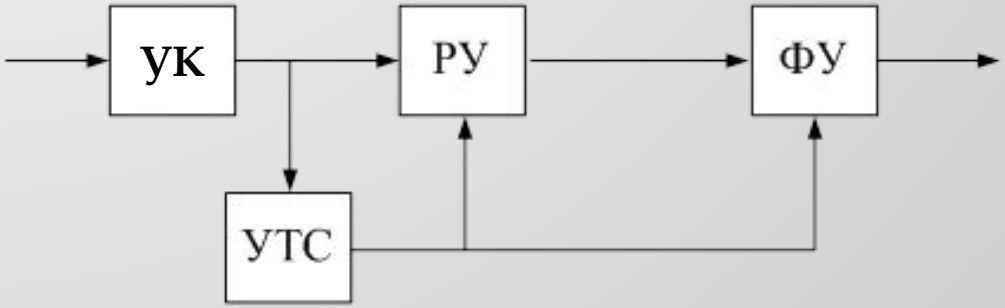
РЕГЕНЕРАТОРЫ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

РЕГЕНЕРАТОР восстанавливает амплитуду, форму и временные соотношения импульсов цифровой последовательности, поступающих на его вход.

Включение регенераторов в линейный тракт необходимо для компенсации воздействия на сигнал искажений и помех, возникающих в линейном тракте.

Линейные регенераторы (РЛ), устанавливаются в НРП, станционные регенераторы (РС), устанавливаются на оконечных станциях и ОРП.

Схема регенератора цифрового сигнала



УК - корректирующий усилитель

РУ - решающее устройство

ФУ - формирующее устройство

УТС - устройство тактовой синхронизации

Искаженный цифровой сигнал из кабельной цепи поступает на усилитель-корректор (УК), обеспечивающий частичную или полную коррекцию формы импульсов, и регистрируется решающим устройством (РУ).

Решающее устройство представляет собой пороговую схему, которая срабатывает, если уровень сигнала на его входе превышает пороговый уровень РУ, и не срабатывает, если уровень входного сигнала меньше уровня порога.

Пороговое напряжение может подаваться извне или вырабатываться в схеме РУ. При поступлении импульса на выходе РУ появляется управляющий сигнал, а в случае 0 (пробела) состояние РУ не изменяется.

Формирующее устройство (ФУ) обеспечивает формирование по сигналам РУ импульсов с принятыми для конкретной системы стандартными параметрами.

В приведенной схеме регистрация входящего сигнала и принятие решения о его значении осуществляются по каждому символу в отдельности. При этом требуется введение устройства тактовой синхронизации (УТС), которое должно обеспечить принятие решений на определенных временных интервалах. Эти интервалы выбираются в пределах участков тактового интервала, на которых принимаемый импульс имеет минимальные искажения, это гарантирует верность принятия решения РУ. Верность принимаемых РУ решений зависит, в первую очередь, от способа обнаружения двоичного сигнала и качества работы УТС.

Параметры регенератора

коэффициент ошибок – отношение числа символов (бит), переданных с ошибками, к общему числу переданных символов за определенный интервал времени:

$$K_{ош} = N_{ош} / N$$

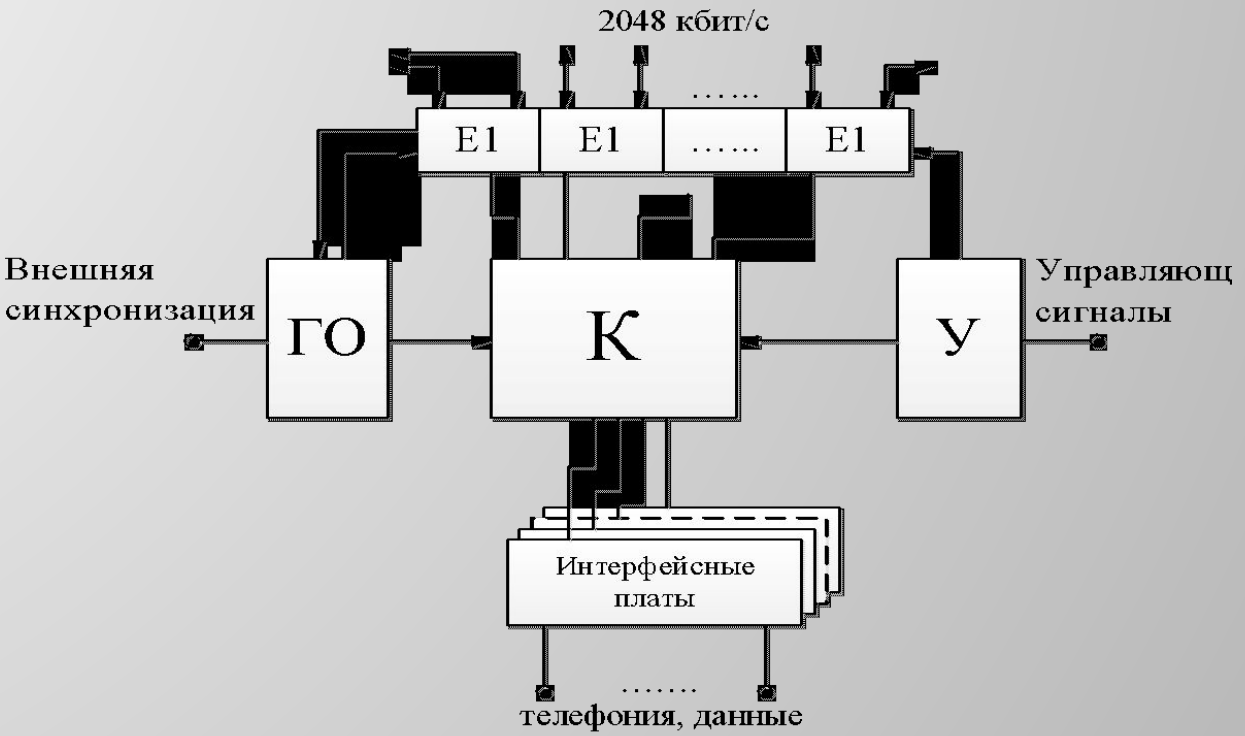
$K_{ош}$ обозначают аббревиатурой **BER** – англ. bit error ratio

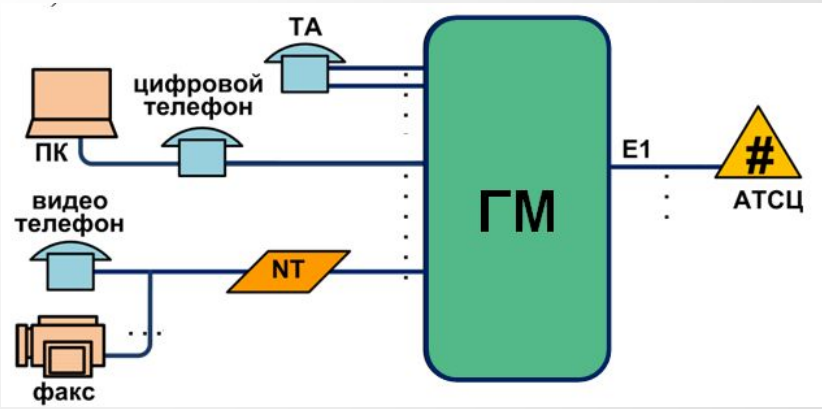
Нормы на коэффициент ошибок:

- в линейном тракте не более 10^{-6}
- одиночного регенератора не более $10^{-8} \div 10^{-10}$

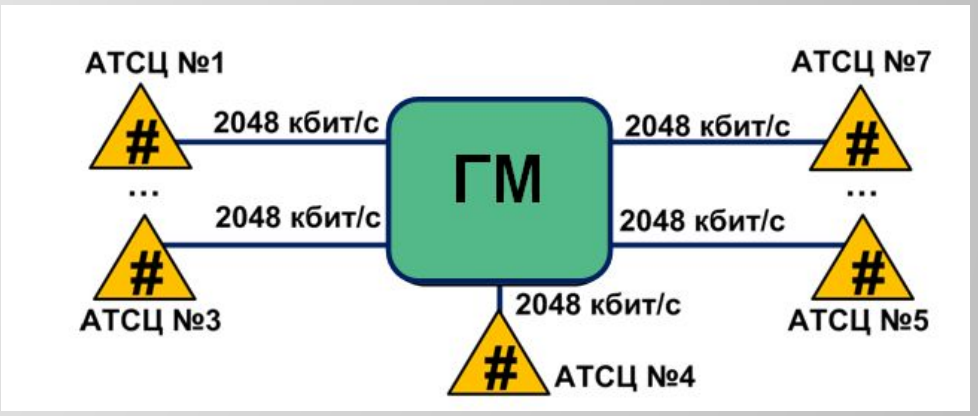
Под гибким мультиплексором (ГМ) принято понимать средство для реализации многих возможностей телекоммуникаций:

- услуг для пользователей путем выбора подходящего набора интерфейсов и подключения к ним пользовательских терминалов;
- линейного обслуживания путем выбора подходящего интерфейса для соединительной линии на основе электрического или оптического кабеля или радиорелейного канала;
- централизованного управления;
- гарантированного резервирования;
- быстрого изменения функций и так далее.

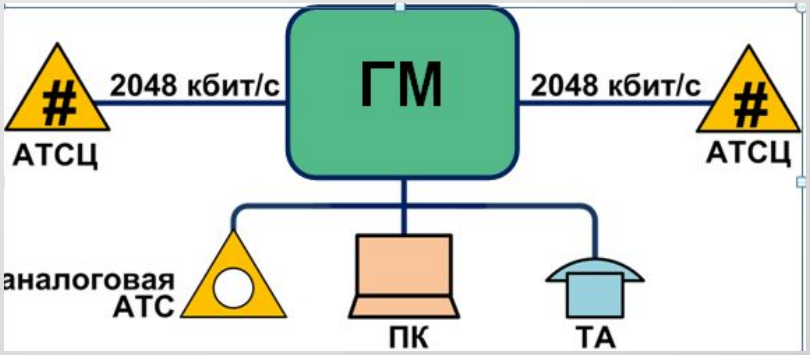




Гибкий мультиплексор в режиме ТМ



Гибкий мультиплексор в режиме кросс-коммутатора



Гибкий мультиплексор в режиме МВВ

Гибкий мультиплексор в режиме конвертирования сигнализации

ПЛЕЗИОХРОННАЯ ЦИФРОВАЯ ИЕРАРХИЯ

МТС строятся по иерархическому принципу:
n исходных сигналов объединяются в первичный цифровой поток,
m первичных потоков объединяются во вторичный групповой сигнал и т. д.

Мультиплексирование – это объединение нескольких цифровых сигналов с более низкой скоростью передачи в один цифровой групповой сигнал для дальнейшей передачи по одному каналу связи

Количество объединяемых потоков (сигналов) называется коэффициентом мультиплексирования (значения *n* и *m)*

Плезиохронная иерархия (**ПЦИ**) - Plesiohronous Digital Hierarhy (**PDH**) являлась основной и единственной иерархией систем передачи с начала 60-х до конца 80-х годов прошлого века

«**плезиохронная**» - почти синхронная - означает объединение потоков с небольшим расхождением скоростей

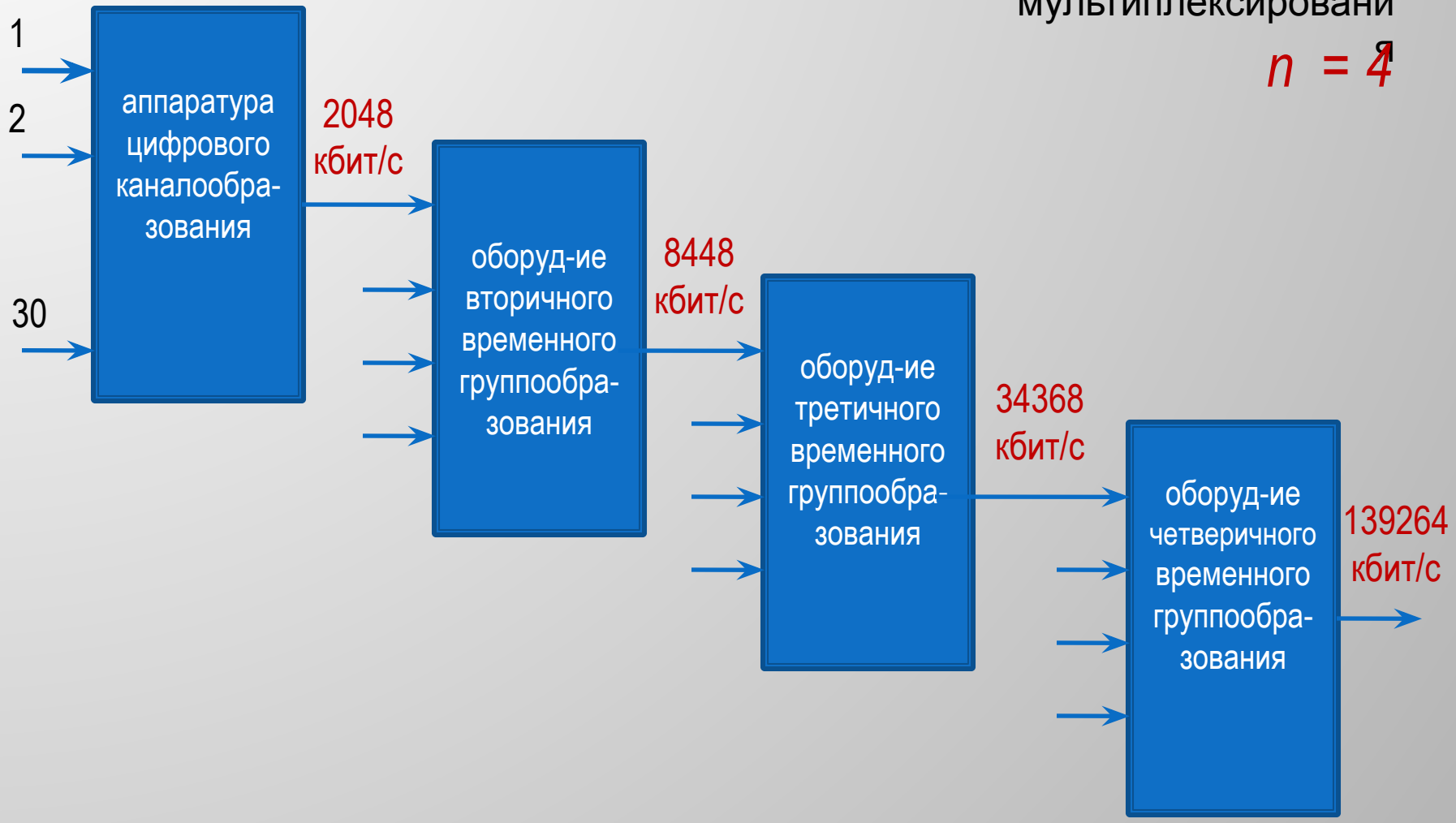
ПЛЕЗИОХРОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИЕРАРХИИ

Цифровая иерархия						
уровень	европейская		североамериканская		японская	
	Обозначение, скорость передачи (кбит/с)	Коэффициент мультиплек-сирования	Обозначение, скорость передачи (кбит/с)	Коэффициент мультиплек-сирования	Обозначение, скорость передачи (кбит/с)	Коэффициент мультиплек-сирования
нулевой	ОЦК 64		DS0 64		DS0 64	
первичный	E1 2048	30	DS1 1544	24	DS1 1544	24
вторичный	E2 8448	4	DS2 6312	4	DS2 6312	4
третичный	E3 34368	4	DS3 44736	7	DS3 32064	5
четверичный	E4 139264	4	DS4 274176	6	DS4 97728	3

Европейская ПЦИ

Коэффициент мультиплексировани

$n = 4$



ПРИНЦИП И СПОСОБЫ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОТОКОВ

При мультиплексировании цифровых потоков:

на передаче:

компонентные потоки записываются в запоминающие устройства → поочередно считываются на общую шину и образуется агрегатный поток

длительность импульсов компонентных потоков уменьшается в число, равное коэффициенту мультиплексирования

на приеме:

из агрегатного потока поочередно считываются импульсы компонентных потоков и записываются в запоминающие устройства

длительности импульсов увеличиваются до прежней величины

два способа мультиплексирования:

- ***побитовое*** (поразрядное), когда на общую шину поочередно считывают биты компонентных потоков
- ***побайтовое***, когда поочередно считывают отрезки компонентных потоков, размером 1 байт

В плезиохронной цифровой иерархии используют побитовое мультиплексирование

пример:

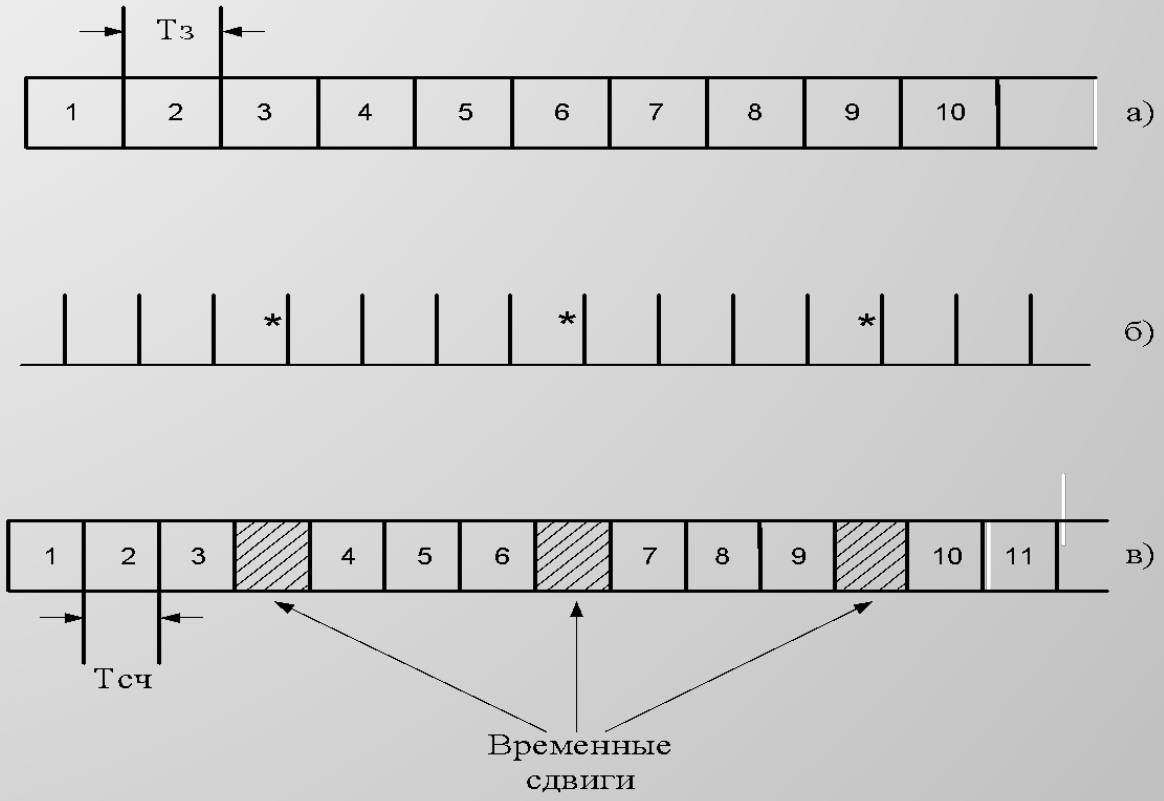
объединение двух компонентных потоков в один агрегатный

Объединение цифровых потоков осуществляется в оборудовании временного группообразования (ОВГ)

При объединении цифровых потоков всегда $f_{зап} < f_{счит}$

в результате в агрегатном потоке появляются *«пробелы» (временные сдвиги)*

Временные сдвиги нужны для передачи синхросигнала агрегатного потока и другой служебной информации



Создание временных сдвигов : а - записанная импульсная последовательность; б - импульсы считывания ; в – считанная импульсная последовательность

СИНХРОННОЕ И АСИНХРОННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

синхронное объединение:

- компонентные потоки записываются со скоростью, одинаковой для всех потоков
- частота считывания также одинакова для всех компонентных потоков

асинхронное объединение:

- компонентные потоки синхронизированы ***автономными*** генераторами, их $f_{зап}$ отличаются от ***номинального*** значения $f_{ном}$

временные сдвиги смещаются со своих позиций,
невозможно осуществить передачу циклового синхросигнала
и произвести разделение компонентных потоков на приеме

поэтому

при **асинхронном объединении** осуществляют

согласование скоростей компонентных потоков!!!!!

СОГЛАСОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ПРИ АСИНХРОННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ

1. если $f_{зап} < f_{ном}$ осуществляют положительное согласование скоростей (ПСС):

в компонентный поток вводятся балластные символы (вставки), на приеме вставки удаляются

2. если $f_{зап} > f_{ном}$ осуществляют отрицательное согласование скоростей (ОСС):

- отдельные символы изымаются из компонентного потока и передаются на приемную станцию по ***служебным каналам***

- на приеме дополнительно переданные импульсы вставляются в компонентные потоки на прежние места

СИНХРОННАЯ ЦИФРОВАЯ ИЕРАРХИЯ

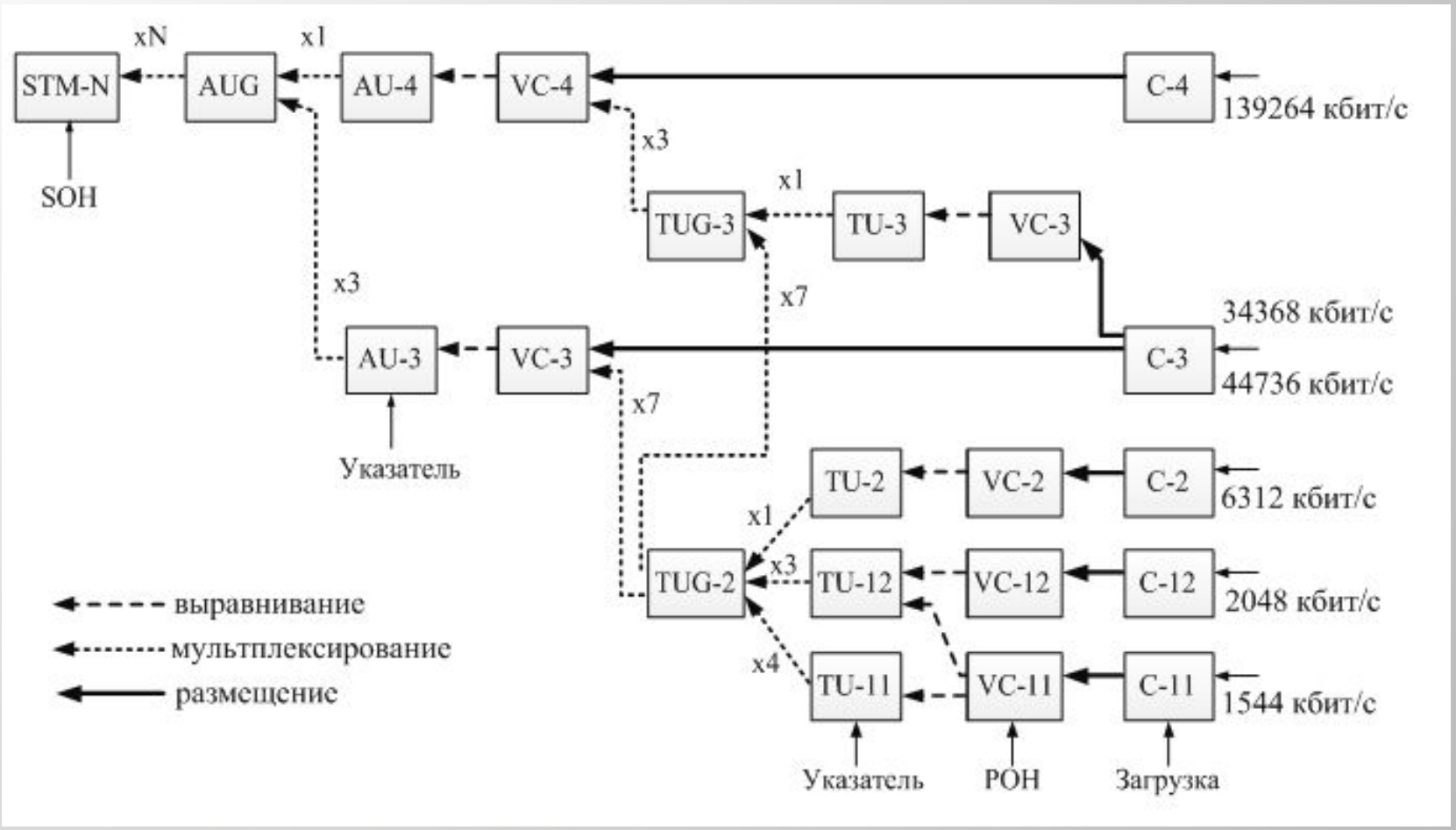
SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

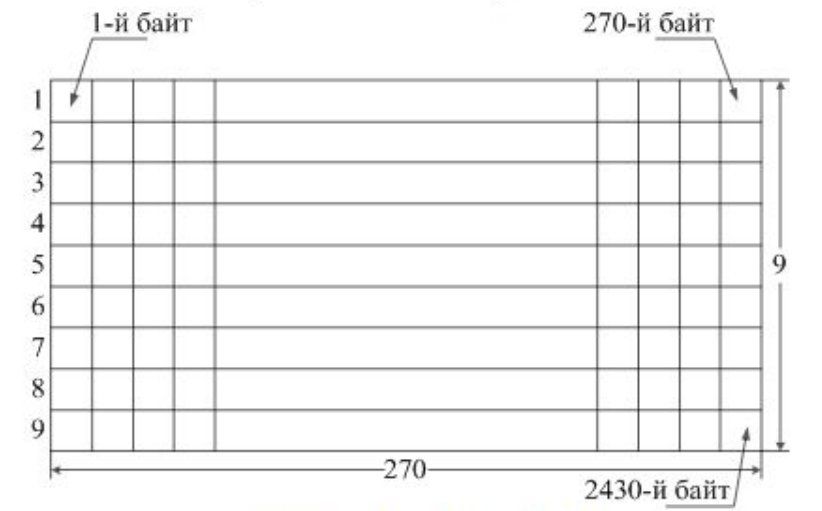
Линейные сигналы SDH - синхронные транспортные модули STM (Synchronous Transport Module)

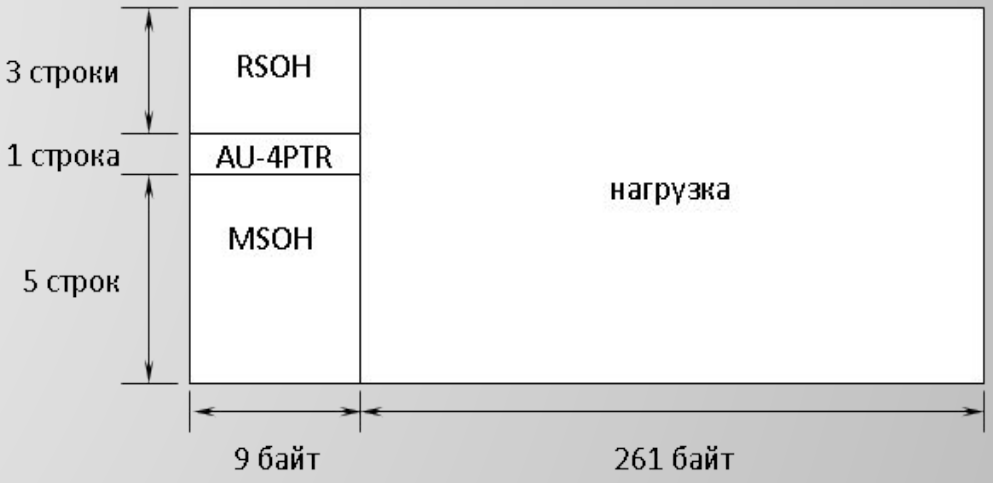
УРОВНИ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ SDH

Уровень	Модуль	Скорость передачи
1	STM-1	155.52 Мбит/с
4	STM-4	622 Мбит/с
16	STM-16	2,5 Гбит/с
64	STM-64	10 Гбит/с
256	STM-256	40 Гбит/с

ФОРМИРОВАНИЕ STM




1-й байт
270-й байт
1
2
3
4
5
6
7
8
9
9
270
2430-й байт

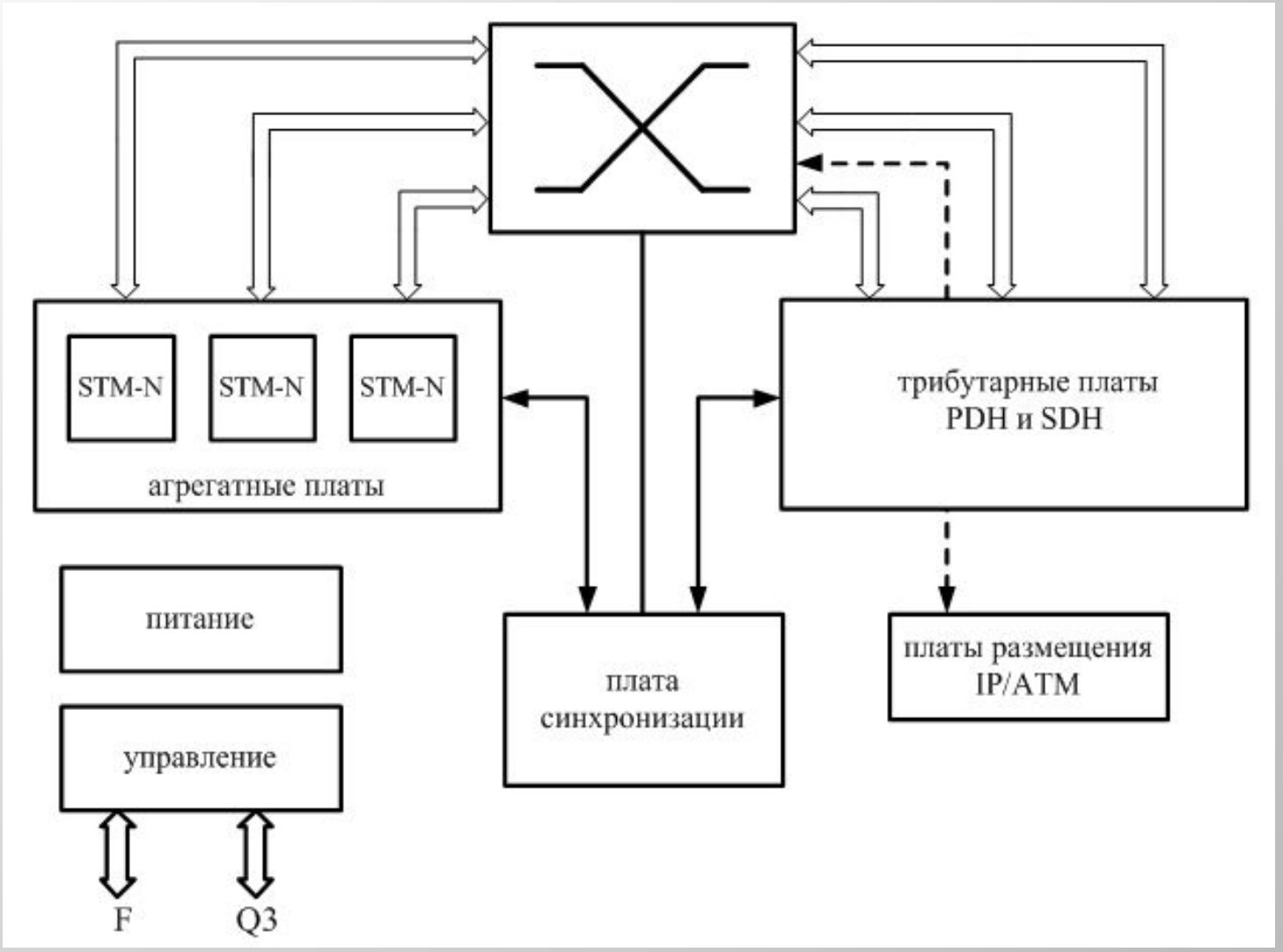

3 строки
1 строка
5 строк
RSOH
AU-4PTR
MSOH
нагрузка
9 байт
261 байт

НАЗНАЧЕНИЕ БАЙТОВ СЕКЦИОНННОГО ЗАГОЛОВКА SOH

SOH (72 байта) = **RSOH (**27 байт) + **MSOH** (45 байт)

RSOH	A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	нац. рез.	нац. рез.
	B1			E1			F1	нац. рез.	нац. рез.
	D1			D2			D3		
указатель AU-4PTR									
MSOH	B2	B2	B2	K1			K2		
	D4			D5			D6		
	D7			D8			D9		
	D10			D11			D12		
	S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	нац. рез.	нац. рез.

НАЗНАЧЕНИЕ БАЙТОВ СЕКЦИОННОГО ЗАГОЛОВКА SOH

A1	11110011	цикловая синхронизация
A2	00101000	
E1	каналы речевой служебной связи со скоростью 64 кбит/с между регенераторами (E1) и мультиплексорами (E2)	
E2		
C1/J0	Идентификатор STM-1 для определения и проверки его позиции в составе STM-N /идентификатор точки маршрутного доступа	
F1	канал со скоростью 64 кбит/с, зарезервирован для оператора сети	
D1 - D3	канал передачи данных со скоростью 192 кбит/с для управления регенерационной секцией, используются для связи между TMN и регенераторами	
D4-D12	канал передачи данных со скоростью 576 кбит/с для управления мультиплексной секцией, используются для связи между TMN и мультиплексорами	
K1, K2	сигнализации об автоматической защитной коммутации APS	
S1	Индикатор качества синхронизации	
M1	Ошибки в блоке на дальнем конце FEBE в мультиплексорной секции	
B1	Байт контроля ошибок в регенерационной секции по методу **BIP-8**	
B2	Байт контроля ошибок в мультиплексной секции по методу **BIP-24**	

Типовая структура оборудования SDH