

23. Иерархические принципы построения ЦСП

Существует несколько вариантов плезиохромной цифровой иерархии (ПЦИ) (PDH), и единая синхронная цифровая иерархия (СЦИ) (SDH).

Стандарты ПЦИ:

- Европейский стандарт
- Северо-американский стандарт
- Японский стандарт
- Комбинированный стандарт

Основным каналом для европейского стандарта является ОЦК.

ОЦК – основной цифровой канал

Скорость 64 кбит/с

Формирование

Первичный цифровой поток (ПЦП) или Первичная цифровая система передачи (ПЦСП)

Пример используемого оборудования ИКМ-30

Скорость потока: $E_1 = 2048$ кбит/с (2 мбит/с) – *откуда берется? m – разряд/сч. уров.*

Тактовая частота: $f_T = f_d \cdot m \cdot N = 8 \cdot 8 \cdot 32 = 2048$ кГц

Скорость передачи: $C = f_T \cdot \log_2 m(n)$, т.к. $m = n = 2$, то это равно 2048 кбит/с

Вторичный цифровой поток (ВЦП) или Вторичная цифровая система передачи (ВЦСП)

Пример используемого оборудования ИКМ-120

Скорость потока: $E_2 = 8448$ кбит/с (8 мбит/с)

Третичный цифровой поток (ТЦП) или Третичная цифровая система передачи (ТЦСП)

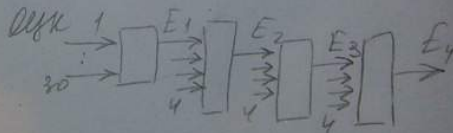
Пример используемого оборудования ИКМ-480

Скорость потока: $E_3 = 34368$ кбит/с (34 мбит/с)

Четверичный цифровой поток (ЧЦП) или Четверичная цифровая система передачи (ЧЦСП)

Пример используемого оборудования ИКМ-1920

Скорость потока: $E_4 = 140268$ кбит/с (140 мбит/с)



30 Основных цифровых каналов (ОЦК) образуют Первичный цифровой поток (ПЦП)

4 Первичных цифровых потока (ПЦП) образуют 1 Вторичный цифровой поток (ВЦП)

4 Вторичных цифровых потока (ПЦП) образуют 1 Третичный цифровой поток (ВЦП)

4 Третичных цифровых потока (ПЦП) образуют 1 Четверичный цифровой поток (ВЦП)

Синхронная цифровая иерархия (СЦИ) (транспортирование инф.)

Технология СЦИ определяется как набор цифровых структур, стандартизированных с целью транспортирования определенных объемов информации, и реализуется как комплексный процесс переноса информации, включая функции контроля и управления.

Синхронный транспортный модуль (СТМ) (STM)

STM-1

Скорость: 155.520 кбит/с 155 МБ/с

4 потока STM-1 это поток STM-4

STM-4

Скорость: 622.080 кбит/с

622 МБ/с

4 потока STM-4 это поток STM-16

STM-16

Скорость: 2.488.320 кбит/с

2,5 ГБ/с

4 потока STM-16 это поток STM-64

STM-64

Скорость: 9.953.280 кбит/с

9,9 ГБ/с

4 потока STM-64 это поток STM-256

STM-256

Скорость: 39.813.120 кбит/с

39,8 ГБ/с

Цифровые системы передачи (ЦСП), используемые на телекоммуникационных сетях, строятся на основе определенной иерархии, которая должна удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Передача по каналам и трактам ЦСП всех видов аналоговых, дискретных и цифровых сигналов.
2. Соответствующая кратность скоростей обработки и передачи сигналов на различных ступенях иерархии.
3. Возможность достаточно простого объединения, разделения, выделения и транзита передаваемых цифровых потоков.
4. Параметры ЦСП должны выбираться с учетом характеристик существующих и перспективных направляющих систем.
5. Возможность взаимодействия ЦСП с аналоговыми системами передачи и различными системами коммутации.
6. При передаче сигналов типовых сообщений пропускная способность ЦСП должна использоваться наилучшим образом.

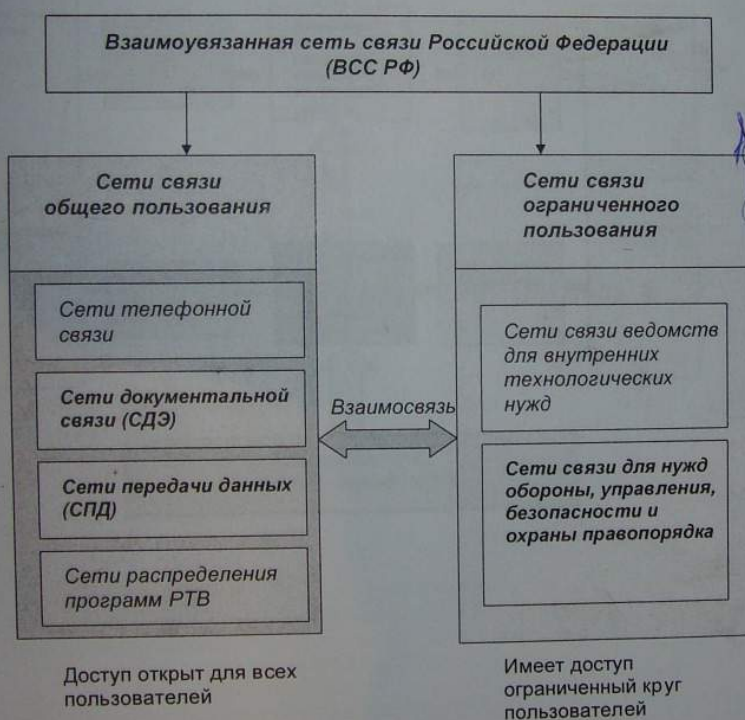
Формирование ЦСП осуществляется на основе объединения цифровых потоков низкого порядка, называемых компонентными, в единый цифровой, который называется групповым или агрегатным.

Взаимоувязанная сеть связи Российской Федерации (ВСС РФ)

ВСС РФ представляет собой комплекс технологически сопряженных сетей связи общего пользования и ведомственных сетей на территории РФ, управление которыми обеспечивается централизованно, независимо от их принадлежности и форм собственности.

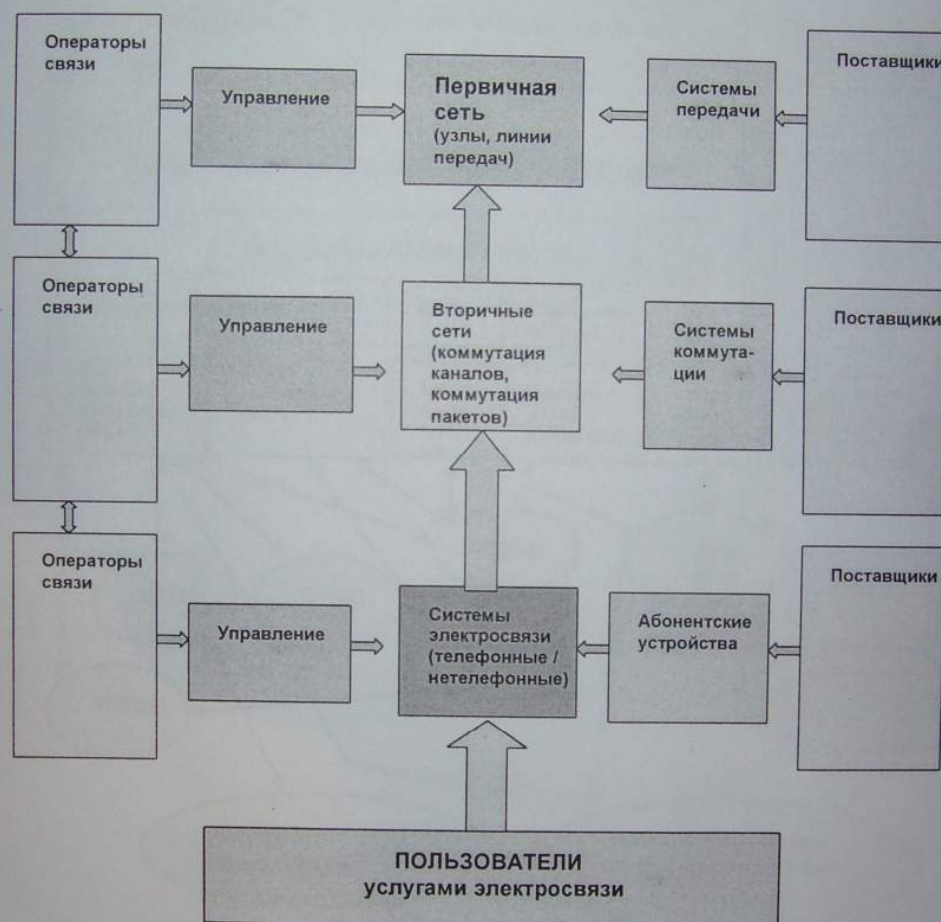
В ВСС РФ не входят выделенные сети связи физических и юридических лиц, а также сети связи организаций, предприятий и учреждений, которые созданы для внутрипроизводственной деятельности и не имеют выхода на сети связи общего пользования.

Структура ВСС РФ



Сети связи, входящие в ВСС РФ, обеспечиваются централизованным контролем и управлением.

Архитектура Взаимоувязанной сети связи РФ



Функциональная схема Взаимоувязанной сети связи РФ (ВСС РФ)



где:

СПД – сети передачи данных

РТВ - радио-телевещание

ПД-КП – передача данных с коммутацией пакетов

ПД-КК – передача данных с коммутацией каналов

ПД-КС – передача данных с коммутацией сообщений

ЦСИО – цифровые сети интегрального обслуживания

СТФС - службы телефонной связи

СРП РТВ – системы распределения программ РТВ

Н/К – некоммутируемый канал связи

СПГ – сети передачи газет

СМП – сеть магистральная первичная

ВЗПС – внутризоновая первичная сеть

МСП – местная первичная сеть

СДЭС – системы документальной электросвязи

ВСС РФ является иерархической 3-х уровневой структурой:

-1-ый уровень – сеть передачи, первичная сеть электросвязи предоставляет некоммутируемые каналы связи для вторичных сетей;

-2-ой уровень – вторичные сети, т.е. коммутируемые и некоммутируемые сети связи (телефонные, передачи данных и др.);

-3-ий уровень – это системы электросвязи или службы электросвязи, предоставляющие пользователям соответствующие услуги связи и информации. По территориальному признаку первичные и вторичные сети связи, как уже отмечалось ранее, подразделяются на:

-магистральные;

-внутризоновые;

-местные;

-международные.

Основная функция ВСС РФ – транспортная, обеспечивающая передачу сообщений от источника сообщений к потребителю (пользователю, абоненту).

Конечным результатом функционирования ВСС РФ являются услуги связи и информации, предоставляемые пользователям и абонентам.

Основными характеристиками функционирования ВСС РФ являются:

-**скорость передачи и своевременность доставки сообщений пользователям;**

-**достоверность сообщений – соответствие принятого сообщения переданному сообщению;**

-**надежность и устойчивость связи – способность сети выполнять основную функцию с заданными параметрами качества.**

15. Иерархические принципы построения АЦП (Аналоговых систем передачи).

Канал Тч (тональной частоты) является базовым.

Полоса частот канала Тч 0.3-3.4 кГц

Трехканальная Тч частота 12 кГц - *24 кГц.*

Первичная группа (12 каналов)

Формируется из 12 каналов Тч, или из 5 трехканальных Тч

Полоса частот 60-108 кГц

Вторичная группа (60 каналов)

Формируется из 5 Первичных групп

Полоса частот 312-552 кГц

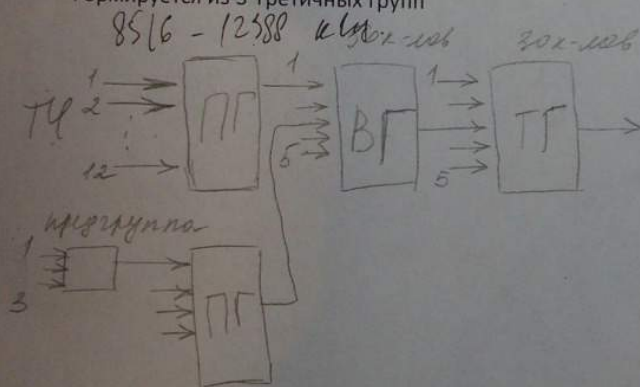
Третичная группа (300 каналов)

Формируется из 5 Вторичных групп

Полоса частот 812-2044 кГц

Четверичная группа (900 каналов)

Формируется из 3 Третичных групп



Канал звука

30 кГц - 15 кГц - внеш. класс

50 кГц - 10 кГц - первый класс

80 кГц - 6,3 кГц - второй класс

Свойности построения волоконно-оптических систем передачи.

ВОСП - волоконно-оптическая система
(осн) передачи

ВОЛС - волоконно-оптическая линия
связи

ОК - оптический кабель

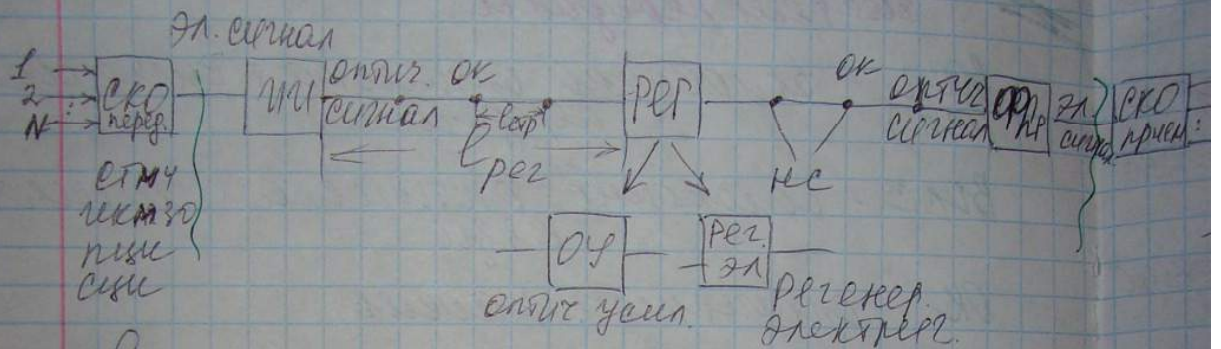
ОВ - оптическое волокно (или напылен
ОК)

Оптика + ~~система~~ передачи - основа.

Преимущества оптической связи

- Малые затухания сигнала
(дБ/км)
затухание оптического
волокна - 0,01 дБ/км.
в электросвязи - 3 дБ/км.
- Высокая пропускная способность
(скорость передачи до 10^{12} бит/с)
- ОК практически не подвержены
внешним электромагнитным
влияниям и помехам.
- Малые габариты, небольшая
масса

Структурная схема ВОСП.



рег - длина участка регенерации

н.с. - неразумные соединения

рег - оптимальная длина кабеля (иногда имеют длину ≈ 2 км)

СКО_{пер} - стандартный канал образующий оборудование (передатчик)

ИИ - источник излучения

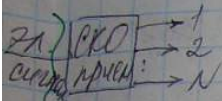
В ВОСП относятся:

- ИИ
- СКО (об)
- РРР (регенератор)

ИИ - преобразовывать ~~электр.~~ сигнал в сигнал оптический

лазерные диоды (полупроводниковые лазеры)

СД (светодиоды)



+ Сверхширокополосная (СШП) полосу частот, стороны:

- простота
- низкая цена
- надежность

- Недостатки СШП:

- мощность излучения некая
- ограничение частот (широкополосности)

Преимущества полупроводникового лазера (ПНЛ):

- мощность излучения
- высокая частота (большая скорость передачи)

Недостатки ПНЛ:

- дорогое
- ненадежное

Для ПНЛ надо обеспечить температурную стабильность.

В ПНЛ усложняется процесс изготовления.

Рр - оптический сигнал преобразуется в электр.

ФРД - фотодиод

ЛРД - лазерные фотодиоды

у РД такие же достоинства и недостатки, как у СД, но чувствительность у ФРД меньше, чем у СД.

у ЛРД недостатки как у ЛД.

Достоинства ЛРД:

- высокая чувствительность
- более высокая выходная мощность

нужна Существенный недостаток - высокая стоимость

ОК -



ОВ: 2, 4, 6, 8, 16
в телекоммун. кабелях больше 16 волокон не бывает.

Удобн работать с одно-модно-модовыми волокнами
УКМ-30 нужно 2 лары (4 жилы).

1 ФРД РВ = 2 ж. жилы.

УКМ-30 = 2п (4ж)
= 2 ОК.

2. Информационные системы

Основным направлением развития телекоммуникационных систем является широкое применение волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), под которыми понимается совокупность активных и пассивных устройств, предназначенных для передачи сообщений на расстояния по оптическим волокнам (ОВ) с помощью оптических волн и сигналов.

Другими словами, ВОСП – это совокупность оптических устройств и оптических линий передачи, обеспечивающая формирование, обработку и передачу оптических сигналов.

Физической средой распространения оптических сигналов являются волоконно-оптические или, просто, оптические кабели и создаваемые на их основе волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).

Совокупность ВОСП и ВОЛС образует волоконно-оптическую линию передачи (ВОЛП).

Без широкого использования ВОЛС невозможно развитие телекоммуникационных технологий в области телефонной и телеграфной связи, кабельного телевидения и факсимильной связи и телеграфной связи.

Для увеличения дальности передачи за счет наилучшего распространения световой волны были исследованы различные оптические волноводы, называемые оптическими волокнами (ОВ) или световодами, под которыми понимаются направляющие каналы для передачи оптического излучения, состоящие из сердцевин, окруженной оболочкой.

Достоинства ВОЛС обеспечивают широкое применение:

1. Возможность получения ОВ с параметрами, обеспечивающими расстояние между ретрансляторами не менее 100-150 км.
2. Производство оптических кабелей (ОК) с малыми габаритными размерами и массой при высокой информационной пропускной способности.
3. Постоянное и непрерывное снижение стоимости производства оптических кабелей и совершенствование технологии их производства.
4. Высокая защищенность от внешних электромагнитных воздействий и переходных помех.
5. Высокая скрытность связи (утечка информации): ответвление сигнала возможно только при непосредственном присоединении к отдельному волокну.
6. Гибкость в реализации требуемой полосы пропускания: ОВ различных типов позволяют заменить электрические кабели в цифровых системах (ЦС) передачи всех уровней иерархии.
7. Возможность постоянного совершенствования ВОСП по мере появления новых источников оптического излучения, оптических волокон, фотоприемников и усилителей оптического излучения с улучшенными характеристиками или при повышении требований к их характеристикам при полном сохранении совместимости с другими системами передачи.
8. Соответствующим образом спроектированные ВОЛС относительно невосприимчивы к неблагоприятным температурным условиям и влажности и могут быть использованы для подводных кабелей.
9. Надежная техника безопасности (отсутствие искрения и короткого замыкания), возможность обеспечения полной электрической изоляции.

2. Логарифмические передачи. единицы дБ

Сигналы используются для передачи сообщений, представляющих собой электрические напряжения и ток, изменяющиеся во времени.

Величины введены для удобства расчетов, с целью упрощения.

(значения величин находятся в широком диапазоне и при сравнении результатов измерений или расчетов операции умножения и деления заменяются сложением или вычитанием, что позволяет избежать величин мощности, напряжений и токов выраженных в ваттах, вольты и амперы, используются логарифмические отношения тех же величин к условным величинам, принятым за отсчетные.

Уровневые передачи — относительные логарифмические единицы измерения.

Для определения соотношений между мощностями, напряжениями и токами используют относительные единицы, выраженные в логарифмическом масштабе, и называемые уровневыми передачами.

модуль — дБ.

дБ — модуль — Нн.

Различают среднее
уровни передачи:
по мощности:

$$P_M = 10 \lg \frac{P_x}{P_0}, \text{ дБ}_M$$

или

$$P_M = \frac{1}{2} \lg \frac{P_x}{P_0}, \text{ Нн (непер).}$$

по напряжению:

$$P_N = 20 \lg \frac{U_x}{U_0}, \text{ дБ}_N$$

или

$$P_N = \lg \frac{U_x}{U_0}, \text{ Нн}$$

по току:

$$P_I = 20 \lg \frac{I_x}{I_0}, \text{ дБ}_I$$

или

$$P_I = \lg \frac{I_x}{I_0}, \text{ Нн}$$

P_x, U_x, I_x — активное значение
 P_0, U_0, I_0 — действительное в рассматриваемой точке канала.

P_0, U_0, I_0 — активное значение
 P_0, U_0, I_0 — приемлемые за эталонные.

Между уровнями передачи в дБ и Нн существует строгая пропорция:
 $1 \text{ Нн} = 8,686 \approx 8,69 \text{ дБ}$ и $1 \text{ дБ} = 0,115 \text{ Нн}$

но абсолютные подразделяются
на относительные и
линейные.

Абсолютные уровни - это логарифмическая величина, измеренная относительно эталонных значений, за которые приняты:

$$P_0 = 1 \text{ мВт}$$
$$U_0 = 0,775 \text{ В}$$
$$I_0 = 1,29 \text{ мА}$$
$$R_0 = 600 \text{ Ом}$$

$$P = IU = \frac{U^2}{R} = \frac{I^2 R}{1}$$

Относительные уровни - это логарифмическая величина, измеренная относительно эталонных значений, за которые приняты мощность, напряжение и ток, действующие в точке, принятой за начало отсчета.

Связь относ. и абс. уровней:

Относительный уровень равен разности абс. уровней в точке X и начальной точке H (вход канала).

Потому относительный уровень на входе всегда равен 0 дБ.

$$R_{\text{отн}} = 10 \lg \frac{P_x / P_0}{P_H / P_0} = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} - 10 \lg \frac{P_H}{P_0} =$$
$$= R_{\text{абс}x} - R_{\text{абс}H}$$

Для канала Тч $R_{ex} = R_0 = 600 \text{ Ом}$.

Вход канала Тч называют точкой нулевого относительного уровня (ТНОУ).

ТНОУ - к ТНОУ обычно приводят логические сигналы и помех, с целью их нормирования.
(точка, в которой нормируются количественные показатели).

Помехоустойчивость относ. уровень соответствует увеличению сигнала по сравнению со внешней, отриц. ослаблением.

Измерительные уровни - это абс. уровни, установленные в канале или тракте при подаче на его вход гармонического сигнала с частотой и уровнем, рекомендованными для данного канала или тракта.

Измерительным уровнем называют абс. уровень в точке входа канала при условии что к его входу подключен измерительный генератор гармонического колебания.

Если $f_{изм} = 1020 \text{ МГц}$, $E = 1,55 \text{ В}$,
 $R_{ген-ра} = 600 \text{ Ом}$, то генератор называют "нормальным".

При подключении нормального
генератора ~~к~~ ко входу канала T_n ,
на входе канала устанавливается
абсолютный нулевой уровень.

Пример: уровень численно равен
отношению ~~сил~~ в любой точке
канала, если к его входу подклю-
чен нормальный генератор.

Для генератора канала
пар-т сигнала след.: $f = 1020 \text{ МГц}$ и т.д.
 $P = 0 \text{ дБ}$ ур.

Сопоставление между уровнем
по мощности и напряжению по
напряжению:

$$P_M = 10 \log \frac{P_x}{P_0} = 10 \log \frac{\frac{U_x^2}{R_x}}{\frac{U_0^2}{R_0}} = 10 \log \left(\frac{U_x}{U_0} \right)^2 \cdot \frac{R_0}{R_x} =$$

$$= 10 \log \left(\frac{U_x}{U_0} \right)^2 + 10 \log \frac{R_0}{R_x} = 20 \log \frac{U_x}{U_0} + 10 \log \frac{R_0}{R_x} =$$

$$= P_U + 10 \log \frac{R_0}{R_x}$$

$$P_M = P_U - 10 \log \frac{R_0}{R_x}$$

От логарифмических единиц (уровней
в дБ) легко перейти к абсолютным
величинам P , U и I по следующим
формулам:

$P_x = P_0 \cdot 10^{\frac{P_M}{10}}$ мВт	$U_x = U_0 \cdot 10^{\frac{P_U}{20}}$ мВ	$I_x = I_0 \cdot 10^{\frac{P_I}{20}}$ мА
--	---	---

Рабочее затухание:

~~по~~ по мощности:

$$A_m = 10 \lg K_m^{-1}$$

по напряжению:

$$A_n = 20 \lg K_n^{-1}$$

где K_m и K_n - коэффициенты передачи по мощности и напряжению.

$$K_m = \frac{P_{вых}}{P_{вх}}$$

$$K_n = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$$

$$A = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = P_2 - P_1$$

P_2 - кажущаяся мощность, которую отдаст источник (генератор) сигнала, согласованной с ним нагрузке,

P_1 - кажущаяся мощность, выделяющаяся в нагрузке реального сигнала в реальных условиях работы.

Рабочее усиление.

по мощности:

$$S_M = 10 \text{ Вд Кн}$$

по напряжению:

$$S_N = 20 \text{ Вд Кн.}$$

Частота

$$S_p = 10 \text{ Вд } \frac{P_k}{P_z}$$

учебник

$P_{\text{мощ.1}}$

$P_{\text{мощ.2}}$

1

2

$P_{\text{мощ.1}}$

$P_{\text{мощ.2}}$

$$P_{\text{мощ.1}} - P_{\text{мощ.2}}$$

Затухание и усиление можно выразить через V_x и $V_{\text{вых}}$ уровни:

$$S = P_{\text{вых}} - P_{\text{вх}}$$

$$A = P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}}$$

Отриц. усиление означает затухание,
а отриц. затухание - усиление.

Затененность сигнала от помехи.

$$A_z = 10 \lg \frac{P_c}{P_n} = P_c - P_n, \text{ дБ.}$$

одна из характеристик качества связи.

3 Диаграмма уровней. стр. 1.1

Диаграмма уровней - это график, показывающий распределение уровней в канале или тракте.

Характеристики помехи
Энергия сигнала при сдвиге ~~частоты~~

Важно строить диаграмму отнесенных или измерительных уровней канала по мощности (хотя, можно использовать и вольт).

Диаграмма уровней может быть внутренней и внешней.

Внутренняя - показывает распределение уровней внутри одной станции.

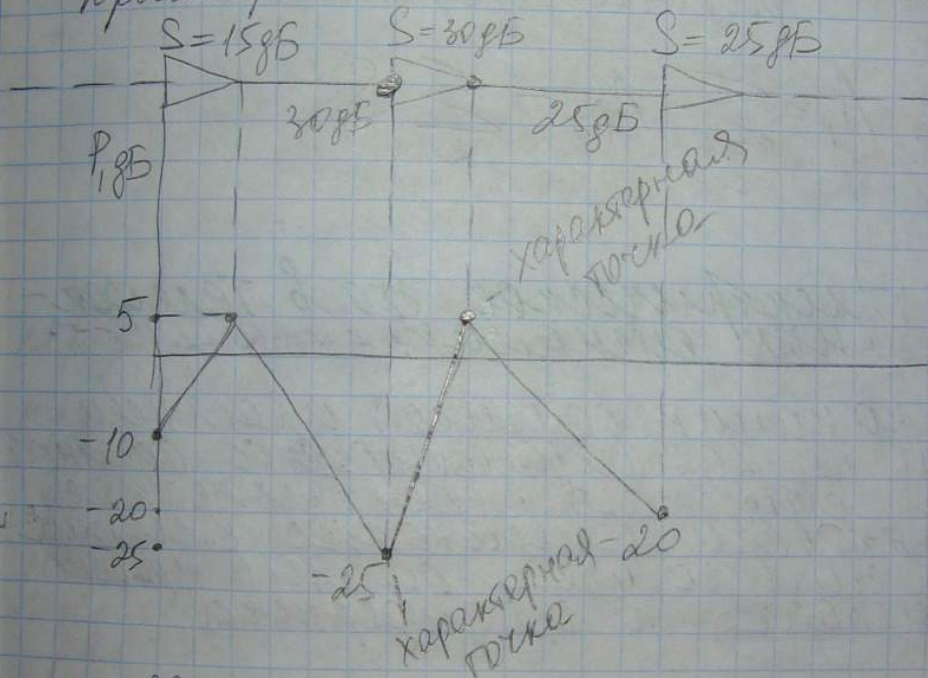
~~Внутренняя~~

но
сн

Внешняя — показывая распределение уровней на вх. и выходе всей (конечной) и промежуточной ступеней.

В Характерными точками диаграмм уровней явл. входы и выходы усилителей.

Пример:



Возрастание абс. уровня сигнала на выходе приводит к перегрузке усилителя и появлению нежелательных искажений.

Уменьшение уровня сигнала на входе усилителя приводит к снижению помехозащищенности.

Сопоставление между уровнями сигнала на входе и выходе канала определяется его осредненное затухание.

Осредненное затухание равно разности между суммой всех рабочих затуханий, имеющихся в канале, и суммой всех рабочих усилений.

$$A_n = \sum_i A_{pi} - \sum_k S_{pk}$$

10 Электрическое эхо в телефонных сигналах.

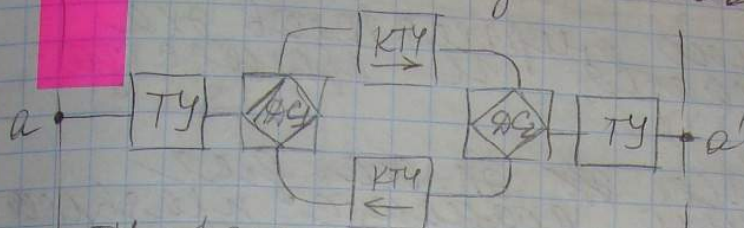
В каналах большой протяженности из-за паразитности и обратной связи возникает электрическое эхо, со значительным влиянием тем сильнее, чем больше уровень эхо сигнала и его задержка.

Электрическое эхо.

↓
эхо поворящего

↓
эхо слушающего

Механизм возникновения эха:



ТУ - транзитные цепи-линии
 ДС - устройства, обеспечивающие переход с двухпроводного абонентского тракта на четырехпроводный тракт.
 КТУ - двусторонние каналы полной частоты.
 а, а' - точки подключения абонентского тракта к генератору.

Часть энергии речевого сигнала, передаваемого слева направо (от точки а к точке а'), на приемнике конце (а') из-за некоторой неравномерности (балансировки) ДС частично отражается и отраженная волна попадает в канал обратного направления и возвращается к говорящему абоненту со временем, равным удвоенному времени распространения сигнала между точками а и а'. Так возникает эхо говорящего.

Т.к. ДС1 неравномерно не полностью, то так 1-го эха говорящего частично отражается, также а и отраженная волна попадает в канал передачи от а к а'. В результате возникает 1-ое эхо следующего.

После первого эха следующим может

появиться в ее эхо сущающего ч. 9.4.
Постепенно энергия токов эха
уменьшается, и процесс за-
мирает.

Действие эх. эха для
говорящего абонента проявляет-
ся в том, будто он слышит
переговаривающего себя для ~~сущающего~~
целью - в сущающем ~~влиянии~~
перераспределении.

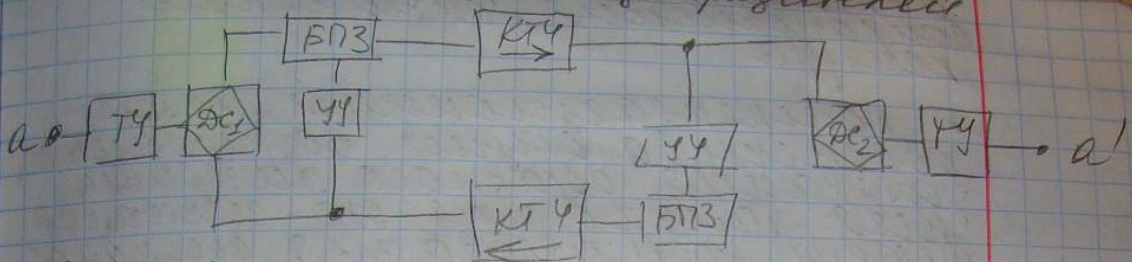
Мощность сигнала эха
говорящего будет значительно
больше мощности эха ~~сущающего~~
целью.

Известно эх. эха наблюдается
при выполнении двух условий:

- при заметной временной
разности между произнесенным
звуком и поступившим эхо-сигналом.
- при достаточной мощности
эхо-сигнала.

Остаточное заглушение возникает
из-за качества связи, поэтому для
сохранения выделенной остаточной
загрузки федеральной канало-
вой сети. Аэс = $L_{\text{эф}}$ и сущающего
мощности сигнала эха на оконечных
станциях в КТУ включаются
специальные устройства - эхогра-
дители.

Включение токоградителей



БПЗ - блок переменного затухающего
УУ - управляющее устройство.

Для воздействия на разоворыв тока
срабатывает УУ и воздействует на БПЗ
тем самым вносясь дополнительное
затухание для тока эха.

Принцип действия состоит в разрыве
своего направления, при передаче речи
в прямом.

Недостатки токоградителей:

- Наличие в канале шумов не
дает возможности создать токогради-
тели высокой чувствительности, поэтому
слабые разоворывы тока не подавляются.
- При включении токоградителей
несколько ухудшается качество связи,
наблюдается выпадение начальной
фразы речи. (эффект клипирования).

Кроме метода токограждения:

- метод самобалансирования ДС, при
котором возрастающее затухание на
катушке тока достигается увели-
чением балансного затухания ДС с помо-
щью

автоматическое регулирование
сопротивления балансного
контура.

- коммутационный метод
добавляющий возрастающее
запаздывание обратного направле-
ния только для ох-сигналов
путем переключения сигналов
передачи сигнала ох, но
обратных по фазе.

стр. 73

5 Основные характеристики телефонного (речевого) сигнала.

стр. 76

Классификация звуков:

Собственные звуки

речь
существуют
в виде поме-
рационных
и незвучаю-
щих единиц —
фраз
(переживаю-
щий звук.)

музыка

шум.

Звук речи

вокализованные
(гласные и
звонкие соглас-
ные)

невокализованные

фрикативные
(шум) представ-
ляют собой
скачки давления

взрывные

Вокализованные более длинные
(примерно четверть секунды)

Невокализованные звуки более
короткие (0,2-0,3).

Энергия вокализованных звуков
значительно больше.

Речевой сигнал представляет
собой последовательность разговорных
высказываний и пауз различной
длительности.

Средняя длительность звука
0,3 с

Промежуток между фразами ≈ 1 с.

Основные характеристики речевого
сигнала:

1. Ширина частотного спектра
от 0,1 - 0,2 кГц до 7,9 кГц при
75%-ой слышимости.

2. Мгновенная мощность и динамический уровень

$$P(t, \tau) = \frac{1}{\tau} \int_{t-\tau}^t S^2(x) dx$$

$\tau = 0.2 \text{ с.}$

τ - время интегрирования.

Логарифмическая мера текущей мощности наз-ся динамическим уровнем - в дБ.

$$P(t, \tau) = 10 \lg \frac{P(t, \tau)}{P_0}, \text{ дБ.}$$

3. Средняя мощность и уровень средней мощности

$$P_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} S^2(x) dx$$

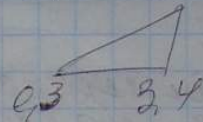
уровень $P_{\text{ср}}$: $P_{\text{ср}} = 10 \lg \frac{P_{\text{ср}}}{P_0}.$

φ min и max мощность (min и max динамический уровень).

Это значение текущей мощности вероятность превышения которой либо велика, либо мала.
0.99 0.01.

Характеристики телефонного сигнала.

1. Ширина частотного спектра
 $0,3 - 3,4 \text{ кГц}$



Такая полоса обеспечивает хорошую разборчивость и узнаваемость собеседника по голосу.

2. Коэффициент активности (K_a)

$$K_a = \frac{\text{время активности абонента}}{\text{общее время разговора}}$$

$$K_a = 0,25 - 0,85$$

3. Распределение средних мощностей сигналов разных абонентов.

Средняя мощность телеф. сигналов зависит от звуковых качеств и манеры говорить, от возраста абонента, поэтому средние мощности сигналов от абонентов могут существенно отличаться друг от друга.

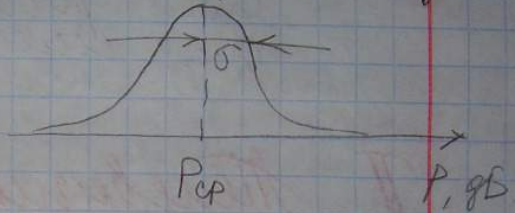
Разброс средних мощностей составляет примерно от 1 мВт до 1 мВт. Примерно 30 дБ.

Средняя мощность на интервалах активности 88 мкВт с учетом флуктуирующей активности (КА) усреднено 32 мкВт, что соответствует уровню -15 дБ.

Установлено, что плотность вероятностей уровней средних мощностей примерно гауссовские, со сред. параметрами

$$\mu_{cp} = -10 - (-12) \text{ дБ}$$

$$\sigma = -4 - (-5) \text{ дБ}$$



6 Основные характеристики неслучайных сигналов. стр. 18

I. Звуковое вещание.

1. Ширина спектра сигнала
30 мГц - 15 кГц.

2. Динамический диапазон (Д)
сильно зависит от жанра (классика, рок).

Мак. диапазон у симфонического оркестра: от 65 до 20 дБ.

3. ~~Мак. динамический диапазон (Д) сильно зависит от жанра~~

~~Для речи 12 дБ
Для симфонического оркестра 28 дБ~~

Д должен быть весьма широк, чтобы передать сигналы максимальной мощности (мощность звуков) и максимальной (революция).

2. Для качественной передачи сигналов звукового вещания и их восприятия сохраняется динамический диапазон $\Delta \mu = 65 \text{ дБ}$

3. Пик-фактор (α) сильно зависит от жанра.

Для речи - 12 дБ

Для симф. оркестра - 28 дБ

II Телевизионный сигнал.

1. Первичный телевизионный сигнал формируется методом электронной развертки с помощью развертывающего луча телевизионной передающей трубки преобразующей оптическое изображение в видеосигнал, или сигнал яркости.

Первичное изображение передается в виде движущихся фотографий - кадров, сменяющих друг друга.

Число сменя кадров на экране приемной телевизионной трубки (кинескопе) должно быть достаточно большим, число изображений должно составлять не менее 20 кадров в секунду. А это требует увеличения скорости развертки, что усложняет

структурированные формированные и
передачи телевизионных сигналов.

Потому что генерация
возможного изображения кадра
кадр передается в два этапа.
сначала передаются только **нечетные**
строки, а затем — **четные**. В результате
создается кадр из двух изображений —
полукадров.

В секунду должно передаваться
50 полукадров. Благодаря этому и
смене изображений становится
незамечной и благодаря этому,
формируется непрерывное
изображение.

Передача 50 полукадров в 1с.
воспринимается как движущееся
изображение.

2. Ширина спектра телевизионного
сигнала равно: 50 МГц — 6 МГц.

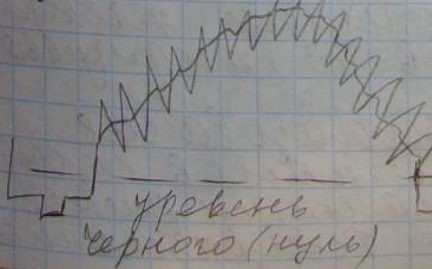
Стандарт строки в кадре 625

Время передачи одной строки; $T_c = \frac{1с}{25 \cdot 625} =$
кадр строки
= 64 мкс.

Структура одной строки

уровень белого

ли — сигнал цветности
— — сигнал яркости



гасящий импульс
строковый синхронизмус

Спектр видеосигнала
нижняя частота спектра
равна нулю $f_n = 0$ Гц.

Структура спектра сигнала яркости.

Этот спектр не считается
сплошным.

В основе цветного телевиде-
ния лежат следующие физичес-
кие процессы:

- оптическое разложение
многоцветного изображения
с помощью спектральных
светодетекторов на три одноцвет-
ных изображения ~~в~~ в
основных цветах: красном,
зеленом,
синем.

- преобразование трех одно-
цветных изображений в
передающую телевизионной
трубе в соответствующее
три электрических
сигнала E_R, E_G, E_B .

- передача этих трех электр-
ических сигналов по каналу связи.

- обратное преобразование
электрических сигналов изобра-
жения в аналоговый видеосиг-
нал (приемной телевизионной

продолж.) в три одноцветных оптических изображениях красного, зеленого и синего цветов. Каждый цвет характеризуется двумя параметрами:

- яркостью
- цветностью (насыщенность)

• оптическое сложение в обратных пропорциях трех одноцветных изображений в одно многоцветное, при котором формируется сигнал яркости E_y .

При наложении E_y не обязательно передавать все три сигнала.

- Достаточно передать ~~одну~~ ^{две} из них. Обычно включается зеленый т.к. это самый широкополосный сигнал.

Стр 24.

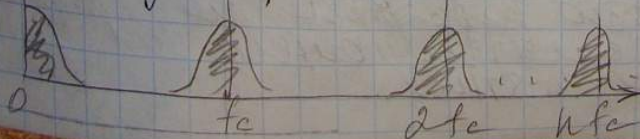
Частоты;

Определяется в основном разверткой.

Спектр сосредоточен в основном в окрестности гармоник и частот строк.

В некоторых промежуточных разностях спектр сигнала цветности.

Поэтому ширина спектра цветного телевидения такая же, как у черно-белого



$$f_c = \frac{1}{64 \cdot 10^6} = 15.25 \text{ Hz}$$

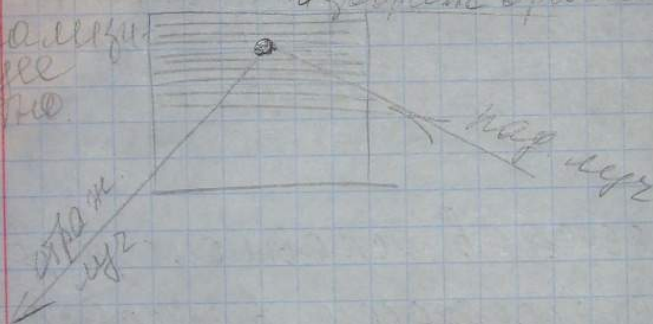
частота строк.

III Факсимильный сигнал.

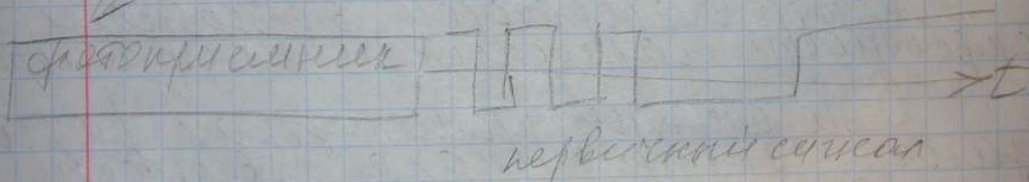
Факсимильная связь - вид электросвязи, обеспечивающей передачу непереводимых изображений: чертёжных, фотографических.
полоса частот 0,61-100 кГц.

Первичные факсимильные сигналы возникают при поминутном процессе электрической развертки непереводимого изображения, так являющегося в преобразовании светового потока отражаемого изображения. В электрический сигнал.

анализирующее поле



$\Delta = 25 \text{ дБ}$

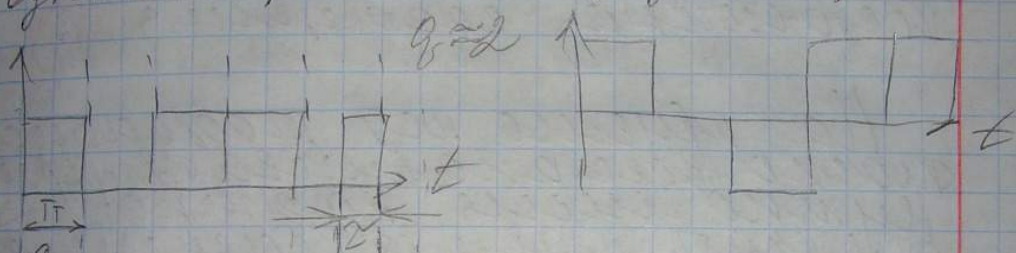


Частотный спектр факсимильного сигнала определяется характером передаваемого изображения, скоростью развертки и размером анализируемого светового пятна.

IV Сигнал передачи данных.

Первичные сигналы передачи данных передаются по выводу аппаратуры передачи данных, и представляются посредством двухполярных или двухполюсных импульсов постоянной амплитуды и длительности.

однополярный двухполярный.



Сигнал передачи данных представляется собой меандровый сигнал двойной ширины импульсов.

T_T - тактовый интервал.

$f_T = \frac{1}{T_T}$ - тактовая частота (Гц) ширина спектра

$q = \frac{T_T}{T}$ - скважность

при скорости
2400 бод
ширина
спектра
 ≈ 2400 Гц.

$B = f_T$ - скорость передачи (бод/с).

$B_{мл}$ - скорость модуляции (бод).

Для передачи первичный сигнал передачи данных (ПД) преобразуется в форму следования символов преобразованного сигнала, называемую скоростью модуляции - $B_{мл}$.

Сигнал каждой станции переносится
1 метр, то $B = B_{\text{н}}$.

Вероятность появления 1° и 0°
для одномерной пометки —
равенствы пометок и
пометок пометок. и стрел.
пометок. а также не равны —
числовые связи между пометками
сигналов определяются с помощью
числовой системы.

На практике нет необходимости
точно восстанавливать форму.
Нужно лишь надежно
отличать ширину от времени, а
для этого необходимо только
первый параметр.

Ширина спектра первого
сигнала передается равной
составляется от нуля до пометки
каждой частоты — именно
равна половине скорости пере-
дачи (в бит/с).

Ширина спектра преобразован-
ного сигнала передается равной
зависит от способа модуляции
и может быть как больше
так и меньше (предел. частота).

М

Амплитудная модуляция (АМ).

Модуляция - это процесс преобразования первичного сигнала, заключающийся в изменении одного или нескольких параметров несущей колебания (параметров высокочастотной несущей), т.е. наделение несущей колебаний признаками первичного сигнала.

АМ - вид модуляции, при которой изменяемые параметрами несущей сигнала является ее амплитуда.

Несущий сигнал - сигнал, один или несколько параметров которого подвергаются изменению в процессе модуляции.

При **АМ** амплитуда высокочастотной несущей колебания изменяется в соответствии с низкочастотным модулирующим сигналом.

~~$$U_{AM}(t) = U_m (1 + M_a \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$$~~

$$U_{AM}(t) = U_m (1 + M_a \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$$

U_m - средняя амплитуда АМ

Ω - низкая модулирующая ч-та

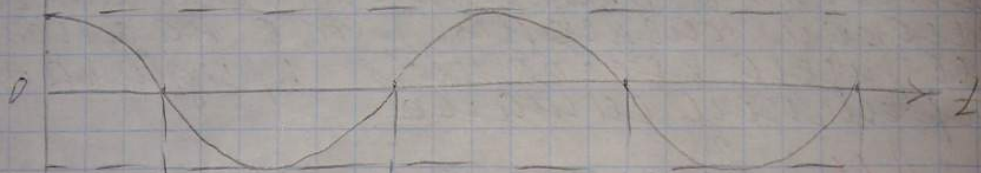
ω_0 - высокая несущая ч-та.

M_a - глубина АМ.

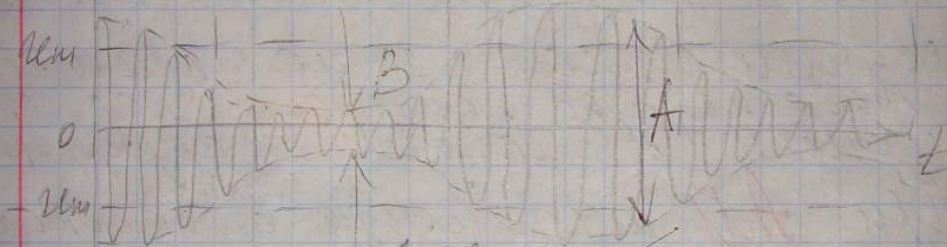
~~АМ~~

Временные диаграммы.

$U_{из}(t)$ Врем. диаграмма модулирующего сигнала



Врем. диаграмма Ал-сигнала

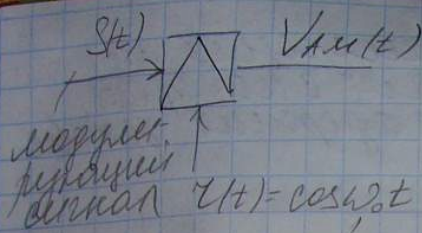


$$M_A = \frac{A-B}{A+B}$$

Фик-фактор:

$$Q = \frac{U_{из}}{U_{д-действующее}}$$

(Фик-фактор - отношение
максимального (пикового)
значения к его среднеквадрати-
ческому значению.)



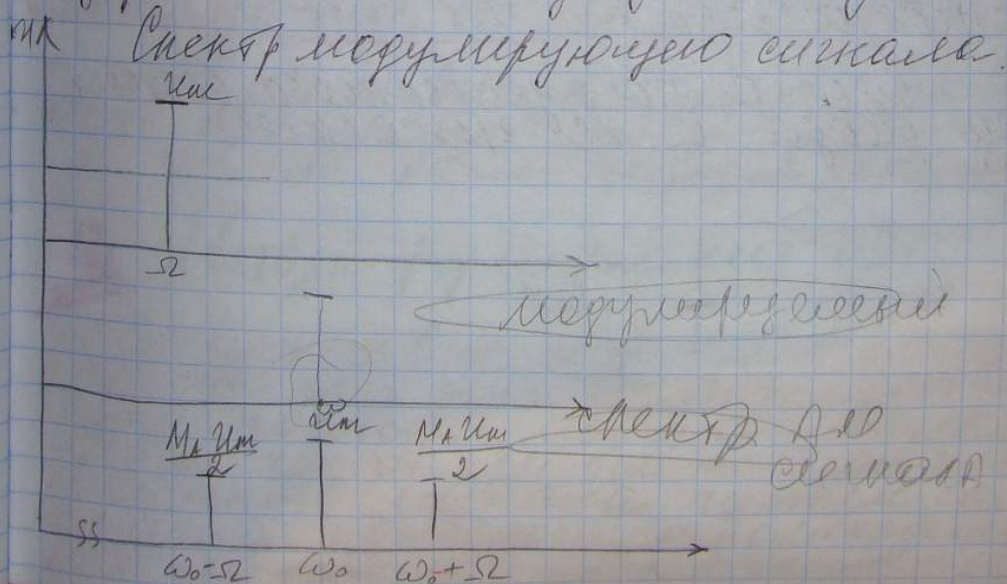
$$V_{AM}(t) = U_0 (1 + M S_m(t)) \cos \omega_0 t$$

$S_m(t) = \frac{u_m(t)}{Q_{гг}}$ — нормированный первичный сигнал действующее

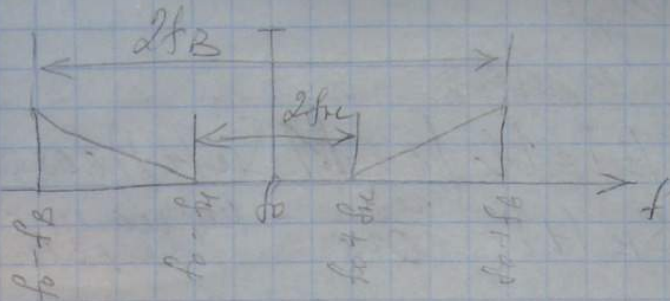
~~Спектр~~ = частотный спектр АМ-сигнала.

$$V_{AM}(t) = \underbrace{U_0 \cos \omega_0 t}_{\text{несущая}} + \underbrace{M A \cos S_m(t) \cos \omega_0 t}_{\text{пара боковых (верхняя и нижняя)}}$$

Спектр модулирующего сигнала содержит только одну частоту: Ω .



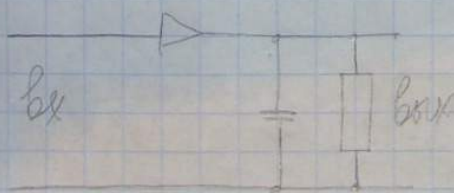
При модуляции несущей сигнала со сложным спектром спектр АМ-сигнала содержит боковые полосы частот.



Мощность боковой линии меньше мощности несущей в $\frac{2Q^2}{1+Q^2}$
 Q -ник-фактор модулирующего сигнала.

Демодуляцию АМ-сигнала осуществляют с помощью детектора амплитуды.

Схема этого детектора состоит из диода и RC-цепочки.



Преимущества

1. Простота монтажа, и демонтажа.

Недостаток

2. Не широкая полоса частот АЧ, и возможность ее уменьшения.

~~Сравнительно высокая стоимость~~

1. Низкая помехоустойчивость соучастников малой мощности, содержащихся в интермодульных боковых по сравнению с мощностью несущей.

Область применения

Аналоговое радиовещание на длинных, средних, коротких волнах.

Недостаток

2. Основная мощность АЧ-колебаний заключена в несущем колебании, которая не содержит полезной информации, что приводит к загрузке АЧ-В тракта.

Нижняя и верхняя боковые полосы несут одинаковую информацию и имеют более низкую мощность.

13

Методы формирования ОБП

Отсутствие несущего колебания в спектре ОБП дает возможность значительно повысить мощность боковой полосы частот при той же мощности канального сигнала и тем самым обеспечить наибольшую помехоустойчивость метода ОБП по сравнению с другими

модули передачи АЧ-сигналов.

Раковые каналы несут одинаковую информацию и поэтому можно передавать одну из них, образующую канал.

При использовании метода ОБП в результате модуляции происходит перемещение сигнала по шкале частот при неизменной ширине занимаемой им полосы. Такой метод модуляции называется преобразованием спектра, или преобразованием частоты.

Демодуляция тоже приводит к перемещению спектра сигнала по шкале частот, только в обратном направлении.

Поэтому в аппаратуре МСП (синхронизированных систем передачи) с ЧРК, основанной на непременном методе ОБП, модулятор и демодулятор называются преобразователями частоты.

Достоинства

Узкий спектр и более высокая помехоустойчивость за счет отсутствия ~~свободы~~ свободы несущей.

Недостатки:

1. сложность фильтра для выделения ОБП.
2. необходимость восстановления

несущей на прием. (точкой синхронизации несущей не требуется, возможно расширение на 1-2 Гц.)

При реализации метода передачи ОБП необходимо подавить несущую, каналы и одну боковую полосу частот.

Подавление несущей частоты осуществляется соответствующим выбором схем преобразования частот: балансовой или двойной балансовой (клемновой) схемы канального амплитудного модулятора.

Некоторое дополнительное подавление несущей частоты, которая может появляться на выходе преобразователя из-за неточности его балансировки, осуществляется полосовыми фильтрами (КПФ).

Подавление ненужной боковой полосы частот осуществляется фильтрами и фазоразностными методами.

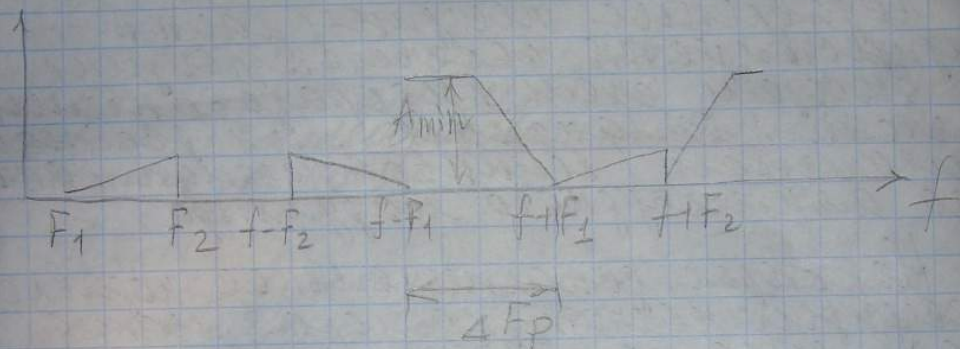
Решающей метод формирования ОБП

Сложность технической реализации фильтрового способа формирования ОБП обусловлена высокими требованиями к минимально допустимой величине затухания КПФ в полосе задерживания $A_{\min}$. Эта величина задается от ширины полосы расщепления, которая

$$\Delta F_p = 2F_1$$

и ширины полосы частот первого сигнала ΔF_c .

Практически для всех первых сигналов полоса расстройки расстройкой становится неизменной и не изменяется с увеличением несущей частоты.



Ведущий канал

разноплотность КТР число которых равно канальности системы передачи с ЧРК (или с ЧРК). При большом числе каналов это усложняется и удорожается производство и эксплуатация.

Для устранения недостатка применяется многократное преобразование частот, позволяющее размещать КТР на единой элементной базе.

Многократное преобразование частоты

Для реализации КТР выбирается

диапазон частот, являющийся частью
определенного д/з конкретной элемент-
ной базы и в пределах которого
формируется и каналовой ~~сигна-~~
лов ОБП, занимающих непрерыв-
ные полосы частот.

Поскольку многократного
преобразования частоты:

- возможность переработать диапазон
частот канальных сигналов, сигналов
первичных, вторичных и т.р. групп так,
чтобы они были оптимальными с
точки зрения реализации фильтров,
формирующих ОБП сигналы, с
требуемыми характеристиками
затухания в полосе задерживания.

- Уменьшается разнотипность
фильтров. ~~Жестко задается тип~~
~~необходимо три типа фильтров~~

(т.к. на 1-ой ступени необходимо
три типа фильтров, на 2-ой - 4 и
на 3-ей - 5, т.е. всего необходимо
12 типов фильтров)

Для массового производства
сооружаемых преобразователей лучше
иметь меньшее число возможных
разнотипность фильтрового сооружения,
реализуемого на единой материаль-
ной базе.

Разностный метод формирования ОП.

Формирование разностного сигнала может быть выполнено на основе принципа разовых соотношений между различными составляющими сигналами - модулированными сигналами.

При использовании разностной схемы (ФРС) преобразование и оборудование всех каналов системы передачи будет одинаковым.

Такая идентичность канального оборудования всех каналов может привести к значительному упрощению и удешевлению аппаратуры, что очень важно для связи на коротких расстояниях.

При использовании ФРС значение несущей частоты не влияет на сложность реализации схемы (как при фильтровании), т.е. степень помехоустойчивости не определяется точно заданным в канале частотой первоначального - исходного сигнала.

Помимо с помощью ФРС можно одной и той же передающей передавать несколько сигналов в любой диапазон частот, т.е.

формировать несомненно число каналов, не принося к многократно-му преобразованию частоты, что упро-щает аппаратуру.

Недостаток ФРС:

1. невозможность значительного подав-ления неиспользуемых боковых полос, что сопровождается трудностью создания фазовых контуров с незначительной перемещаемостью. Это приводит к необходи-мости увеличения полосы частот между соседними каналами (несущие частоты соседних каналов отстоят на 8 кГц).

12. Методы формирования канальных сигналов при АМ.

I Классическая АМ (ФБПН)

Этот метод обеспечивает относительно простое формирование канального сигнала с помощью канального амплитудного модуля-тора (КАМ) и несомненно канального полосового фильтра (КПФ) (простое получение первого сигнала на приеме путем взаимодействия несущей частоты с нижней и верхней боковыми полосами частот при их поступлении на канальный демодуля-тор (КД) и выделение его с помощью несущей частоты на приеме).

Демодуляция АМ сигнала
содержащего несущую частоту,
нижнюю и верхнюю боковые
полосы частот должна осуществля-
ваться с помощью детектора.

Этот метод не применяется
при построении многоканаль-
ных проводных систем радиосвязи,
~~а также~~ передачи радио-
сигналов на значительные рассто-
яния.

Относительная простота переда-
ющего и приемного оборудования
делает этот метод удобным при
построении систем радиосвязи,
а также проводных систем,
передачи на небольшое число
каналов и на значительную
дальность связи, для которой не
требуется применение промежу-
точных усилителей.

II Балансная модуляция (ФАП).

Этот метод ~~не~~ в отличие
от классической модуляции
позволяет использовать частотные
усиления для усиления
многоканального сигнала.

Для формирования канал-
ных сигналов при таком способе
передачи АМ сигналов не требу-
ется сложных КТР.

Модуль переес при БМ является
перинотивель.

~~Для детектирования используются
синхронный детектор.~~

Получаемая БМ-сигнала не
совпадает с модулирующей
сигналом, поэтому детектор
автоматически для детектирования БМ
сигнала не пригоден.

Для детектирования используется
синхронный детектор.

Несущие на приеме и передаче
должны быть строго синхронизированы,
в противном случае на выходе
синхронного детектора возникнут
бешеные колебания, связь совершенно
невозможной.

Достоинства:

Более высокая помехоустойчивость
по сравнению с классической АМ,
за счет отсутствия несущей.

Недостатки:

1. Сравнительно широкий частот-
ный спектр, такой же, как у АМ.

2. Необходимость абсолютной
точной синхронизации несущей
на приеме и передаче.

Область применения:

Промышленная ступень
при формировании однополюс-
ного сигнала.

Для передачи по линии не
используются.

III Однополосная модуляция. (ОБП)

Боковые несущие или антенна
несут одинаковую информацию
и поэтому можно передавать
одну из них, неважно какую.

При использовании метода
ОБП в результате модуляции
происходит перемещение
сигнала по шкале частот
при неизменной ширине
занимаемой полосы. Такой
метод называется преобразо-
ванием спектра, или преобразо-
ванием частоты.

Демодуляция так же приверя
к перемещению спектра сигнала
по шкале частот только в
обратном направлении.

Поэтому модулятор и
демодулятор называются преобра-
зователями частоты.

Ширине спектра сигнала равно ширине спектра несущей.

Полосовая ДМ:

Этот спектр и более высокая помехоустойчивость, но сравнительно с АМ (за счет отсутствия несущей).

Недостатки:

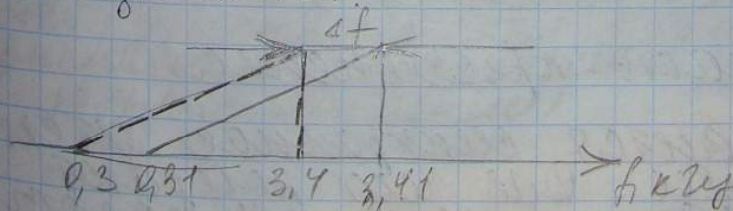
- сложность фильтра для выделения одной боковой.

- необходимость восстановления несущей частоты на приеме.

Однако, в отличие от БМ точный синхронизм несущей не требуется. Допустимо расхождение от 1 до 2 Hz.

Различие несущих частот на передаче и приеме приводит к сдвигу спектра ~~и~~ демодулированного сигнала на величину разности несущих Δf .

Однако бешей при таком сдвиге не возникает.



IV

Две боковые полосы, одна из которых частично подавлена (ФВЧП).

Подавление ненужной боковой полосы частот с помощью фильра возможно, если имеется полоса расщепления ΔF_r значительной ширины.

Если полоса расщепления ΔF_r между двумя боковыми полосами оказывается минимальной и для полного подавления одной из боковых полос требуется быстрое изменение канальной фильры.

Чтобы исключить амплитудно-частотные искажения при формировании ФВЧП используют фильр с косо-симметричной средине АЧХ. (фильр Найквиста)



Область применения

Требуется синхронное детектирование. Для чего передают синхронизацию несущей частоты (пилот-сигнал).

V Одна боковая полоса вместе с несущей (ОВПН).

Каждая из боковых полос частот амплитудно-модулированного сигнала содержит информацию о первичном сигнале.

Следовательно, появляется возможность уменьшить ширину полосы частот канального сигнала в два раза по сравнению с классической балансной модуляцией.

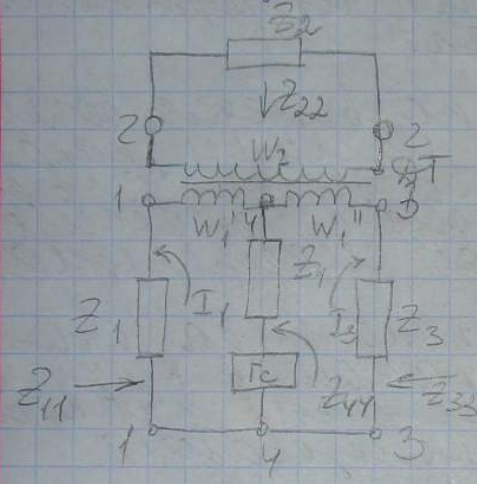
При этом можно в два раза уменьшить число каналов в одной и той же полосе частот, что повышает эффективность использования линии связи.

Этот метод требует применения специальных КЛР для направления неиспользуемой боковой полосы частот. Кроме того, уменьшение соотношения мощностей полезного сигнала к несущей приводит к снижению помехоустойчивости, т.е. мощность полезного сигнала, равная мощности одной боковой полосы частот, уменьшается в два раза по сравнению со способом передачи с двумя боковыми.

ТДС - трансформаторная дифференциальная система

8 Дифференциальная система.

ДС состоит из дифференциального трансформатора и балансировочной катушки.



ДТ - дифр. трансформ.
 1-2 } первичная обмотка
 2-2 } вторичная обмотка
 3-3 } сопротивление
 4-4 } первичной обмотки
 1-1 первичная обмотка с вх. сопр. Z_1
 2-2 первичная обмотка с вх. сопр. Z_2
 3-3 балансовая сопр. Z_3
 4-4 направление приема с вх. сопр. Z_4

Z_{11} - вх. сопр. ТДС со стороны обмотки 1-1.
 Z_{22} - вх. сопр. - 1-1 - 2-2
 Z_{44} - - 1-1 - 4-4
 Z_{33} - - 1-1 - 3-3

ω_1 - кол-во витков первой обмотки первичной обмотки ДТ
 ω_2 - кол-во витков второй обмотки ДТ
 ω_3 - кол-во витков балансовой обмотки ДТ

ДС основана на принципе уравновешенного моста.

В сбалансированном состоянии диагональ моста равна нулю.

Основные требования к ДС.

малое зазвучание в направлении передачи и большое - в направлении развязки.

Если $\omega_1' - \omega_2'$ то ДС имеют равноплечий. Индуктивные также равны и так же провести

Почему?

Индуктивность состоит из ветвей и индуктивный ток зависит от их количества.

В неравновесной они не равны.

В неур. инд. ток не равен и есть ток, который идет на выгор.

В расчете речевого ДС должно быть не только согласованной, но и согласованно нагружена т.е. входные сопротивления должны быть равны сопротивлению нагрузки со всех сторон.

Допущения:

1. трансформатор идеальный - без потерь

2. индуктивности очень велики ($\rightarrow \infty$) а индуктивности рассеивания малы ($\rightarrow 0$)

Теоретический анализ:

1. $Z_1 = Z_{0k}$ (или $Z_1 = Z_3$) - для баланса.

$$W_1 \cdot I_1 = W_1'' I_3 \quad A_{42} \rightarrow \infty \quad C_2 = 0$$

2. $Z_4 = Z_1 \parallel Z_3 = \frac{Z_{0k}}{2}$

$$Z_2 = \frac{(Z_1 + Z_3)}{1.2} = \frac{2Z_{0k}}{1.2}$$

3. $A_{41} = 10 \lg \frac{P_4}{P_1} = 10 \lg 2 = 3 \text{ dB}$ (в реальности $1 \approx 3,5 \text{ dB}$)

$$A_{43} = 3 \text{ dB}$$

$$A_{21} = A_{12} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 3 \text{ dB}$$

4. $\left. \begin{matrix} A_{13} \\ A_{31} \end{matrix} \right\} \rightarrow \infty$ т.к. $A_{12} = A_{14} = 3 \text{ dB}$ т.е. мощность делится поровну между напр. 2 и 4 и "в.ок" не поступает.

В заданных эквивалентных к двухпроводному соединению подключаются линии с различным входным сопротивлением.

Нормально выполнять усл. баланса затруднительно.

Свер-но $A_{02} \neq \infty$ т.е. полной развязки напр. передачи, 4; 2 не проследить

Параметры дуп. системы:

затухание
сопротивления

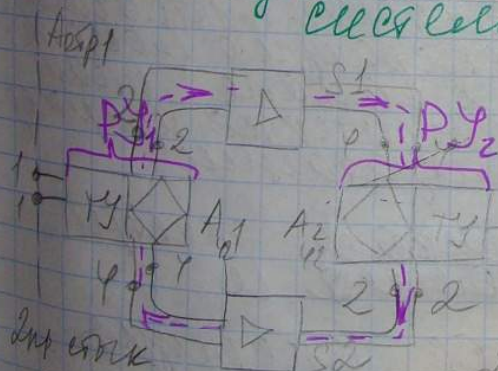
При обратной связи:

генерация (построение колебаний в канале) генерация канала совершенно однородными для каждой антенны.

- электрическое эхо
- помехи

Из-за неидеальной согласованной ДС, а также в следствие взаимной связи между каналами возникает паразитная обратная связь

9 Канал двустороннего действия как односторонняя замкнутая система.



Станция 2. РД - развязывающее устройство
1-1 и 2-2 - штекеры
А1, А2 - переходные затухания между кан. передат.

S1, S2 - рабочие режимы усилителей между штекерами 1-1, РД и РД2 (сигналы двух-правильной линии)

Из-за конечной величины
приводная затухания RY в этой
системе возникает некий ос.
В полюсах $Y-Y$ к полюсам 22
 RY , - полюсам $Y-Y$ и $2-2$ RY , - полюсам
 $Y-Y$ RY (мнимый полюс)

Это все вместе приводит
к тому, что в системе одно
направление передачи на другое.

Но все это может привести
к самовозбуждению системы,
если передача станет невоз-
можной.

Из-за неидеально согласиро-
ванной ос, а также в следствие
трагедии, двукратной линии
в двукратной линии возникает
паразитная ос.

Если ос неидеально согласиро-
вана, может возникнуть эффект
возникновения генерации (посторон-
ние колебания в канале) и т.д.
или канал совершенно неадекват-
ный для эксплуатации.

Также возникает эффек-
тное RY , RY , RY .

В цепи с ос генерация
возникает на частоте на
которой одновременно выхо-
дятся два фактора (условия
Найквиста):

1. Условие баланса амплитуд:

$$\sum_{i=1}^K S_i \geq \sum_{j=1}^J A_j, \text{ т.е. сумма}$$

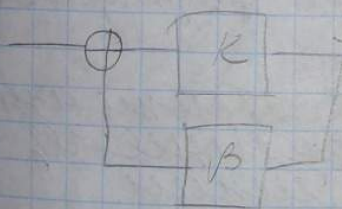
параллельной цепи с уменьшен в
равна сумме затуханий по этой же
цепи.

2. условие баланса фаз:

Сумма фаз ~~фаз~~ равных сервисов,
входящих в устройство согласно
предельной цепи с $[P_1, P_2]$ равна

$$\sum_{i=1}^m \varphi_i = 2n\pi, \text{ где } n=0, 1, 2, \dots$$

~~Устройство характеризуется не
возможность, если~~
 $\sum S_i < \sum A_j$



$$S = 20 \lg K$$

$$A = 20 \lg B$$

марка
односторонней
двухпроводной
системы

те-я коаксиаль:

$|K| \cdot |B| \geq 1$ - условие баланса
амплитуд

$$\varphi_K + \varphi_B = 2n\pi, n=0, 1, 2, \dots \text{ - условие}$$

баланса фаз
Устройство характеризуется
возможность, если $|K| \cdot |B| < 1$, или $S - A < 0$ (или $A > S$).

Для двухпроводн. канала ТЧ. уст.
уменьш. мощности можно рассчитать
так: $A_1 + A_2 > S_1 + S_2$ или

$$\Sigma A > \Sigma S.$$

$X = \Sigma A - \Sigma S$ - запас устойчивости.

Он равен запущенности в петле ос.

ТЧ играет 3 важные роли:

1. Отключаясь при транзите
обеспечивается сохранение
минимального значения $f_{act} = f_{dB}$
основного канала.

2. Способствует уменьшению
ошибок при передаче
различных двухпроводных
сигналов.

3. Ослабляет отражение
сигналов при входе из
двухпроводных линий.

7 Принципы построения канала
двухстороннего действия.

Для обеспечения диалога
при обмене двух абонентов
канал передачи должен быть
двухсторонним действием, или

двусторонний канал

Для организации двусторонней -
дуплексной связи необходимо
использование двух односторонних
(симплексных) каналов ^{соединив}
их в двусторонний канал и
сохранить при этом взаимную
независимость односторонних каналов

Дуплексный канал строится
на основе двух симплексных.

Принципы организации двусторон- них телефонных каналов.

Абонентские линии двухпроводные
и поэтому для подключения микро-
фонов и в телефонах и таксо-
фонах требуется применение
некоторых различий частот - РЧ.

При этом используется единая
двухпроводная схема двусторонней связи,
при которой передача и в одном
и в другом направлении ведется
по ~~двухпроводной~~ линии и в
одном и том же полосе частот.

Двусторонняя связь при использо-
вании двухпроводной линии может
быть осуществлена с помощью
двух полос частот: одна полоса частот
(нижняя) $f_1 \dots f_2$ передается от
абонента А к абоненту Б, а другая
полоса частот (верхняя) $f_3 \dots f_4$ передается
от абонента Б к абоненту А.

Кроме развязыванию устройства ~~связи~~ при двухсторонней двукроводной схеме организации связи должны быть приняты меры, предохраняющие исходные сигналы в посыле частот.

Разделение направлений передачи осуществляется с помощью ФЧД и ФВЧ, называемых направляющими фильтрами или взаимными направляющими фильтрами.

Максимальная дальность телефонной связи должна быть не менее 2500 км.

Следовательно, необходимо применять усилители и их равномерное размещение по маршруту.

Усилитель — это четырехполюсник одностороннего направления передачи и поэтому требуются два усилителя, обеспечивающих усиление сигналов двух направлений передачи.

Двусторонней канал представляет замкнутую систему и, следовательно, возникает проблема, как при определенных условиях возможно самовозбуждение канала.

стр. 16

4 Основные характеристики первичных сигналов.

Электрический сигнал, поступающий на входе преобразователя в соответствии, называется первичным сигналом, электрический.

Параметр первичного сигнала $x(t)$, применение величины которой относительно оговоренной передаваемой информации, называется представляющей или информативной параметром.

Такими параметрами может быть амплитуда, частота или фаза гармонического сигнала, экстрем.

Амплитуда, длительность или фаза гармонической периодической последовательности.

Первичный сигнал в структуре телекоммуникационной системы и сети (ТСЕ) есть объект транспортировки, т.к. он должен быть передан по каналу от передатчика к приемнику.

Основные параметры
первичного сигнала:

1. Длительность T_c , определяющая
интервал времени, в пределах которого сигнал существует.

2. Средняя мощность:

$$P_{cp} = \frac{1}{T_R} \int_0^T u^2(t) dt, \text{ где}$$

T - период усреднения.

или $\left. \begin{array}{l} T = 1 \text{ мс} - \text{средневыпуклая} \\ T = 1 \text{ с} - \text{среднеквадратичная} \\ T \gg 1 \text{ с} - \text{действительная} \end{array} \right\} \text{ средняя мощность.}$

R - сопротивление нагрузки, на которой определяется P_{cp}

$u(t)$ - напряжение первичного сигнала.

3. Максимальная мощность P_{max} , по которой понимается мощность эквивалентного синусоидального сигнала с амплитудой U_m , которая превышает мгновенным значением переменной составляющей сигнала $u(t)$ с определенной вероятностью ϵ . Для разл. видов сигналов ϵ принимается равным 10^{-2} , 10^{-3} и 10^{-5} .

4. Минимальная мощность P_{min} - это мощность эквивалентного синусоидального сигнала с амплитудой U_m , которая превышает мгновенным значением переменной составляющей сигнала $u(t)$ с опред. вероятностью, которая обычно равна $1 - \epsilon \approx 0,98$.

5. Динамический диапазон D :

$$D = 10 \lg \frac{P_{max}}{P_{min}} = P_{max} - P_{min}, \text{ дБ, где}$$

$P_{\max}$ - максимальная (пиковая) мощность.

$P_{\min}$ - минимальная мощность сигнала в одной и той же точке канала.

$P_{\max}$ и $P_{\min}$ - соответственно макс. и мин. уровень сигнала.

6. Динамический диапазон:

$$Q = 10 \lg \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = f_{\max} - f_{\min}, \text{ дБ}$$

Средняя и макс. мощности сигнала должны быть такими, чтобы при прохождении сигнала по каналу передачи не превышались допустимые значения обеспечивающие неискаженную передачу сигналов для правильного воспроизведения переданного сообщения на приеме.

Первичные сигналы электро-связи (непрер. и дискретные) являются непрерывными функциями времени.

Такие сигналы соответствуют ~~то~~ ет. спектру сигнала, содержащий бесконечное число частотных составляющих.

Однако всегда можно указать

анализ частот, в пределах которого
среднеквадратичная, основная энергия
сигнала и ширина которого
равна:

$$\Delta F_c = F_{\max} - F_{\min} \text{ , где}$$

$F_{\min}$ - min частота первичного сигнала.

$F_{\max}$ - max частота первичного сигнала.

Произведение трех параметров формирует
параметров первичного сигнала:
• длительности T_c
• диаметра диаграммы D
• непрерывно передаваемая полоса
частот ΔF_c .

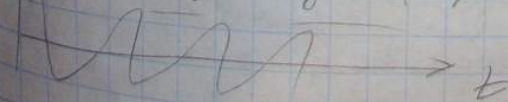
Называется объемом первичного
сигнала.

$$V_c = T_c D \Delta F_c$$

Классификация первичных сигналов
разнообразна, но наиболее широкое применение
наиболее классификация по виду
передаваемых сигналов и по виду
передаваемых сообщений.

Аналоговые (непрерывные) сигналы - это процессы, которые могут
принимать любые, сколь угодно близкие
друг к другу значения.

Синусоида (пример):



сигналы

сигналы

Дискретные (цифровые) - в тактовые моменты времени принимают значения, отличающиеся одно от другого, на конечную величину

~~Дискретный аналоговый сигнал характеризуется тем, что его значения на одно и то же количество квантуются, т.е. имеет счетное множество значений.~~

Цифровой аналоговый сигнал характеризуется тем, что его значения имеют счетное множество значений, представляющих параметры непрерывно изменяющейся физической величины.

(сигнал передачи данных и телеграфный).

Классификация первичных сигналов по виду передаваемых сообщений, обслуживаемых телеграфные (речевые), сигналы и сигналы звукового вещания, сигналы передачи данных, телевизионные и факсимильные сигналы.

Структурная схема МСП с ЧРК.



Первичные сигналы $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$ поступают на антенны приемного модулятора. В канале передается сигнал, который передается по радиоканалу. В канале передается сигнал, который передается по радиоканалу.

С помощью несущих частот f_{n1} , f_{n2} , f_{n3} первичные сигналы преобразуются в каналные сигналы (сигналы), которые содержат верхнюю и нижнюю боковую полосу.

После модуляторов принимаются сигналы (верхнюю и нижнюю боковую полосу). Формируются каналные сигналы с ЧРК.

В каналные сигналы добавляются устройства (дисперсионные), образуя при этом групповой сигнал. Каналный сигнал поступает на вход приемника.

На приемной стороне групповой сигнал усиливается, а затем через демодулятор и фильтр сигнала подаются на различающие групповой сигнал на каналы системы.

После этого далее подаются на демодулятор.

Для восстановления исходных на демодулятор подаются несущие частоты, совпадающие с несущими частотами на передаче.

ФМЧ на входах демодуляторов подаются высокочастотные синхронизирующие, наводимые в процессе демодуляции, а также несут частоты (ФМЧ) усиливается восстановленные первичные сигналы до необходимого уровня.

Несущие частоты подаются на модулятор и демодулятор в соответствующем генераторном оборудовании (ГО).

В многоканальных системах передачи с ЧК (матс ЧК), как правило применяется асинхронная модуляция, позволяющая наиболее эффективно использовать спектр группового тракта.

Сигнал амплитудно-модулированного сигнала, содержащий несущую и две боковые (верхнюю и нижнюю) полосы частот симметричные относительно своей несущей.

Информация о передаваемом сообщении равнозначна содержащаяся как в верхней, так и в нижней боковых полосах.

Поэтому для восстановления на приемной стороне исходного первоначального сигнала не обязательно передавать весь спектр АМ сигнала.

Наибольшее распространение в системах с ЧРК получили способ формирования канальных сигналов с одной боковой полосой (СБП). ~~Сигналы с одной боковой полосой (СБП) широко используются в системах с ЧРК.~~

ЧРК широко используется в микровязи, радиовещании, телевидении.

Функции ЧРК:

1. Каждому передаваемому сигналу выделяется своя полоса частот

2. Перенос спектра сигналов в эту полосу осуществляется при помощи модуляции

3. В качестве переносчиков пер. гармонические колебания с равными частотами

4. Треугольной сигналы формируются как суммарные канальные.

Сю разделение на приемные и передающие.

5. Если при формировании канальных сигналов нет сдвиг, то несущие частоты соответствующих каналов должны быть одинаковыми.

И и ПР на передаче формируются канальные однополосные сигналы.

ПР на приеме разделяет треугольный сигнал на канальные.

Д и Р не димензируют однополосные сигналы и то является несущей частотой.

Переходной помехой называют переход энергии сигнала из одного канала в другой (перекрестные каналы).

Главной причиной ПП при ЧРК являются нелинейные искажения треугольного сигнала.

Основными источниками помех являются:
 механические и электромагнитные помехи,
 т.е. шумовые помехи.

Методы борьбы с помехами:

1. ограничивать мощность передатчиков, не перекрывая приемника;
2. использовать экранирование;
3. Поддерживать минимальную диаграмму направленности, предотвращая зашумление.

Механические помехи и электромагнитные помехи не приводят к переходным процессам.

Для уменьшения влияния помех между каналами вводится зашумление канала (для рассинхронизации).

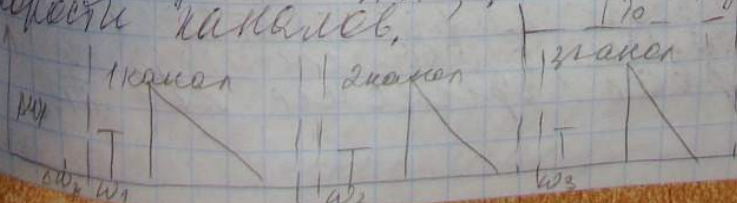
$$\Delta W_3 = 2\pi \Delta f_3$$

Применение шумовых помех:

Сигнал сигнала ослабляется, а шум не ослабляется.

Методы борьбы:

Помехи АЧХ, фазы, уменьшая скорости каналов.



Везде ω_3 зашумление

одна и та же частота

$$P = (P_0 + \Delta\omega_z) \cdot n$$

18. Структурная схема ИСП с ВРК.

При временном разнесении каналов заключается в том, что элементы первичного сигнала $S_i(t)$ принимаются i -ю каналу

Каналы передаются в одной и той же полосе частот, но в разные интервалы времени.

Это достигается с помощью коммутатора.

В большинстве своем первичные сигналы являются аналоговыми (непрерывными) и при ВРК требуется необходимость их дискретизации.

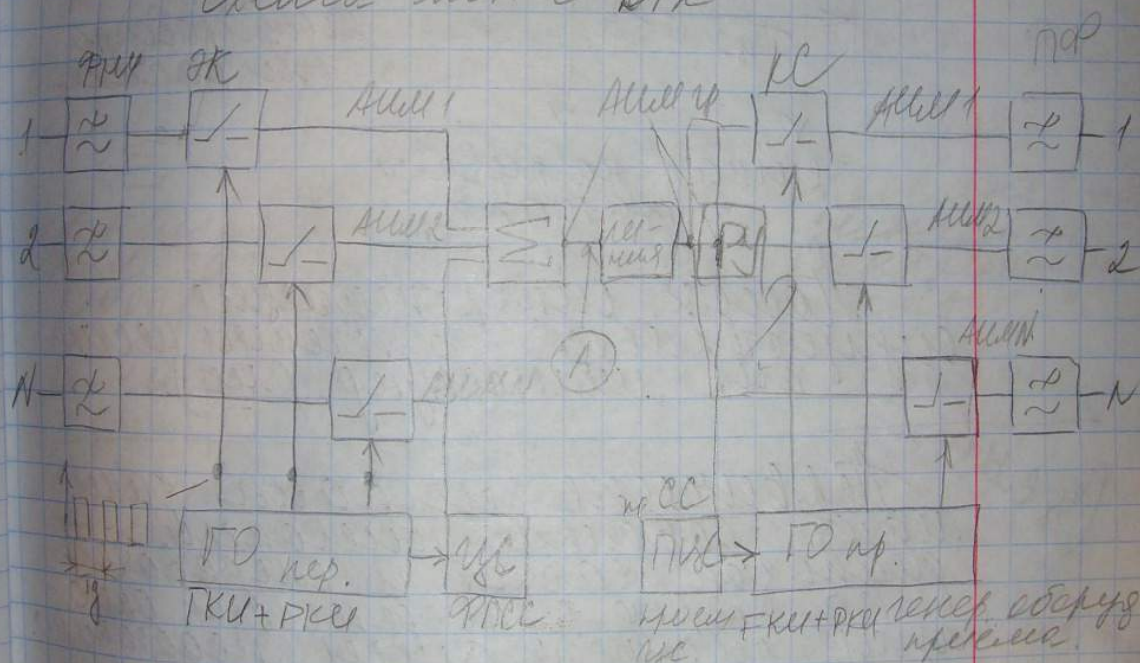
Операция дискретизации выполняется в соответствии с т. Котельникова.

Т. Котельникова: Любая непрерывная ф-я, спектр которой не содержит частот выше $\omega_b = 2\pi F_b$, полностью определяется своим отсчетом, взятым через интервал времени $\Delta T = \frac{1}{2F_b}$.

Временная передача не всего переданного сигнала, а только его отсчеты.

При этом отсчеты N -канальных сигналов передаются по своей линии связи не одновременно, а попеременно так, что от каждой канальной линии сигнал на приемное устройство поступает на интервале времени T , представляющем собой временной интервал $T = T_p / N$ называемый канальным интервалом.

Схема ММ с ВРК



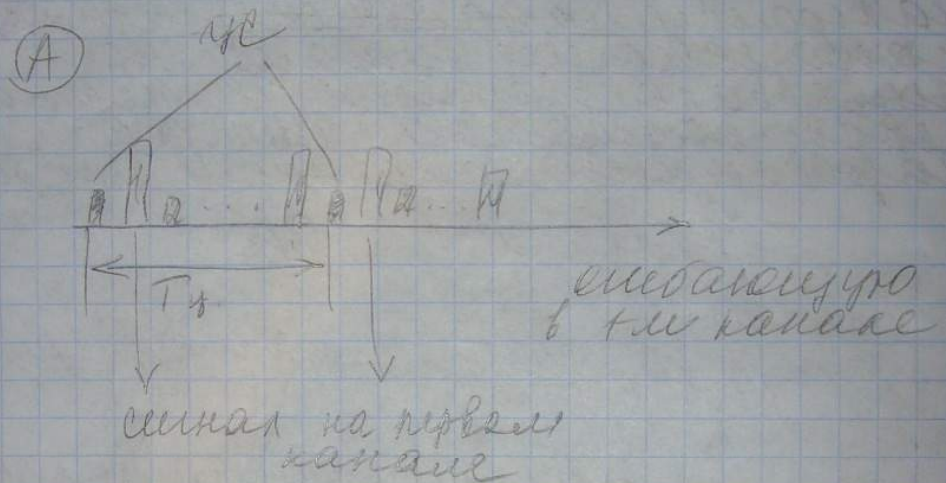
Для правильного разделения интервалов по каналам на приеме необходимо синхронизировать ГД (генератор) передачи и приема.

Для этого на передаче вводят часовую синхросигнал (ЧС), а на приеме

приемные антенны являются
приемными ЧС.

Односторонние признаки ЧС:

- постоянная амплитуда
- применимость передачи



Поиск синхронизации
осуществляется в течение несколь-
ких миллисекунд (мс).

Схемы

Первичные сигналы зани-
мают довольно широкий
диапазон частот и сосредото-
чено, перед проведением опера-
ции дискретизации необходимо
ограничить спектр
частот ~~первичного~~ первичного
сигнала с помощью ФНЧ.
Операция дискретизации осущес-
вляется с помощью электрон-
ных ключей (ЭК).

На один вход которого подсу-

нах первичный сигнал а на другой
первичная, поперечная ось
применяются микрофоны (ППП).

Далее каналы сигналов
объединяются и передаются по
общему групповому тракту.

Для разрешения каналов на
приеме используются
канальные селекторы работающие
синхронно с канальными
электронными ключами (Ж).

~~Работают синхронно~~

Сигн. восстанавливается первичные
сигналы на приеме.

Σ - предназначен для объединения
канальных сигналов и синхрониз-
ации, обеспечивающего синхронную
работу канальных электронных
ключей на передаче и
канальных селекторов на приеме.

РД - развязывающее устройство
обеспечивающее разделение каналь-
ных сигналов и синхронизацию
на приеме

ГКМ - генератор канальных импульсов

РКМ - распределитель канальных
импульсов передачи и приема.

$f_1(t), f_2(t) \dots f_n(t)$ - ППП, управляю -

щие работой канальных
ЖК. Иногда совокупность ЖК и КС называ-
ют электронными коммутаторами,

работает комитетом управлений
министерств с выезда РКР.

В настоящее время с ВРК перекос-
ками являются ~~не~~ ДПМ,
связанные с выездами РКР,
но вышеназначены заместо-
го министра.

Причины вынужденных
полюсов:

- полость частот ограничена
- выходы которых работают
не синхронно.

Метод борьбы:

- увеличить T_k
- ~~увеличить~~ синхрониз.

17. Амплитудно-модульсация модульсация (АММ)

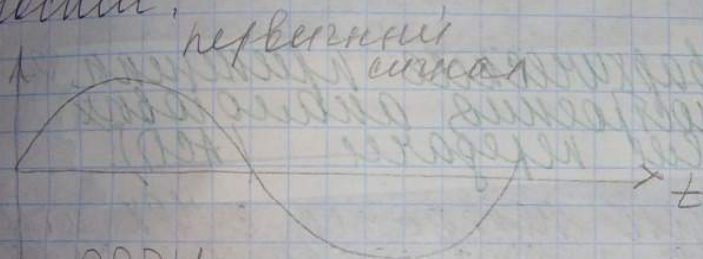
АММ - вид модульсационной моде-
мации, при которой изменяется
амплитуда несущей частоты.
При передаче сигнала АММ
первого и второго рода (АММ-1 и
АММ-2).

Первый сигнал моде-
мации АММ, в
результате помехается

кажущийся амплитудно-модулированным сигналом. При этом различают два вида АММ:

1. АММ-1, при которой мгновенное значение амплитуды импульсов зависит от мгновенного значения модулирующего сигнала. Вершины импульсов повторяют по форме сигнал на несущей частоте импульсов.

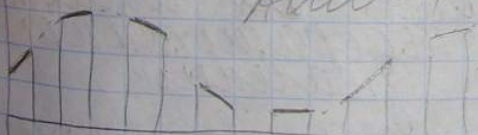
2. АММ-2, при которой амплитуда импульсов остается постоянной на всей его длительности.



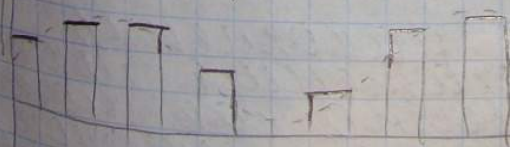
ДММ



АММ-1



АММ-2



Синхронизация передатчика для правильного направления излучения на приемную антенну

7
①

Системы передачи с ВРК на основе АММ отличаются простотой построения, экономичностью, однако обладают низкой помехоустойчивостью.

Методы АММ мп на первой ступени формирования канальных сигналов в системах передачи с ВРК используют другие виды модуляции.

19. Принципы формирования модульного сигнала (МС)

СР/64

Системы передачи с ЧРК и ВРК относятся к аналоговым системам передачи (АСП), т.к. при их построении используются аналоговые методы модуляции, когда параметры переносчика изменяются в некоторой области их изменения практически неограниченное множество значений.

Это затрудняет выделение сигналов на фоне помех.

Избавить накопленные помехи и искажения можно, если ~~из~~ известно как можно больше параметров линейного сигнала. При АММ достаточно

только имеет информацию о наличии
сигнала на фоне помех и искаже-
ний, что его можно восстановить
по известным параметрам и
тем самым исключать большие
помех и искажений и их накоп-
ление, также возможности обработки цифровые
данные передачи.

Сущность цифровых методов
передачи состоит в том, что
параметры переносчиков
могут принимать конечное (счетное)
множество значений, принимающих
через известные квантованные значения.
Примером такой обработки
сигналов является переход от передачи
непрерывных сигналов к передаче
их дискретных (счетных) значений,
образованных согласно т. Котельникова,
методами цифровой модуля-
ции и цифровой обработки параметров
переносчиков, принимающих
неограниченное множество состояний.

Существенное достоинство
дискретных методов передачи состоит
в том, что они позволяют значи-
тельно уменьшить накопление помех
вдоль линии путем восстанов-
ления (регенерации) сигнала.

Возможность регенерации
основана на том, что в
дискретных сигналах передачи все
разрешенные состояния
квантованного сигнала в
точности известны в пункте
приема.

Это позволяет сравнить

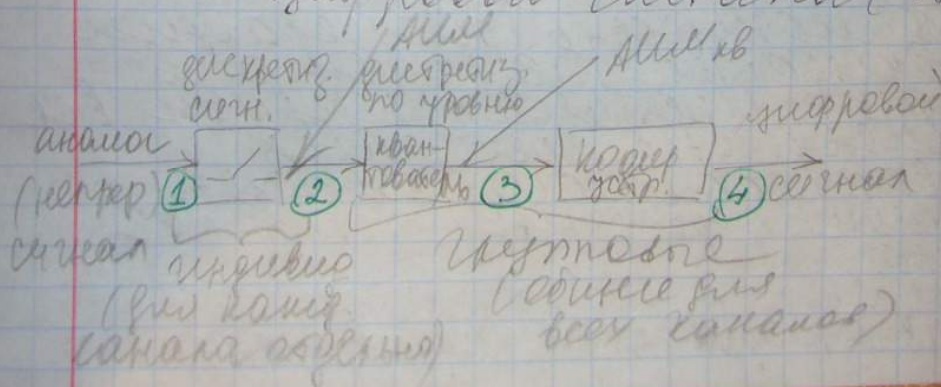
принятый сигнал, подвергшийся воздействию помех и искажений, со всеми различиями в данной системе из них наиболее близкий к принятому и направить его передателю.

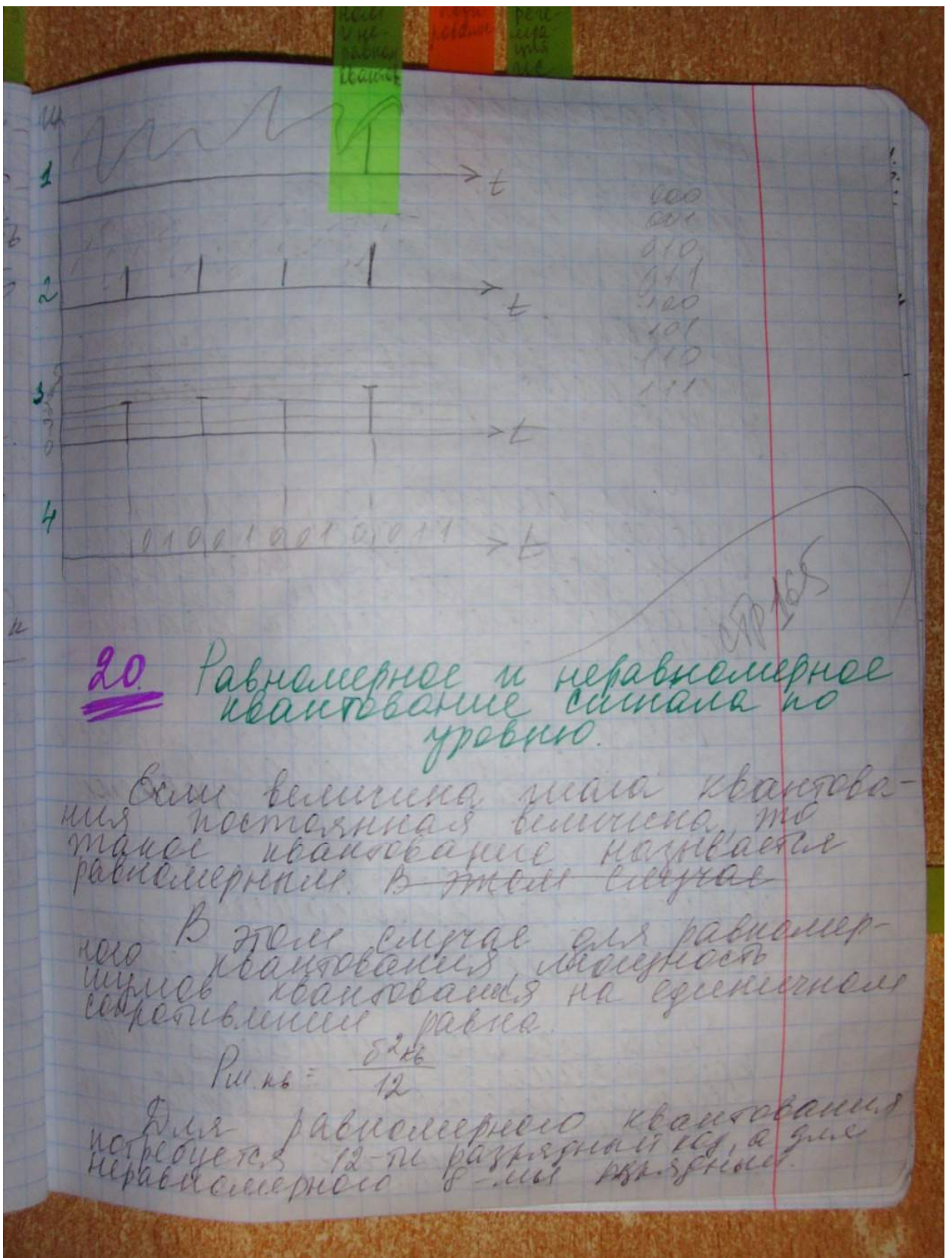
Наиболее простой процесс регенерации выполняется для двоичных сигналов т.е. для сигналов с двумя разрешенными состояниями.

В современных цифровых системах передачи (ЦСП) непрерывные помеховые сигналы подвергаются дискретизации и квантованию. АМЧ и ДМЧ кодируются по уровню.

Квантованные отсчеты подвергаются кодированию с помощью которого образуется цифровой сигнал.

Этап формирования цифрового сигнала (ЦС).





Квантование представляет процесс сравнения отсчета с сигналом со шкалой, имеющей конечное число уровней квантования и отнесения его к ближайшему разрешенному уровню.

Квантование - округление действительного отсчета до ближайшего разрешенного уровня.

Чем больше разрешенных уровней квантования, т.е. чем меньше шаг квантования, тем меньше величина ошибки, тем лучше квантование.

Шум квантования - разность между сигналом и квантованным уровнем.

При неравномерном квантовании шаг квантования не остается постоянным, а является переменной.

Для аналоговых сигналов шаг квантования должен быть минимальным и возрастает с увеличением амплитуды сигнала, т.е. должна быть нелинейная

Микропроцессорное квантование.

Получение неравно-
мерного квантования.

1. Сначала диапазон сигнала с помощью компрессора перед квантованием по 6 квантуемых в диапазоне с меньшей частотой квантования и последующим по расширению экспандером после декодирования - компрессирование.
2. Последующим квантованием и декодированием.
3. Цифровым квантованием.

$$P_{кв} = \frac{0,01}{12}$$

2.1 Принципы двоичного кодирования.

Квантованный сигнал можно считать ~~равным с основным~~ ~~кода~~ ~~равным~~ ~~частоту~~ ~~разрешенных~~ ~~уровней~~

Кодирование - вместо уровня квантования передается кодовая комбинация, т.е. комбинация 1 и 0.

Для простейшего кодирования это фактически запись для каждого номера уровня квантования двоичным числом.

Кодируется амплитуда каждого отсчета сигнала в шагах квантования.

При кодировании ~~натурального~~
~~двоичного~~ двоичного кода.
натурального двоичного
симметричного двоичного
кода.

Натуральный двоичный код
используется при кодировании
двоичных и однобитовых
символов.

Симметричный двоичный
код используется при кодировании
двоичных и однобитовых
символов.

2.2. Принципы регенерации мгн. сигнала (мс) (Ф 194)

мс, проходя через полемные связи, искажается, искажается и перекрывается, воздействием шумов, что приводит к изменению формы и длительности импульсов, уменьшению их амплитуды и, следовательно, временным сдвигам.

Для восстановления параметров мс используют регенераторы.

Регенерация - процесс восстановления мс.

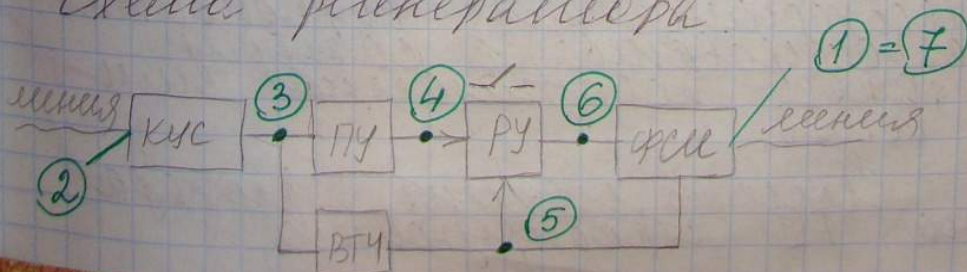
Параметры мс, которые можно восстановить:

- амплитуда
- длительность импульсов
- T_d - положение импульсов по оси времени (фаза)

Сигнал изменяется из-за:

- потерь
- зашумленности
- искажения

Схема регенератора:



КЭС - корректурный элемент
Гиль предназначен для коррек-
сания заужания и расширения
интенсивности участка и коррекции
амплитудно-частотных харак-
теристик, вносимых линией и
Гиль с целью коррекции формы
минимумов для полного или
частичного устранения вые-
ния одной минимумов на дуге.

ПУ - пороговое устройство,
предназначенное для опреде-
ления превышения
сигнала над помехами.
Если амплитуда минимумов
большая, то на выходе
будет минимум, если нет -
не будет, 0.

С выхода ПУ минимумы
подаются на ретрансляторное устрой-
ство (РУ).

ВТУ - видоизменитель тактовой
частоты, предназначен для форми-
рования коротких стробирую-
щих минимумов.

Стробирующие минимумы
подаются на второй вход РУ.

РУ - ретрансляторное устройство,
необходимое для опробования
(стробирования) в каждом
также поступающем сим-
боле.

Сигнал в момент перехода
на РУ стробирующий

минимум с фиксир ВЧ поступает
минимум с выхода ПЧ точно
выход ~~РЧ~~ РЧ появляется
минимум - "1". Если же в момент
поступления сформированного
минимумов с выхода ВЧ на
вход РЧ минимум не поступает то
на выходе РЧ минимум не
появляется - "0".

ФСЧ - формирование стандартных
минимумов т.е. формирование
их амплитуды длительности и
взаимного временного соотноше-
ния между смежными минимумами
цифрового сигнала, следую-
щих с тактовой частотой

Вх. устройство - вых. устройство, предназ-
наченное для согласованного
подключения регенератора к
линии связи.

Регенераторы типа приема
ослабленных станций называются
станционными регенераторами,
а регенераторы, установленные
по линии связи называются
линейными регенераторами.

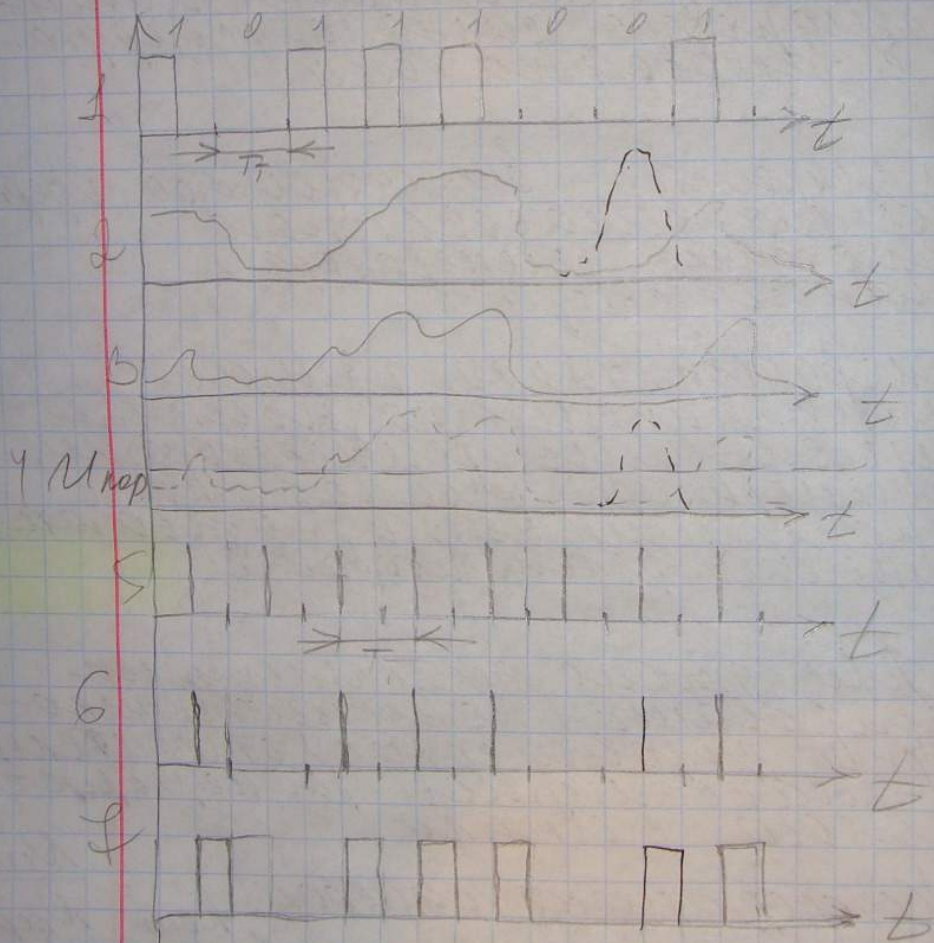
При этом эти минимумы
сгруппированы (получают неко-
торый фазовый сдвиг) относительно
максимумов регенериру-
емого сигнала.

Которые имеют ошибку: $K_{\text{оч}} = \frac{N_{\text{оч}}}{N_{\text{пер}}} \leq 10^{-6}$

Причины возникновения
ошибок:

- несовершенство приёмов передачи
(не идеальные).
- наличие помех с высоким
уровнем.

Помеха, значение которой
меньше $\Delta U_{пор}$, к ошибке не
приведёт.



рецептура етукст реф. 1,5-2 кол.
~~необход.~~
go cookell.