ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ СВЯЗИ (ФИЛИАЛ) АКАДЕМИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА №7
(ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Урок

Тема № 4 Каналы передачи и линии связи

Занятие № 4.1 Каналы передачи и их характеристика

Преподаватель кафедры № 7 Сиренький И.В.

Цели занятия:

1. Знать принципы организации аналогового и цифрового каналов передачи.
2. Уметь вычертить структуру аналогового и цифрового каналов передачи.

Обучающиеся должны знать

- структуру аналогового канала передачи и назначение его элементов;
- режимы работы аналоговых каналов передачи;
- определения основным параметрам аналогового канала передачи: остаточное затухание канала передачи; полоса эффективно передаваемых частот (ПЭПЧ); номинальные входные и выходные сопротивления; относительные уровни передачи и приема; динамический диапазон канала; пропускная способность канала;
- структуру цифрового канала передачи и назначение его элементов;
- определения основным параметрам цифрового канала передачи: скорость передачи символов цифрового сигнала электросвязи; коэффициенты ошибок; фазовые дрожания цифрового сигнала электросвязи; время прохождения сигнала в канале электросвязи; кратковременные прерывания в цифровом канале электросвязи.

Обучающиеся должны уметь

- графически вычертить структуру аналогового канала передачи и пояснить назначение его элементов;

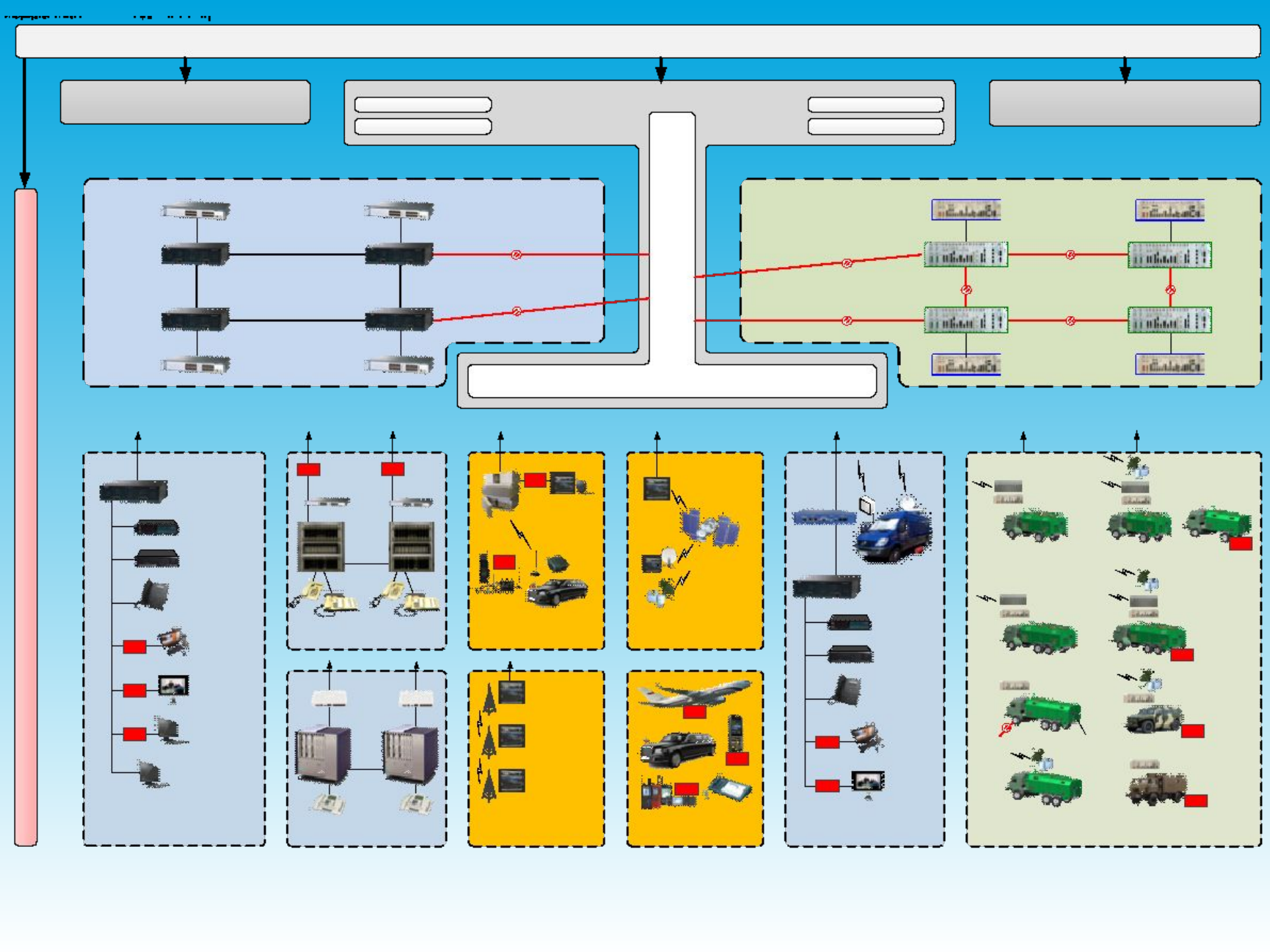
- графически вычертить структуру цифрового канала передачи и пояснить назначение его элементов.

Учебные вопросы:

1. Принцип организации аналогового канала передачи.
2. Принцип организации цифрового канала передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суханов В.В., Тычинская М.М. Теория электросвязи: учебно-методическое пособие / – Воронеж: ВИПС (филиал) Академии ФСО России, 2018 – 109с, (стр. 55-60).



Контроль усвоения материала предыдущего занятия

1. Сформулируйте теорему В.А. Котельникова.

2. Поясните порядок формирования ОЦК.

Вопрос №1

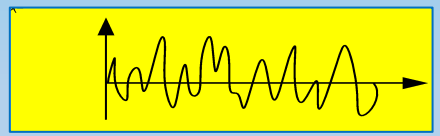
Принцип организации аналогового канала передачи

Канал передачи

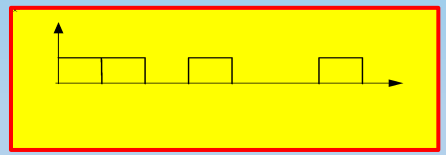
Канал передачи - комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающего передачу сигнала электросвязи в определенной полосе частот или с определенной скоростью.

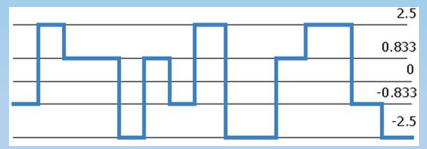
По методам передачи сигналов электросвязи различают

Аналоговые каналы передачи



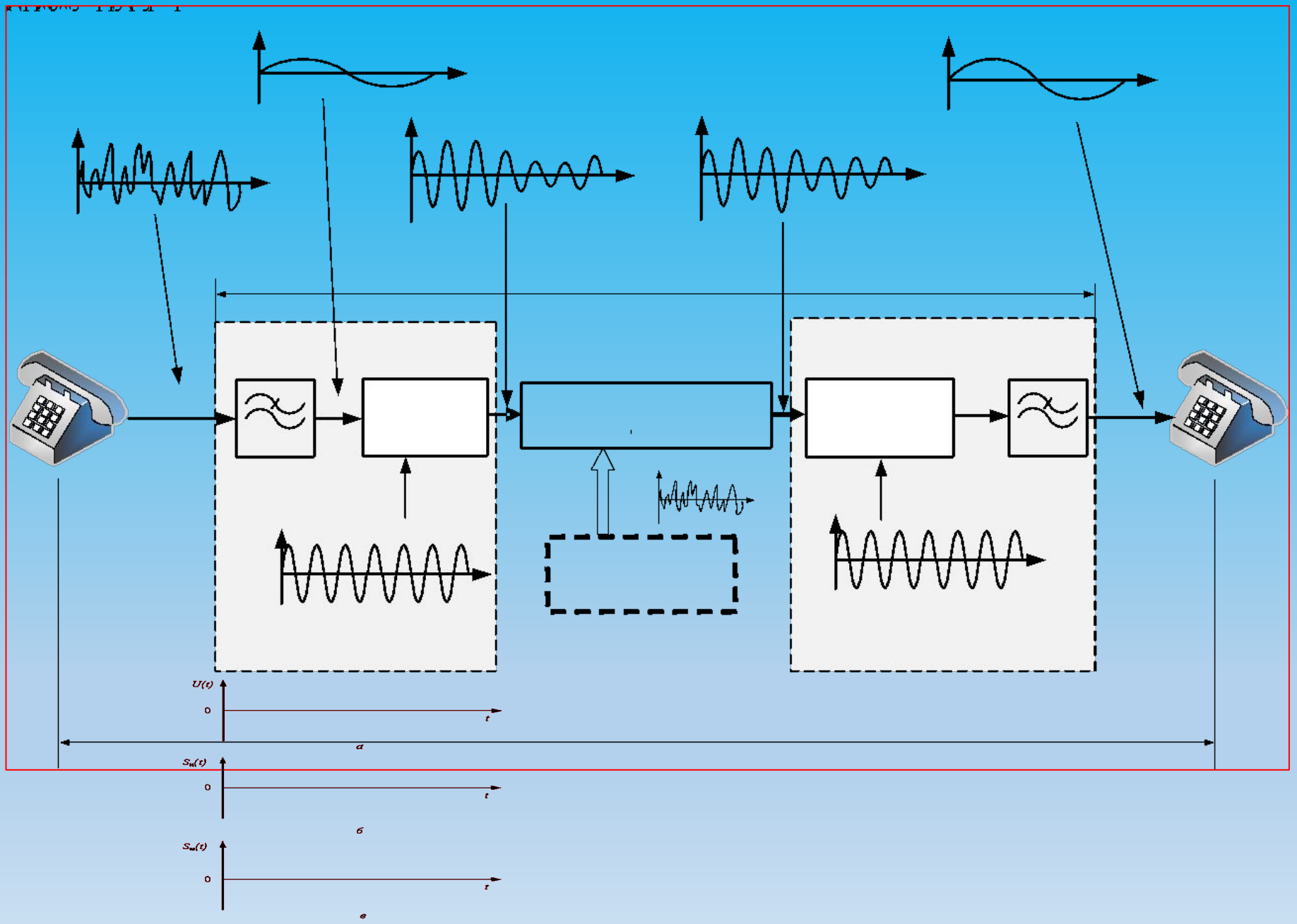
Цифровые каналы передачи





Канал передачи тональной частоты (КТЧ) – это типовой аналоговый канал передачи с полосой частот от **300 Гц до 3400 Гц.**

Структура аналогового канала передачи

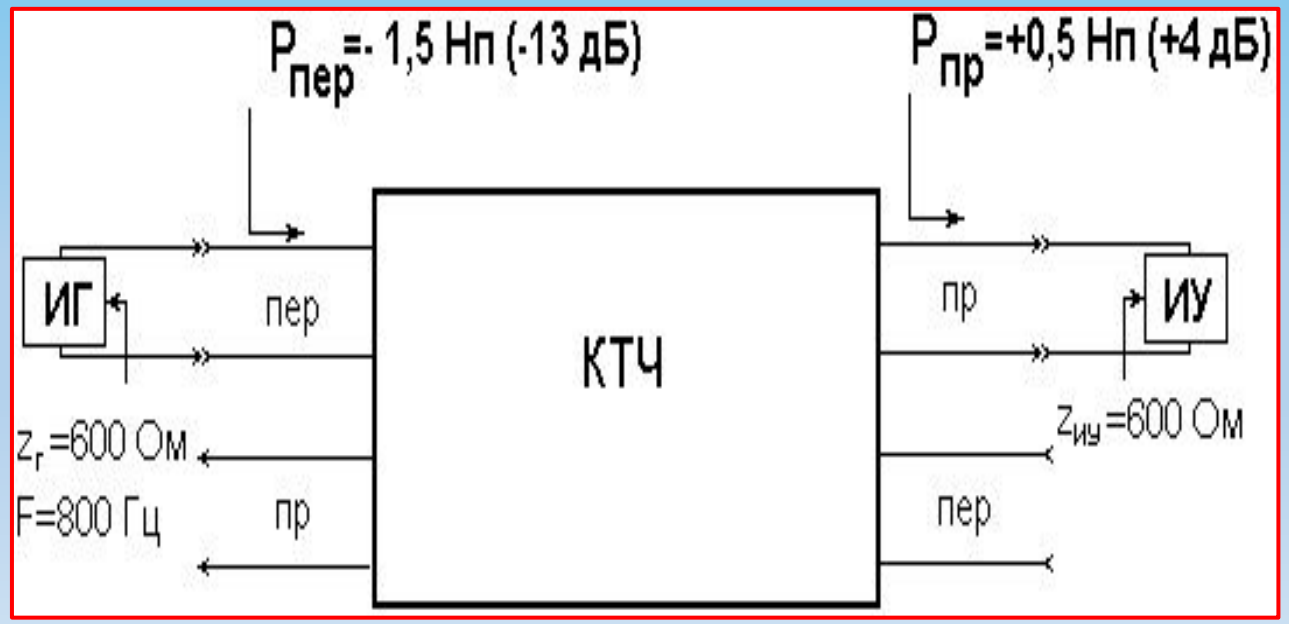


Параметры аналогового канала передачи (КТЧ)

1. Остаточное затухание канала передачи a_r - рабочее затухание (усиление) канала при оконечных нагрузках, равных номинальным значениям его входных (Rвх) и выходных (Rвых) сопротивлений. Измеряется и вычисляется как **разность уровней сигнала на входе и выходе канала**:

$a_r = P_{вх} - P_{вых}$, (дБ) $a_r = -17$ дБ **1 Нп = 8, 686 дБ, 1 дБ = 0,115 Нп**

Затухание – величина, показывающая, насколько уменьшается мощность (амплитуда) сигнала на выходе канала связи по отношению к мощности (амплитуде) сигнала на входе.

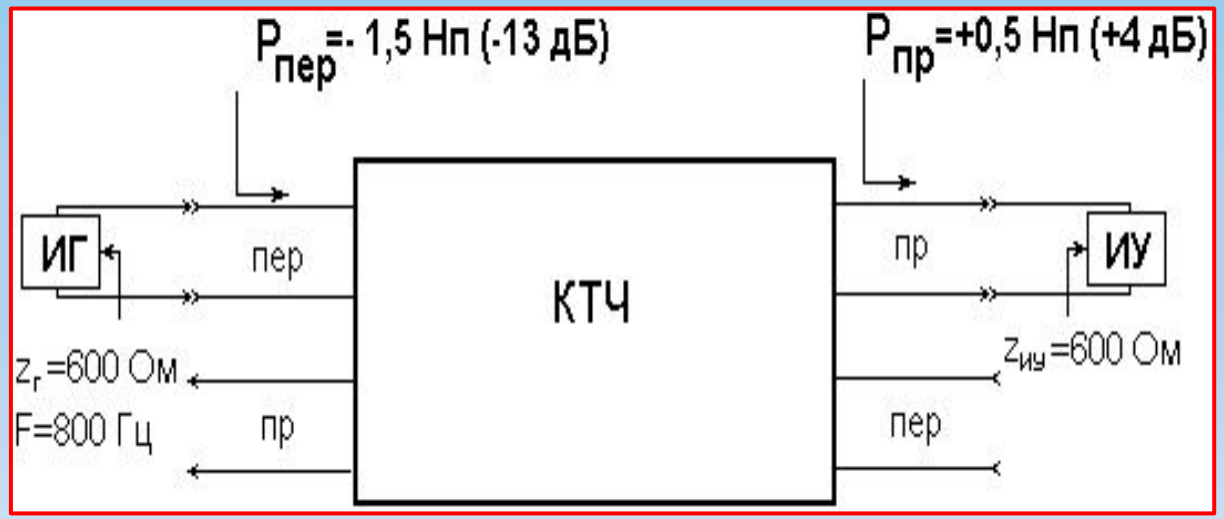


Остаточное затухание канала - разность между суммой затуханий и суммой усилений, вносимых всеми его элементами.

2. Полоса эффективно передаваемых частот (ПЭПЧ, ЭППЧ): $\Delta F = f_{max} - f_{min}$. Полоса частот, на границах которой остаточное затухание канала отличается от номинального значения на некоторую допустимую величину. **Для КТЧ ΔF = 3,1 кГц (3,4 кГц – 0,3 кГц).**

3. Номинальные входные и выходные сопротивления: $R_{вх}$ и $R_{вых}$.

4. Относительные уровни передачи и приема в основном режиме работы: $P_{пер}$ ($P_{вх}$) и $P_{пр}$ ($P_{вых}$).



Относительный уровень передачи **–13 дБ** (–1,5 Нп) и относительный уровень приема **+ 4 дБ** (+0,5 Нп).

$R_{вх}$ **= 600 Ом**, $R_{вых}$ **= 600 Ом**

5. Динамический диапазон канала (D, дБ) - соотношение между максимально возможным и минимально допустимым значениями мощности сигнала, $D = 10 \lg (P_{max}/P_{min})$.

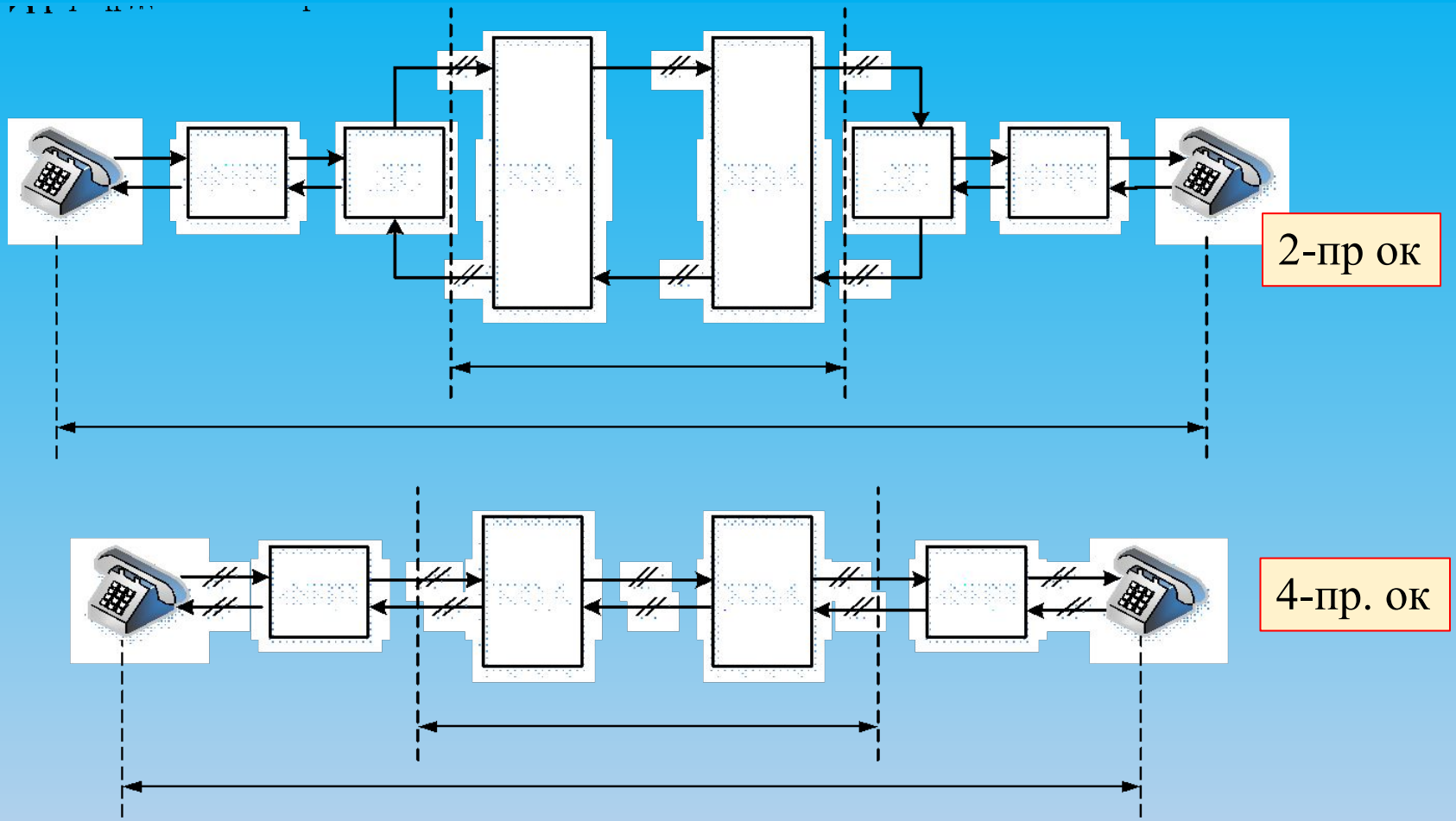
Для КТЧ: D = 30 – 35 дБ.

6. Пропускная способность канала (C, бит/с) – максимально возможная информационная скорость передачи данных, которые могут быть переданы по каналу связи за единицу времени.

Формула Шеннона: $C = \Delta F \log_2 (1 + P_{ср}/P_{п})$, где ΔF – ПЭПЧ; $P_{ср}$ – средняя мощность сигнала; $P_{п}$ – мощность помех.

Пример для КТЧ: ΔF = 3 100 Гц, $P_{ср}$ = 32 мкВт, $P_{п}$ = 87 000 пВт, получим **C = 25 · 10^3 бит/с = 25 кбит/с.**

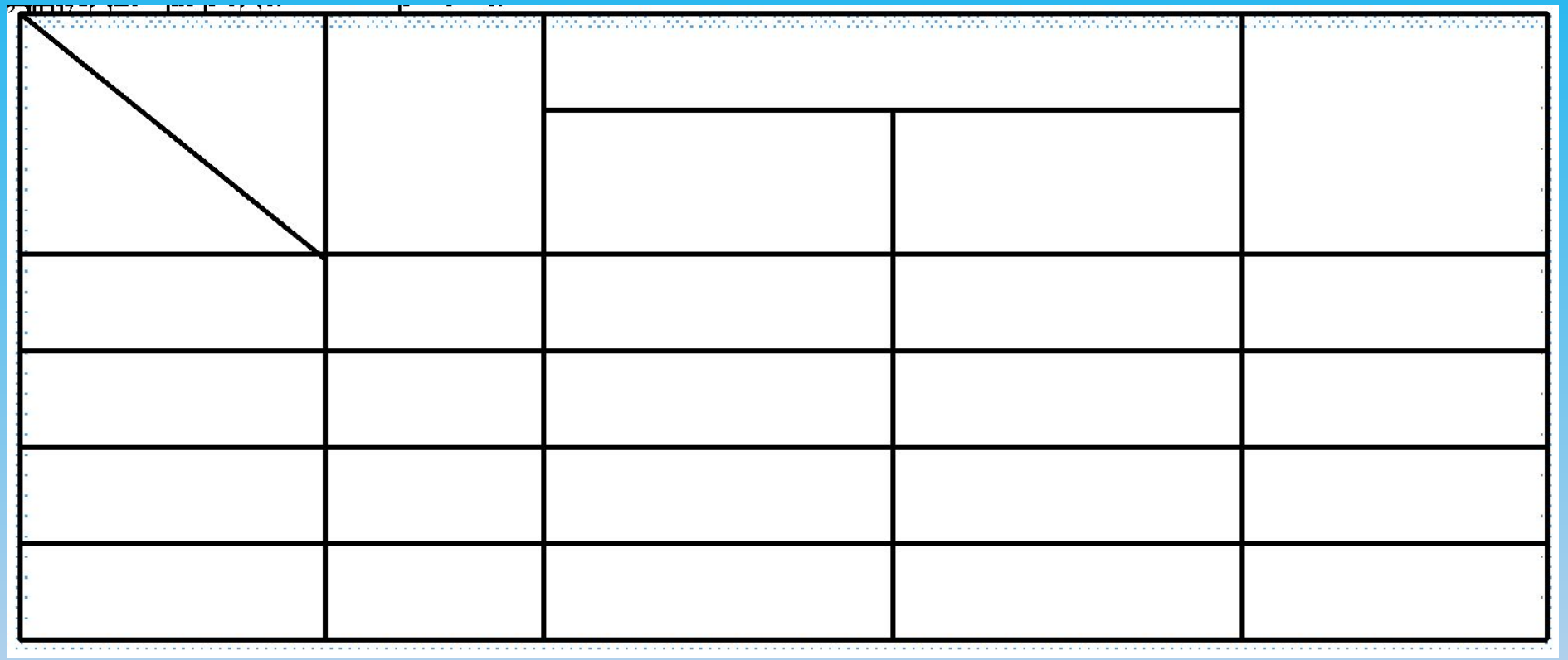
Режимы работы КТЧ



Дифференциальная система (ДС) - переход с 4-пр. канала ТЧ на 2-пр. або нентскую линию.

Каналообразующая аппаратура (КОА) предназначена для образования каналов ТЧ и передачи их на большие расстояния.

Режимы работы и параметры КТЧ



Остаточное затухание с отрицательным знаком (преобладание суммы усилений) называется остаточным усилением.

Общие характеристики КТЧ (для режима 4-пр.ок)

Наименование электрических характеристик	Норма
Полоса эффективно передаваемых частот, Гц	300 - 3400
Номинальные относительные уровни передачи на частоте 1020 (800) Гц (для 4-пр.ок.), дБ на передаче на приеме	 -13 +4
Номинальное значение остаточного затухания канала на частоте 1020 (800) Гц (для 4-пр.ок.), дБ	-17
Номинальная величина входного и выходного сопротивлений четырехпроводного канала, Ом	600

Выводы по вопросу:

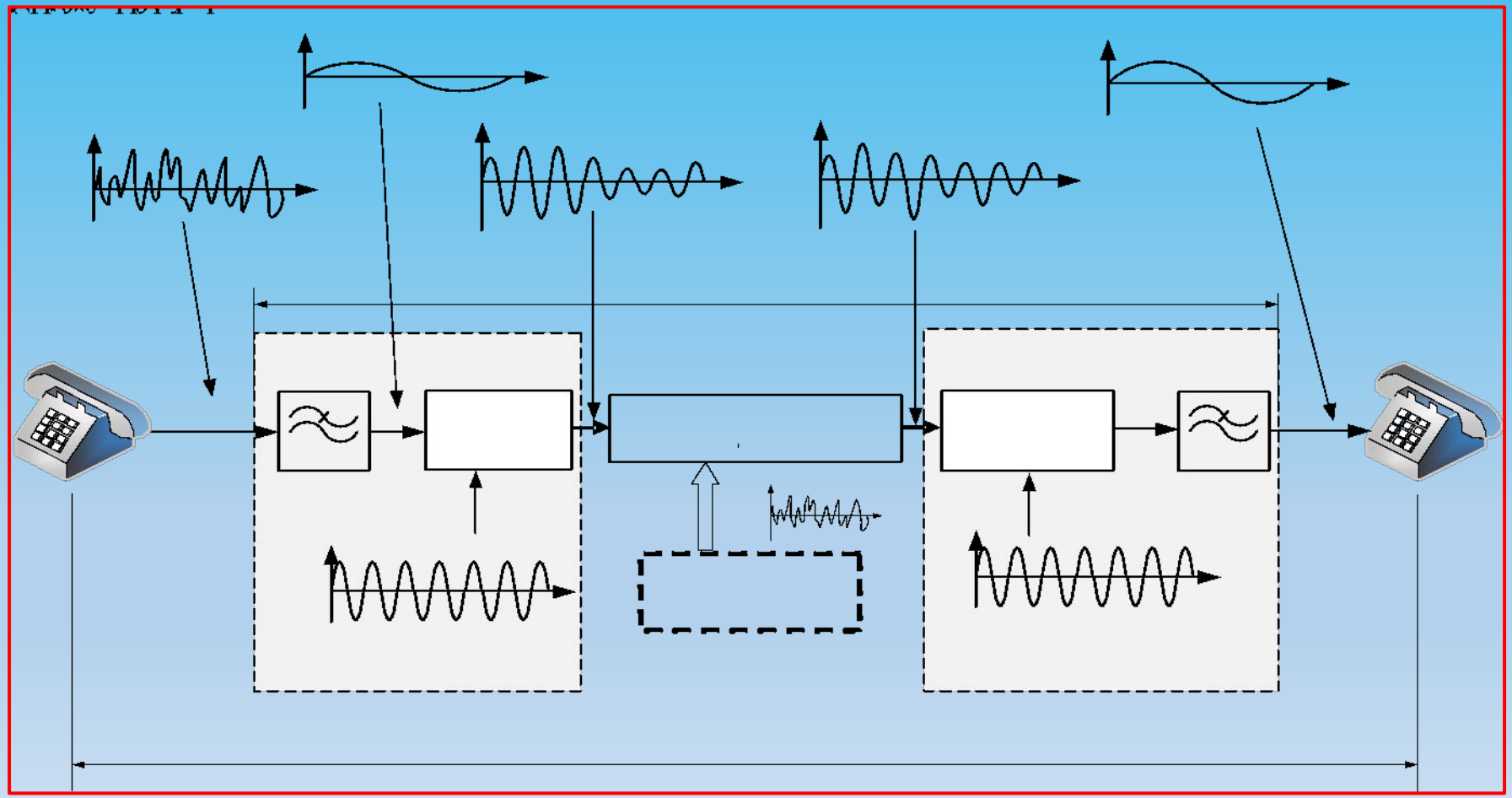
1. Типовой канал ТЧ имеет четырехпроводное окончание, рассчитан на нагрузки 600 Ом, относительный уровень передачи –1,5 Нп **(–13 дБ)** и относительный уровень приема +0,5 Нп (+**4 дБ**). Номинальное остаточное затухание канала ТЧ составляет – **17 дБ**.

2. В настоящее время стандартизированы следующие режимы работы аналоговых каналов передачи: 4-пр.ок, 4-пр.тр, 2-пр.ок, 2-пр.тр.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите и дайте краткую характеристику основным параметрам аналоговых каналов передачи.

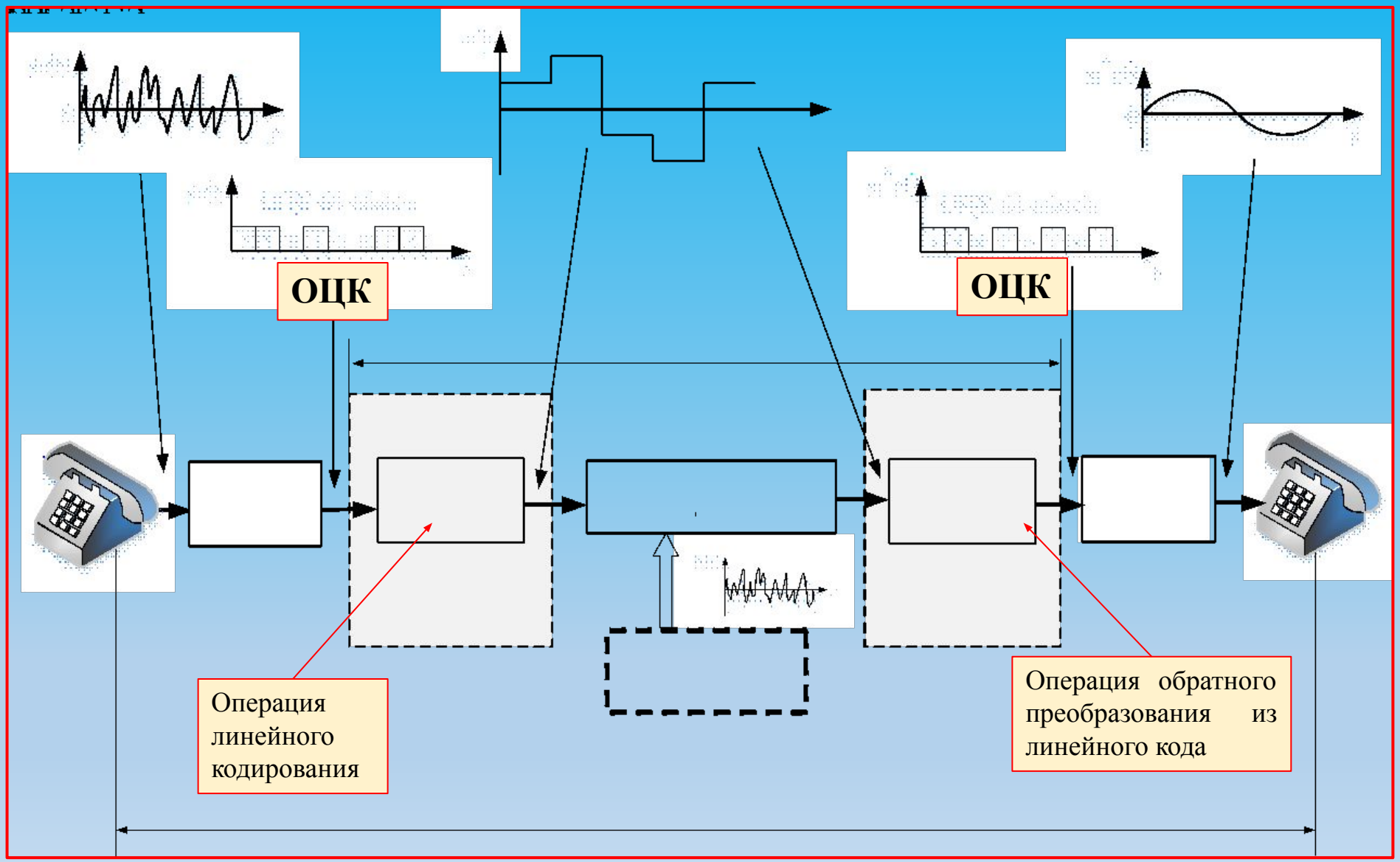
2. Дайте краткую характеристику структуре аналогового канала передачи.



Вопрос №2

Принцип организации цифрового канала передачи

Структура цифрового канала передачи

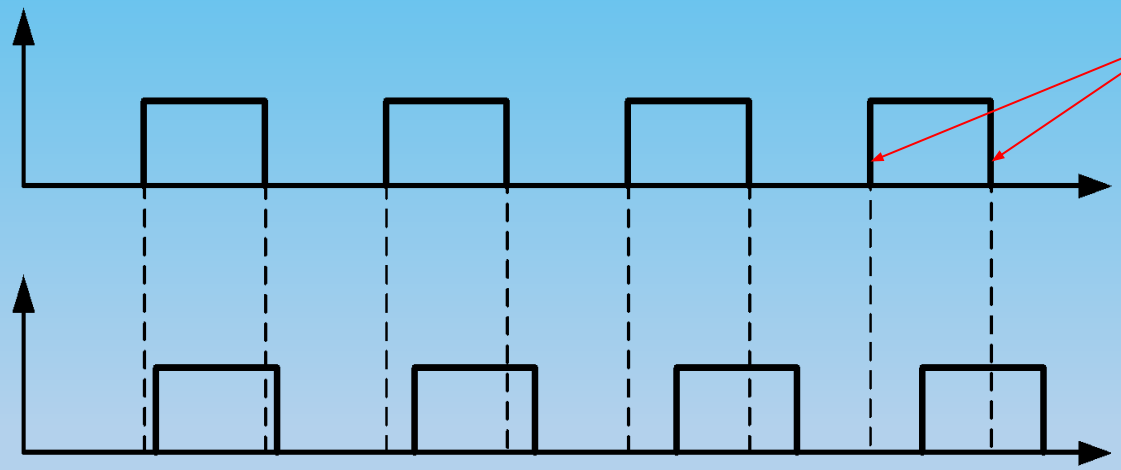


1. Скорость передачи символов цифрового сигнала электросвязи – число символов цифрового сигнала электросвязи, передаваемых в единицу времени. Единица измерения **бит/с…**

2. Коэффициент ошибок по битам *BER* (*Bit Error Rate*), – отношение ошибочно принятых символов цифрового сигнала электросвязи к общему числу переданных: $\mathbf{K_{ОШ} = \frac{N_{ОШ}}{N}}$, $\mathbf{N_{ош}}$ – количество ошибочных символов на интервале наблюдения, $T_{набл}$; **N** – общее число символов на интервале наблюдения. Если $T_{набл} = \infty$, то коэффициент ошибок $K_{ош}$ называют **вероятностью ошибок** $p_{ош.}$

Для ОЦК организованного по проводным линиям связи - *Рош* не более $\mathbf{10^{-6}}$

3. Фазовые дрожания цифрового сигнала электросвязи – отклонение значащих моментов цифрового сигнала электросвязи от их идеальных положений во времени. ***Значащие моменты цифрового сигнала электросвязи*** – моменты времени, в которые символы принимают истинное значение с наибольшей вероятностью.



Значащие моменты (тактовые точки)

Медленные фазовые флуктуации называются дрейфом фазы (Wander, **вандер**), а быстрые (более 10 раз в секунду) – фазовым дрожанием (Jitter, **джиттер**).

Допустимые значения фазовых дрожаний - **5…12 % от длительности единичного элемента цифрового сигнала.**

4. Время прохождения сигнала в канале электросвязи. В ЕСЭ РФ время не должно превышать **400 мс.** При телефонной связи большее время задержки приводит к нарушению эффекта общения между абонентами.

5. Кратковременные прерывания в цифровом канале. Кратковременное прерывание - перерыв связи длительностью не более **300 мс**, что приводит к кратковременному прекращению передачи информационных символов по каналу. При этом на выходе цифрового канала будет иметь место ***пакет ошибок.***

Выводы по вопросу:

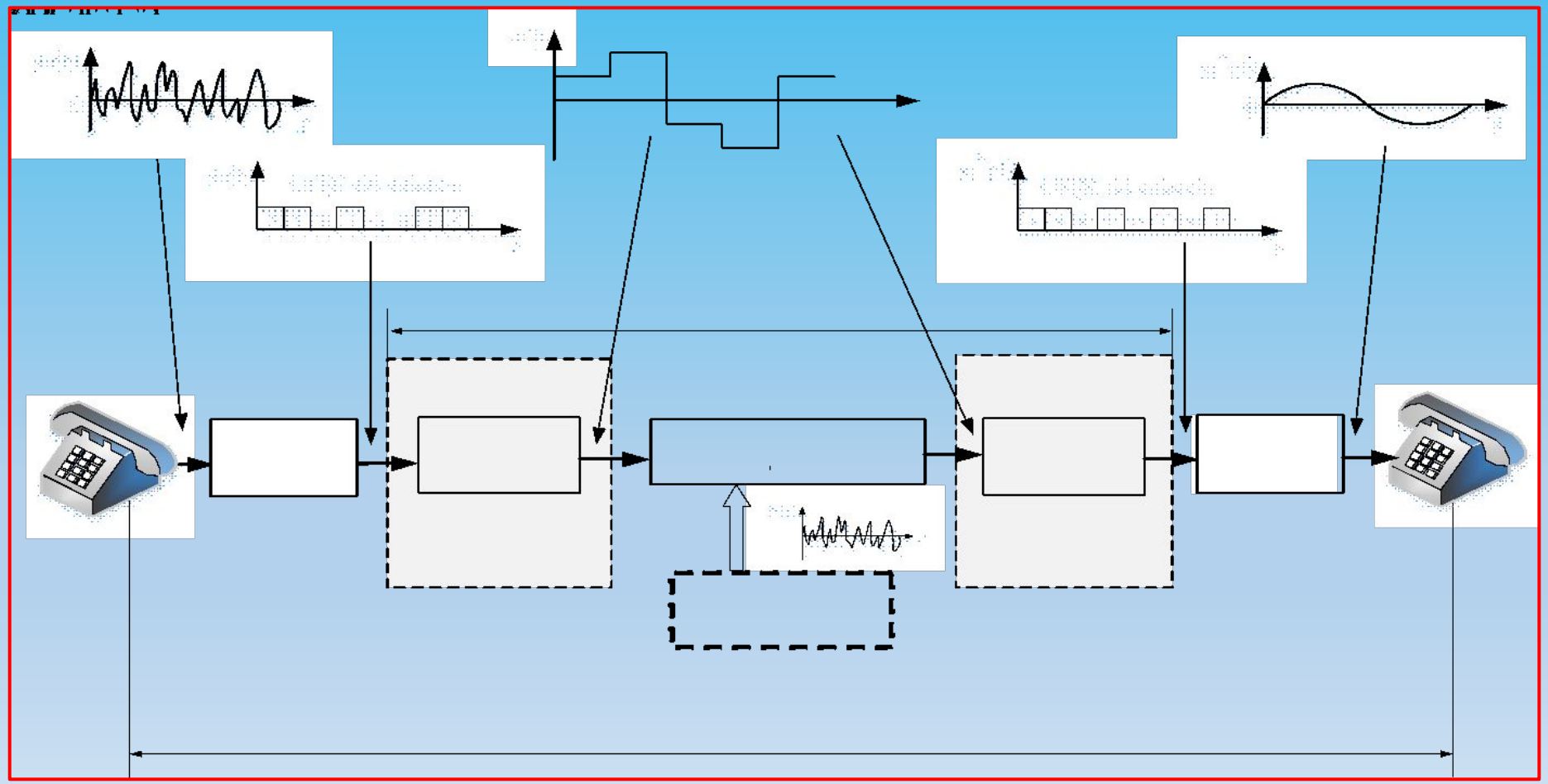
1. Скорость передачи символов цифрового сигнала электросвязи – число символов цифрового сигнала электросвязи, передаваемых в единицу времени.

2. Коэффициент ошибок – отношение ошибочно принятых символов цифрового сигнала электросвязи к общему числу переданных.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите и дайте краткую характеристику основным параметрам цифровых каналов передачи.

2. Дайте краткую характеристику структуре цифрового канала передачи.



Задание для самостоятельной работы

1. Изучить материал урока по конспекту.
2. Изучить и дополнить конспект материалами из рекомендованной литературы.
3. Подготовиться к устному опросу по следующим вопросам:

– перечислите и дайте краткую характеристику основным параметрам аналоговых каналов передачи;
– дайте краткую характеристику структуре аналогового канала передачи;
– перечислите и дайте краткую характеристику основным параметрам цифровых каналов передачи;
– дайте краткую характеристику структуре цифрового канала передачи.

Литература:

1. Суханов В.В., Тычинская М.М. Теория электросвязи: учебно-методическое пособие / – Воронеж: ВИПС (филиал) Академии ФСО России, 2018 – 109 с, (стр. 55-60).

ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ СВЯЗИ (ФИЛИАЛ) АКАДЕМИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА №7
(ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Урок

Тема № 4. Каналы передачи и линии связи

Занятие № 4.1 Каналы передачи и их характеристика

Преподаватель кафедры № 7 Сиренький И.В.