

# Л.1. Основы теории информации: сущность, основные понятия и свойства

Знаки (символы)    Сигналы    Сообщение    Кодирование    Декодирование    «Передача данных»

алфавит

буквы

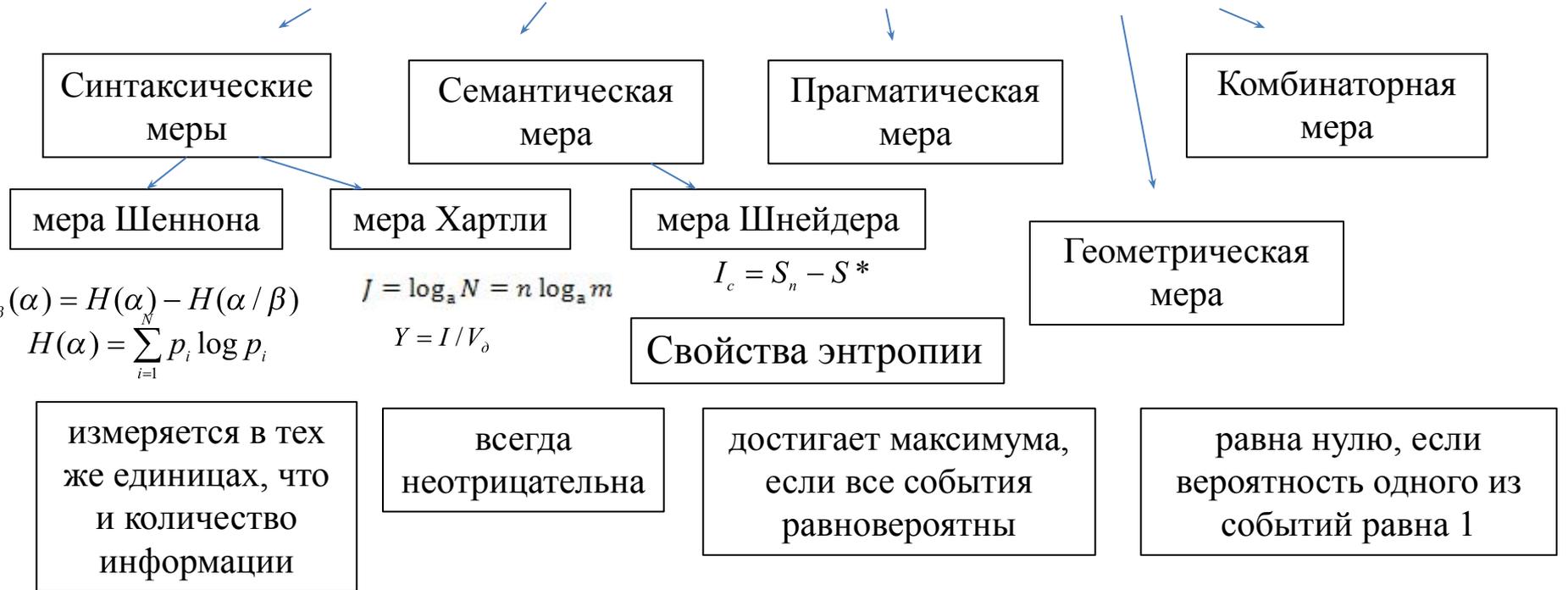
«объем «алфавита»

кванты

## Свойства информации



## Способы измерения информации в информационных системах



## История развития информационных сетей:

### I этап

нач. 40-х г. XX в.

И. Бэббидж  
идея создания  
компьютера

### II этап

сер. 40-х г. XX в.

Цифровые вычислительные машины:  
- программирование на машинном языке;  
- системы ПО отсутствовали, кроме библиотек математических и служебных программ;  
- отсутствовали ОС;  
- организация вычислительного процесса осуществлялась вручную программистом с пульта управления.

### III этап

сер. 50-х г. XX в.

Новая элементная база (транзисторы).  
Особенности компьютеров:  
-увеличилось быстроедействие процессов; объемы оперативной и внешней памяти; надежность компьютеров;  
-алгоритмические языки, трансляторы;  
-системные управляющие программы, автоматизирующие последовательность действий оператора по организации вычислительного процесса.

### IV этап

сер. 60-х – сер. 70-х г.

- Развитие ОС и компьютерных сетей:  
-переход к интегральным микросхемам.  
- Мультипрограммирование (пакетная обработка; разделение времени); мультипроцессирование;  
- поддержка терминального многопользовательского режима;  
-виртуальная память;  
-файловые системы;  
-глобальные сети :  
разграничение доступа к сети , сетевая работа, отказ от принципа коммутации каналов, высокоскоростные цифровые каналы (до 140 Мбит/сек, технология РДН)

### V этап

в 80-х г. XX в.

-технология SDH – синхронной цифровой иерархии ( 10 Гбит/сек)  
-технология DWDM – спектрального мультиплексирования (от сотен Гбит/сек – до неск. Тбит/сек)  
-коммерческое использование Internet.  
- нач.80-х г. - ПК (клиент и сервер)  
-сер. 80-х г. стандартные технологии объединения компьютеров в сеть: 1980 г. – Ethernet, Archet; 1985 г. – Token Ring, Token Bus; 1989 г. – FDDI; конец 90-х г.  
- Классическая Ethernet  
- Fast и Gigabit Ethernet

## Л.2. Назначение, функции, структура, характеристики и классификация ИС

### Назначение информационных сетей

Обеспечение эффективного предоставления различных услуг пользователям сети посредством организации удобного и надёжного доступа к ресурсам, распределённым в сети.

### Виды компьютерных сетей

локальные сети

региональные сети

глобальные сети

### Характеристики локальных и глобальных сетей

Принцип  
организации  
данных

Используемая  
коммутационная  
среда

Качество  
каналов  
связи

Сложность методов  
передачи и  
использованной  
аппаратуры

Скорость  
обмена  
данными

топология

Объём предлагаемых услуг

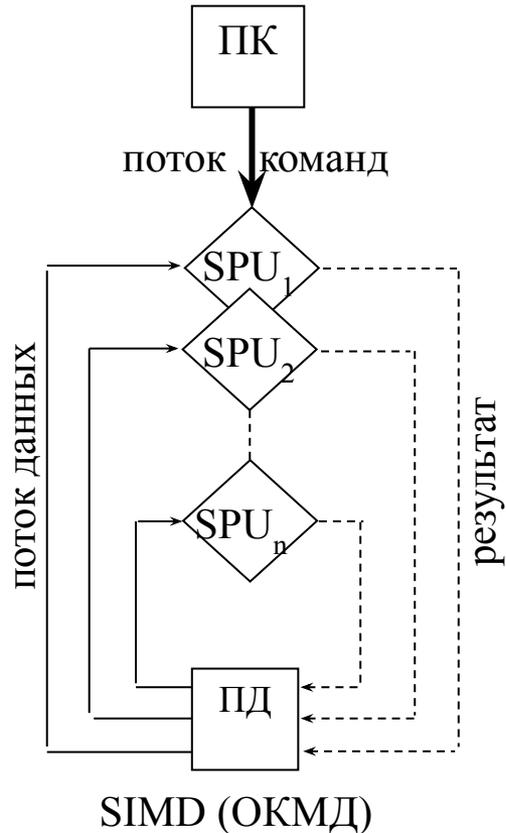
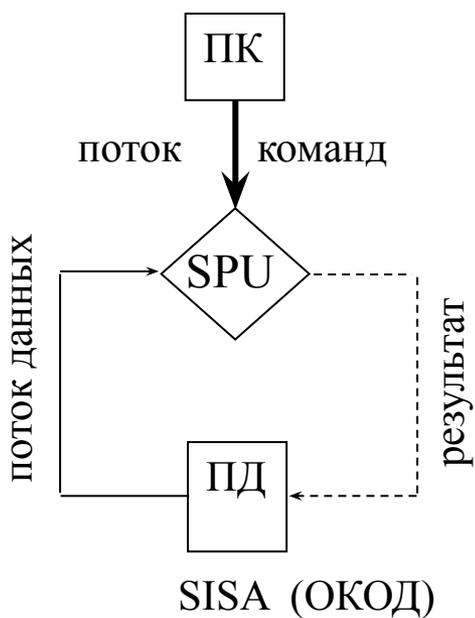
Метод коммутации

Оперативность выполнения запросов

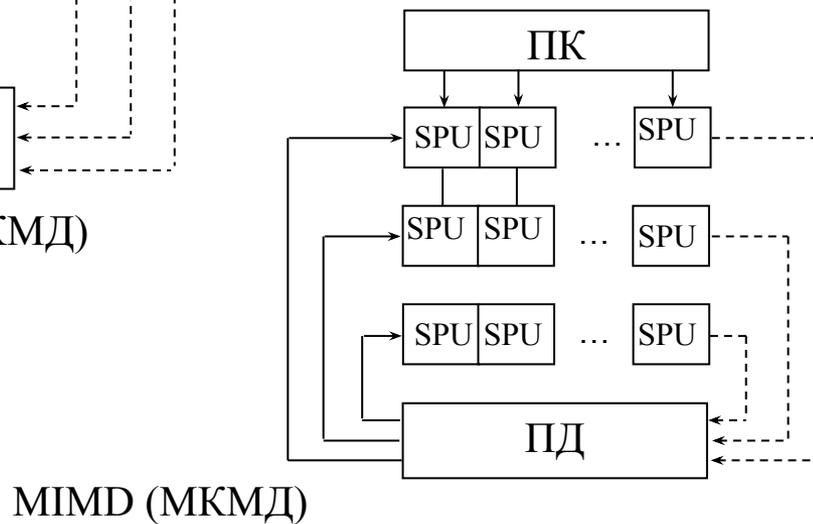
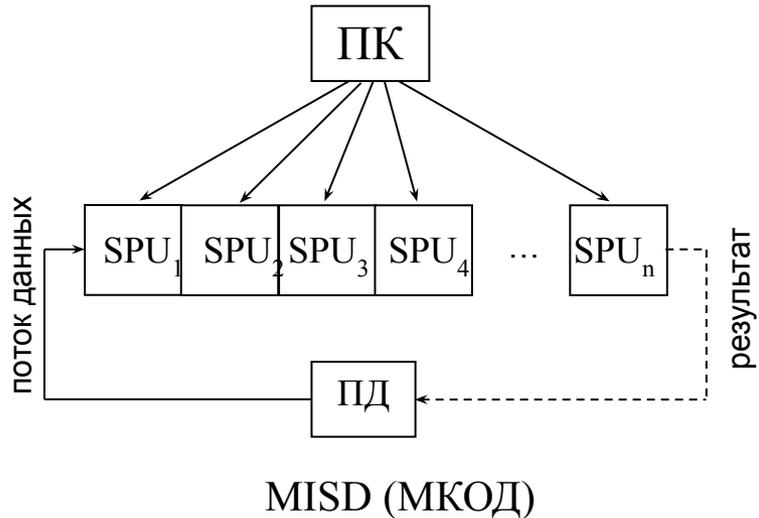
Масштабируемость

# Классификация архитектур вычислительных систем (Флина)

## Однопроцессорные ВС



## Многопроцессорные ВС



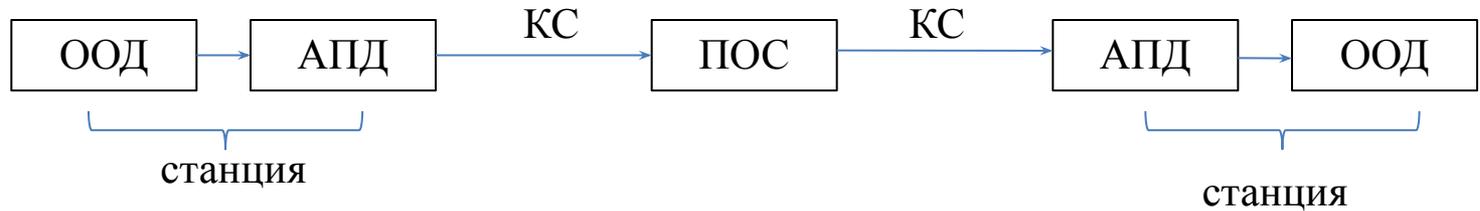
### Л.3. Принципы построения информационных сетей.

Системы распределенной обработки данных

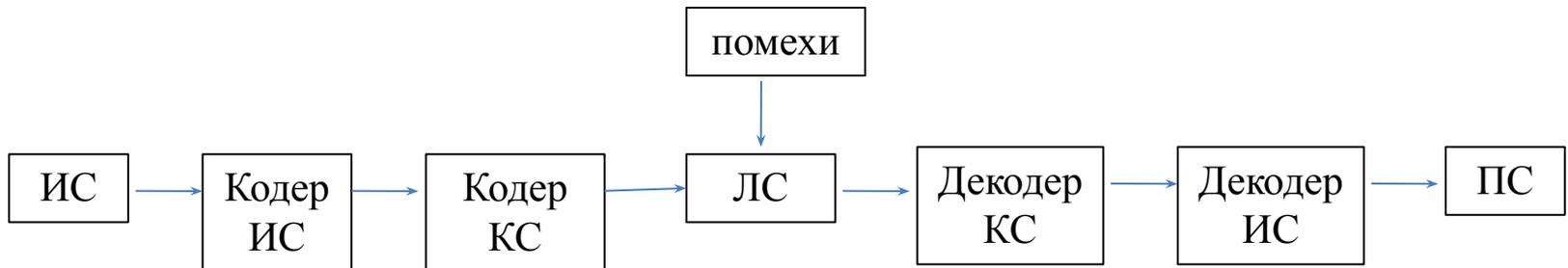
системы телеобработки данных (СТОД)



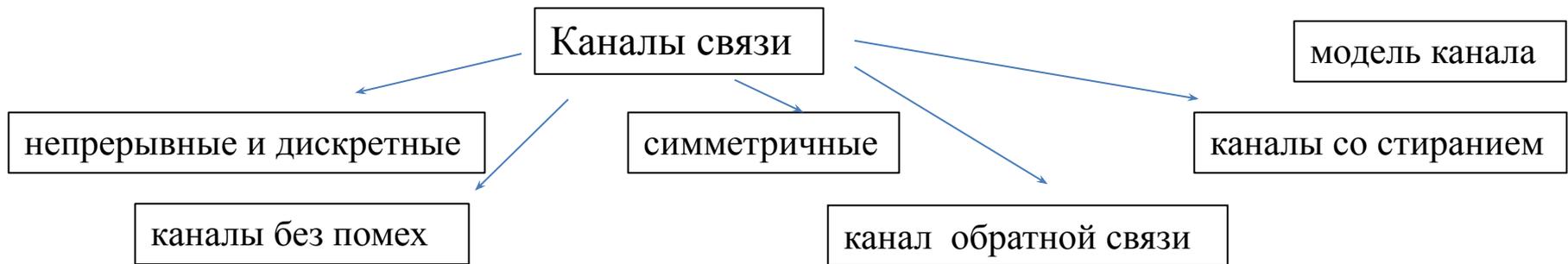
информационно-вычислительные сети (ИВС)



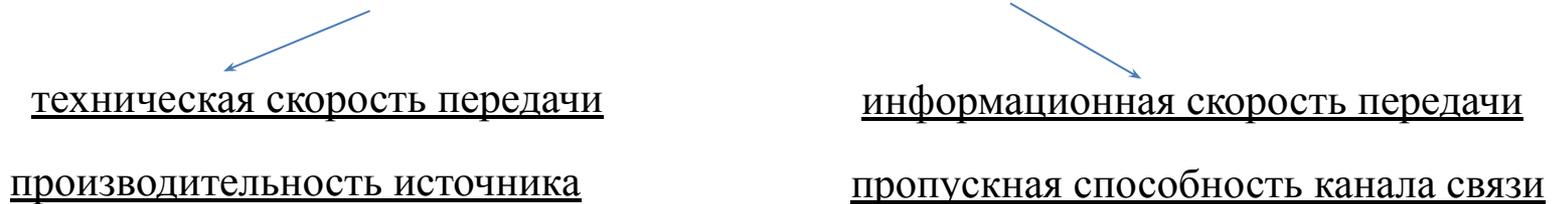
Обобщенная структура канала связи



## Основные характеристики каналов связи



## Скорость передачи информации по каналам связи



## В телекоммуникационных системах (ТКС)

Симплексные

в теле – и радиосетях

Выделенные каналы связи

Полудуплексные

в информационно –  
справочных и запросо -  
ответных системах

Дуплексные

в системах с РОС и ИОС

Коммутируемые каналы связи



# Л.4Согласование физических характеристик канала связи и сигнала

- $T_K$  – время доступа канала [с];
- $F_K$  – полоса пропускания каналов [Гц];
- $H_K$  – допустимое превышение сигнала над помехами в канале.

Объем канала  $V_K = T_K \cdot F_K \cdot H_K$

- $T_C$  – длительность сигнала [с];
- $F_C$  – полоса частот (ширина спектра) сигнала [Гц];
- $H_C$  – уровень превышения сигнала над помехой.

Необходимое условие согласования канала связи и сигнала

$$V_K \geq V_C \quad (V_C \leq V_K)$$

Достаточное условие согласования канала связи и сигнала

$$F_K < F_C$$

Согласование статистических свойств источника сообщения и канала связи



# Типы линий связи (ЛС) (сред передачи данных)

## Характеристики

Стоимость

Пропускная  
способность

Удобство  
подключения

Предельная длина ЛС

Закрытость  
передачи данных

Кабельные ЛС

Коаксиальный кабель

Оптоволоконные ЛС

Радиоканал

Экранированная и  
неэкранированная  
витая пара

STP-кабели

ИТР-кабели

толстые и тонкие

-повышена помехоустойчивость  
-снижена излучаемая энергия в пространство  
-несанкционированное подключение к коаксиальному кабелю возможно, но сложнее чем к витой паре.  
-пропускная способность 50–100 Мбит/сек,  
-длина – несколько километров,  
-затухание сигнала в 10МГц составляет до 1дБ/м.

- скорость передачи от 10 до 100Мбит/сек,  
- сравнительно помехоустойчивы  
- возможность свободного несанкционированного подключения или повреждения

-высокая помехоустойчивость  
-отсутствие излучения энергии в пространство.  
-несанкционированное подключение практически невозможно.  
-скорость передачи в Гбит/сек,  
-затухание сигнала практически отсутствует.  
-недостатки - сложность монтажа, низкая механическая прочность, чувствительность к ионизирующему излучению,  
-долговечность ниже, чем у электрического.

-высокая стоимость;  
-невысокая помехозащищенность  
-невысокая защищенность от проникновения.

Устройства с инфракрасным излучением и ряд других

## Л. 5. Способы синхронизации в системах передачи данных

### Синхронная передача

- наличие дополнительной линии связи для передачи синхронизирующих импульсов;
- выдача битов данных производится в моменты проявления синхроимпульсов;
- синхронизация приема и передачи осуществляется достаточно надежно;
- увеличение стоимости канала связи за счет необходимости организации дополнительной линии связи

### Асинхронный тип передачи

- не требуется использование дополнительной линии связи;
- передача осуществляется блоками фиксированной длины (байтами);
- синхронизация принимаемой станции обеспечивается тем, что перед каждым передаваемым байтом посылается дополнительный сигнал – старт-бит или старт- байт;
- после переданного байта передается дополнительный сигнал – стоп байт;
- данный метод синхронизации целесообразен в системе с достаточно низкими скоростями передачи.

### Системы с автоподстройкой

- не требуют применения дополнительной линии связи, поэтому часто применяются в современных высокоскоростных системах передачи данных;
  - синхронизация достигается за счет использования самосинхронизирующихся кодов;
  - кодирование данных заключается в том, чтобы обеспечить регулярные и частые изменения уровней сигналов;
  - каждый переход уровня сигнала от высокого к низкому используется для подстройки приемника.
- 
- потенциальный код без возвращения к нулю;
  - потенциальный код с возвратом к нулю;
  - манчестерский код.

# Л.6. Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем (1983 г. ISO)

## Прикладной уровень

средства управления прикладными процессами

## Представительный уровень

реализуются функции представления данных (кодирования, форматирования, структурирования).

## Сеансовый уровень

-предназначен для организации и синхронизации диалога, ведущегося объектами сети  
-определяется тип связи (дуплекс, полудуплекс), начало и окончание заданий, последовательность и режим обмена запросами и ответами, взаимодействиями партнеров.

## Транспортный уровень

предназначен для управления каналами в сети передачи данных. обеспечивается связь между оконечными пунктами: - мультиплексирование и демultipлексирование (сборка/разборка пакетов);  
- обнаружение и устранение ошибок передачи данных;  
- реализация заказанного уровня услуг (заказанной скорости и надежности передач )

## Сетевой уровень

-формирование пакетов по правилам тех промежуточных сетей, через которые проходит исходный пакет,  
-маршрутизация пакетов

## Канальный уровень

-предоставляет услуги по обмену данными между логическими объектами предыдущего, выполняет функции, связанные с формированием и передачей кадров, обнаружением и исправлением ошибок,

## Физический уровень

-предоставляет механические, электрические, функциональные и процедурные средства для установления, поддержания и разъединения логических соединений между логическими объектами канального уровня.  
-реализует функции передачи бита данных через физические среды.  
-осуществляется представление информации в виде электрических или оптических сигналов, преобразование формы сигналов, выбор параметров физических сред передачи данных.

## Прикладной уровень

Обеспечивает прикладным процессам пользователя средство доступа к сетевым ресурсам:

- запуск и выполнение программ пользователя;
- ввод-вывод данных;
- управление терминалами;
- административное управление сетью.

Функционируют следующие технологии: электронная почта, теле- и видеоконференции, удалённый доступ к ресурсам.

## Представительный уровень

Устанавливаются стандартные формы представления данных в согласованных форматах и синтаксисе. Обеспечивает трансляцию и интерпретацию программ с разных языков программирования, реализуются функции представления данных (кодирования, форматирования, структурирования).

## Сеансовый уровень

Обеспечивает управление сеансами связи:

- обеспечивает средства необходимые для организации, синхронизации и административного управления обменом данными между сетевыми объектами.
- управление очередностью режимов передачи данных (симплекс, полудуплекс, дуплекс).

## Транспортный уровень

Управление сегментированием данных и сквозной передачей данных от источника к потребителю. Обеспечивает установление логического канала, качества передачи данных (мультиплексирование, демупльтиплексирование (сборка/разборка пакетов), обнаружение и устранение ошибок передачи данных; реализация заказанного уровня услуг (заказанной скорости и надежности передач ))

## Сетевой уровень

Выполняется структуризация данных – формирование пакетов на пакеты и присвоение пакетам сетевых адресов.

Обеспечивает управление сетью, т.е. маршрутизацию передачи данных, адресацию данных, коммутацию каналов, пакетов, сообщений, мультиплексирование. Реализуется главная телекоммуникационная функция сетей – обеспечение связи и её пользователей.

## Канальный уровень

Протоколы данного уровня обеспечивают управление информационным каналом:

- обеспечивается непосредственная связь объектов сетевого уровня
- установление, поддержание логических каналов,
- обеспечение физических соединений, контроля и исправления ошибок.

## Физический уровень

-предоставляет механические, электрические, функциональные и процедурные средства для установления, поддержания и разъединения логических соединений между логическими объектами канального уровня.

-реализует функции передачи бита данных через физические среды.

-осуществляется представление информации в виде электрических или оптических сигналов, преобразование формы сигналов, выбор параметров физических сред передачи данных.

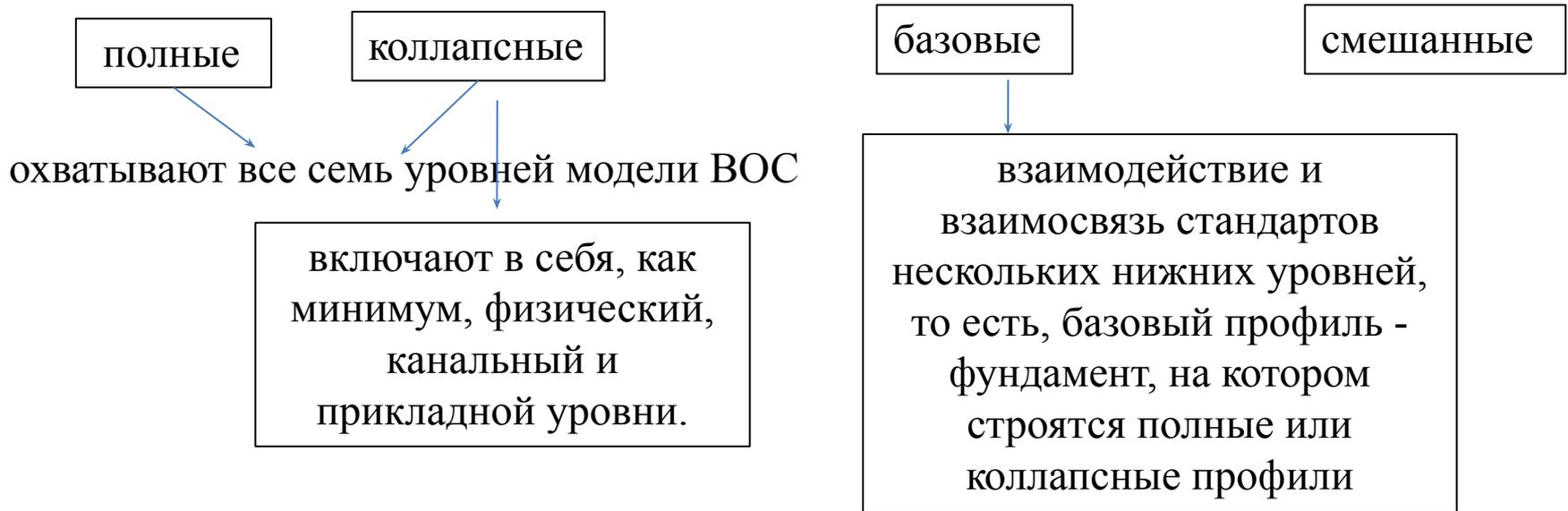
-управление выполняется на уровне битов цифровых (импульсы, их амплитуда и форма) и аналоговых (амплитуда, частота и фаза)

## Л.7. Сетевые протоколы их роль и функции.

### Уровни протоколов и их связь с уровнями модели ВОС

Уровни эталонной модели	Уровни и функции протоколов
Прикладной	Инициализация и прием заказов
Представительный	Добавление в пакет форматированной, отобранной и инициированной информации
Сеансовый	Добавление информации о трафике с указанием момента отправки пакета
Транспортный	Добавление информации, необходимой для обработки ошибок
Сетевой	Добавление адресной информации и инструкции о местоположении пакета относительно последовательности передаваемых пакетов
Канальный	Добавление информации для проверки ошибок и подготовки данных для физической передачи
Физический	Передача пакета, как потока бита данных посредством электромагнитных сигналов

## Функциональные профили



## Стеки протоколов

### Стек OSI

- на нижних уровнях поддерживает такие стандартные протоколы как Ethernet, Token Ring, FDDI, а также протоколы глобальных сетей;
- протокол стека OSI отличается большой сложностью и неоднозначностью спецификаций;
- из-за своей сложности требуют больших затрат вычислительной мощности, поэтому более предпочтительны для случаев мощных машин, чем персональный компьютер (ПК).

### Стек TCP/IP

- большинство компьютеров взаимодействует через Internet посредством этого стека;
- использовался для связи компьютеров в сети Internet и в большом количестве локальных сетей;
- высокие требования к вычислительным ресурсам,
- сложность администрирования.

## Л.8,9. Основные принципы передачи информации на физическом уровне

### I. Модуляция и демодуляция.

АМ, ЧМ, ФМ, АМ – ЧМ, ЧМ – АМ, ЧМ – ЧМ,  
АИМ, ШИМ, ВИМ, КИМ, ЧИМ

### II. Кодирование

помехозащищенные и непомехозащищенные коды,  
эффективное и помехоустойчивое кодирование.

### III. Уплотнение информационных потоков (мультиплексирование)

#### Цели кодирования

При заданной скорости передачи  
обеспечение минимальной ошибки

При заданной достоверности обеспечение скорости  
передачи низкой пропускной способности канала

#### Теорема кодирования Шеннона

Требования, предъявляемые к системам передачи

Эффективность (скорость) и помехоустойчивость (достоверность) передачи

# Виды сигналов

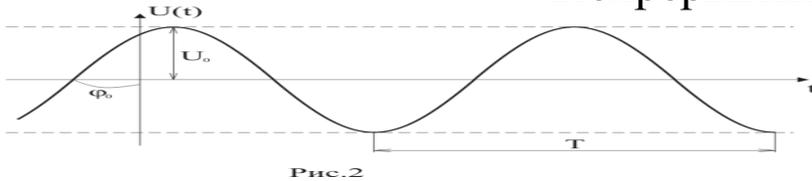
Непрерывные сигналы  
(амплитуда, частота, фаза)

Дискретные сигналы  
(видеоимпульсы,  
радиоимпульсы)

Информационные признаки сигналов:  
а) полярные признаки ; б) амплитудные признаки ;  
в) временные признаки ;  
г) фазовые признаки ; д) частотные признаки

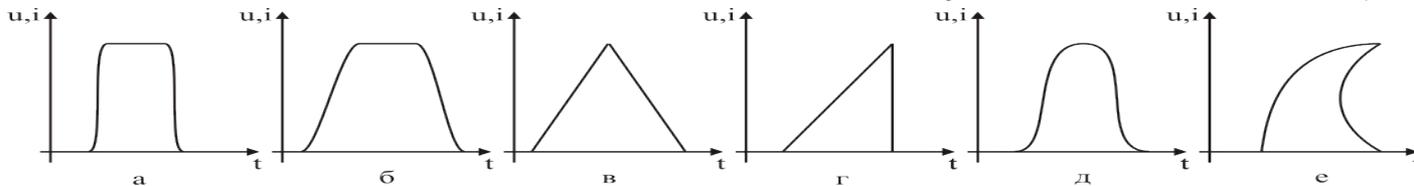
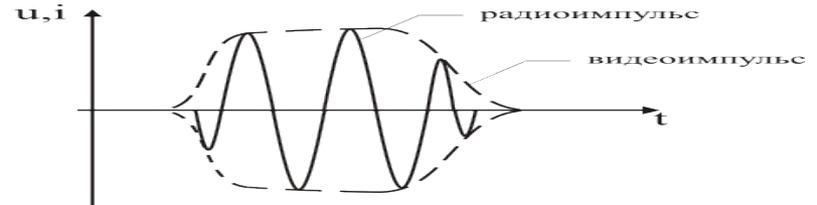
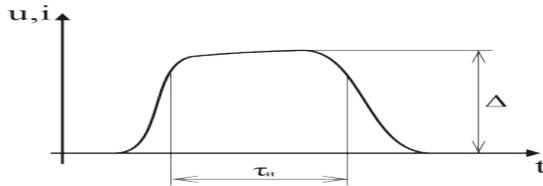
прямоугольная, трапецеидальная,  
треугольная, пилообразная,  
колоколообразная, экспоненциальная.

## Непрерывные сигналы



Характерными параметрами являются амплитуда, частота, фаза.

## Дискретные сигналы



# Сообщения. Квантование сигналов. Теорема Котельникова

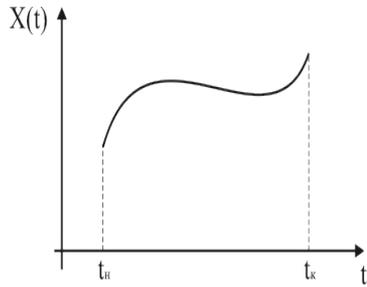


Рис.6 Общий вид непрерывного сообщения

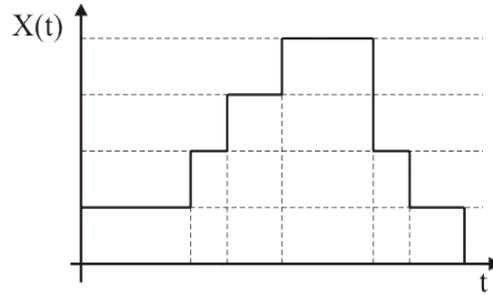


Рис.7 Сообщение, непрерывное по времени и дискретное по множеству

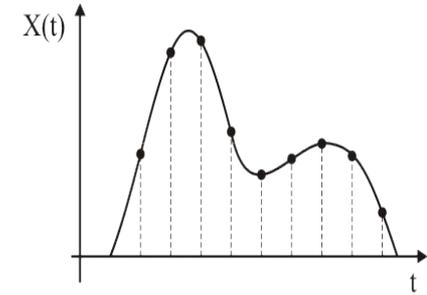


Рис.8 Сообщение, непрерывное по множеству и дискретное по времени

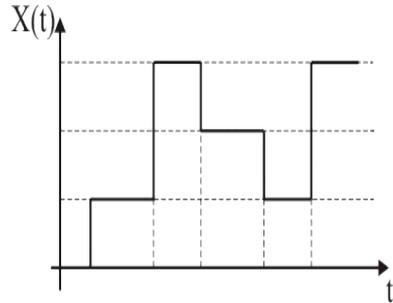


Рис.9 Сообщение, дискретное по времени и множеству

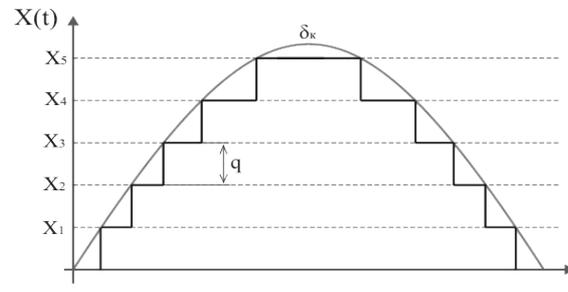


Рис.10 Квантование по уровню

уровни квантования

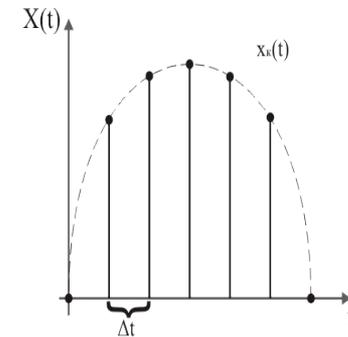


Рис.11 Дискретизация непрерывного сообщения

шаг квантования

равномерное квантование, неравномерное квантование. ошибка или «шум» квантования

**ТЕОРЕМА:** Любая непрерывная функция  $y(t)$ , частотный спектр которой ограничен сверху некоторым значением частоты  $f \leq F_{\max}$ , может быть полностью и безошибочно восстановлена по ее дискретным значениям (отсчетам), взятым через интервал времени  $\Delta t \leq (2 \cdot F_{\max})^{-1}$ .

# Виды переносчиков сигналов и их характеристики.

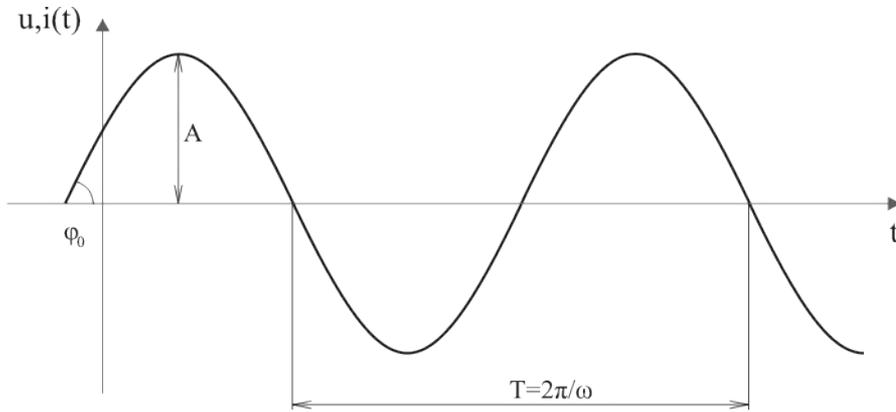


Рис.15 Параметры гармонического переносчика

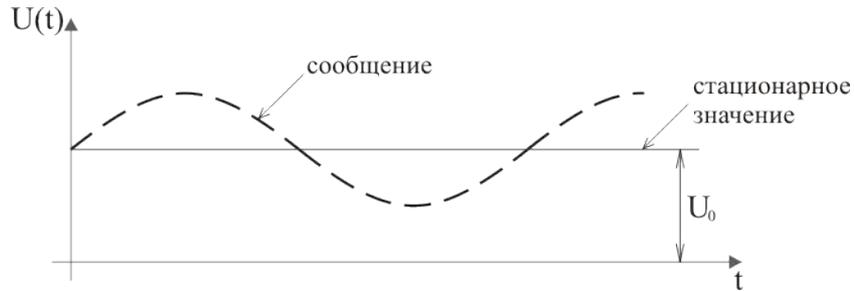
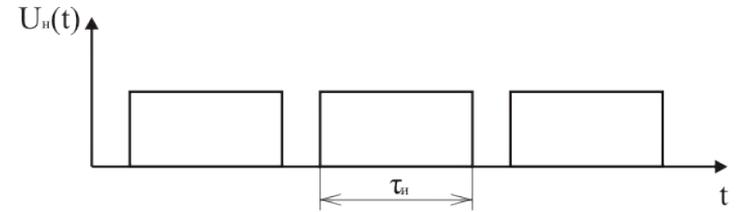
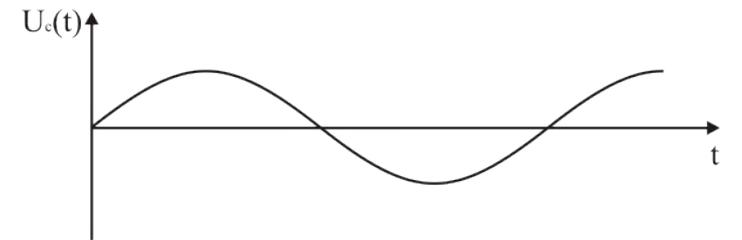


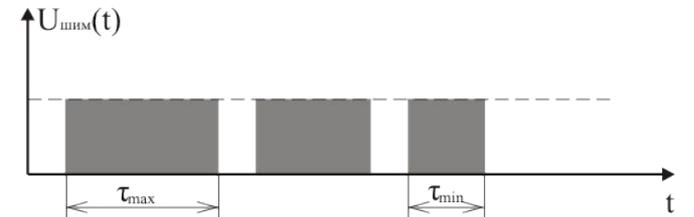
Рис.14 Прямая модуляция стационарного переносчика



а) Импульсная несущая



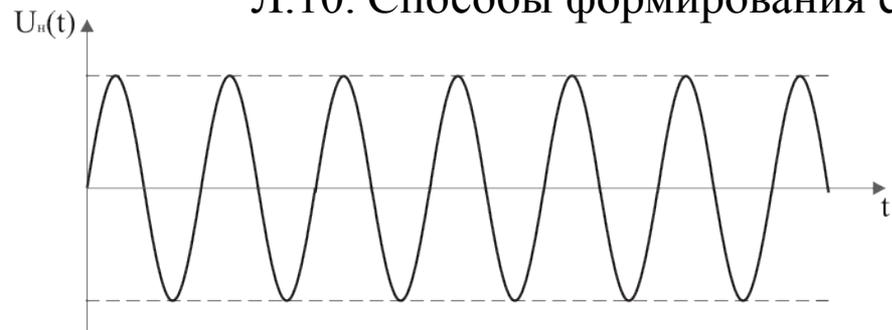
б) Первичный сигнал



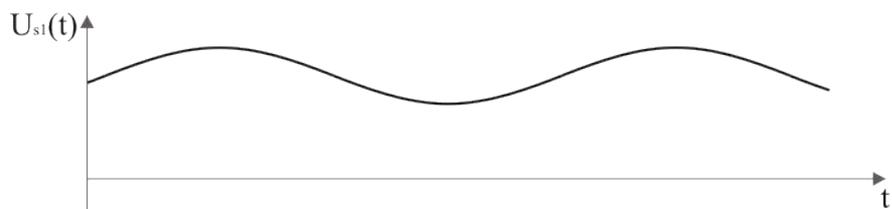
в) ШИМ-сообщение

Рис.24 Принцип формирования ШИМ-сигналов

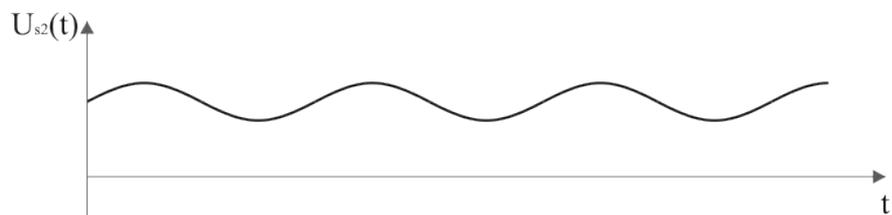
# Л.10. Способы формирования сигналов. Непрерывная модуляция



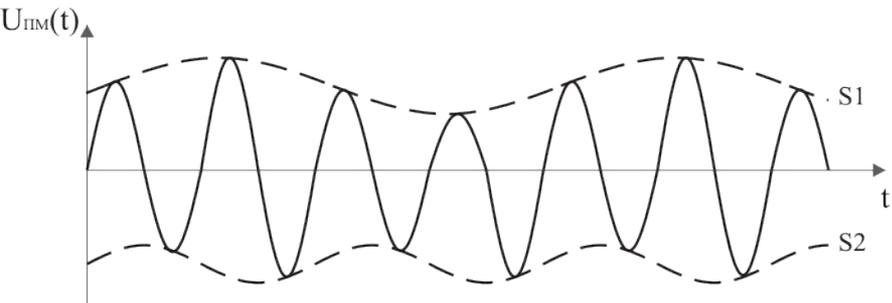
а) Несущая  $\omega_0$



б) Модулирующий сигнал S1

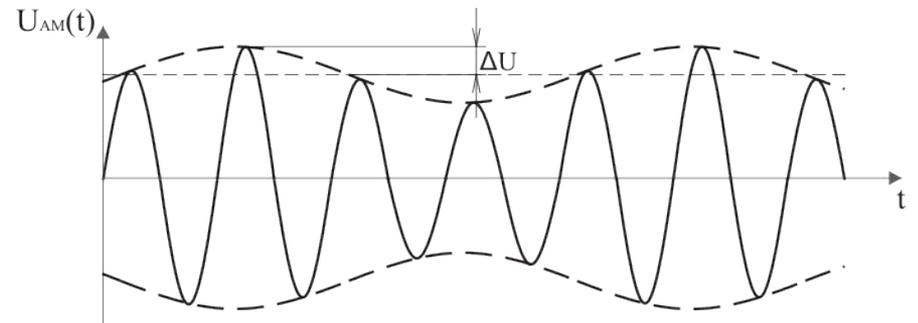


в) Модулирующий сигнал S2

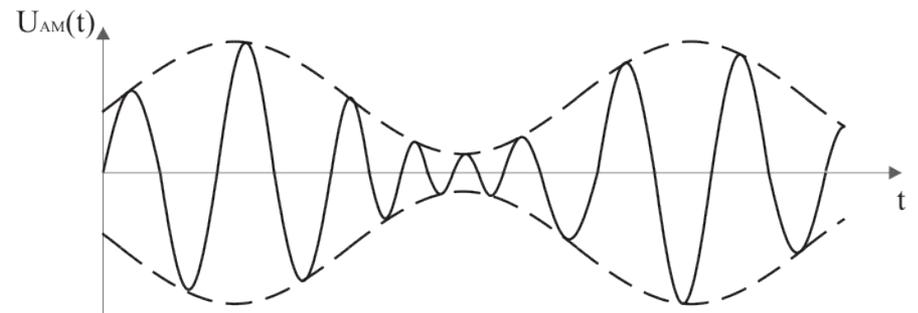


в) ПМ-сигнал

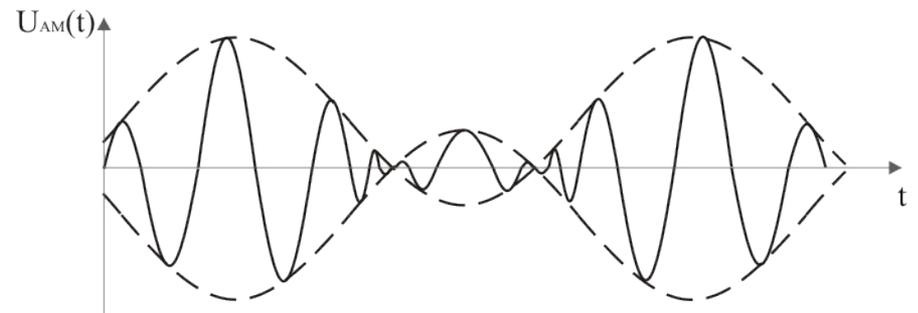
Рис.22 Формирование полярной модуляции



а)  $m < 1$



б)  $m = 1$



в)  $m > 1$

Рис.19 Вид АМ-колебаний при  $m \leq 1$

# Импульсная модуляция

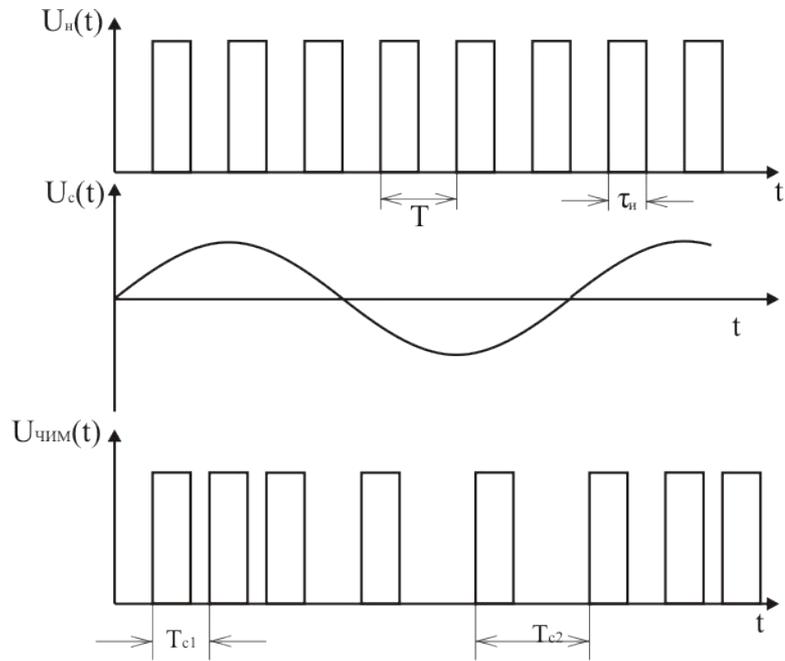
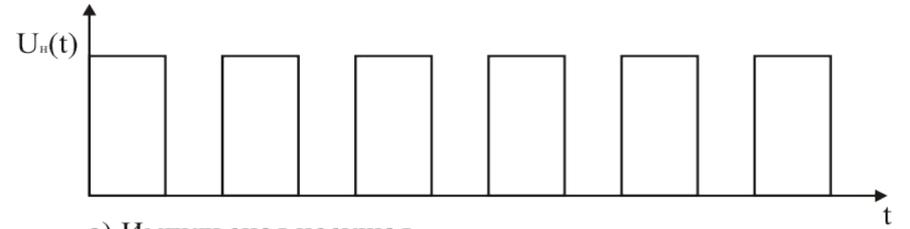
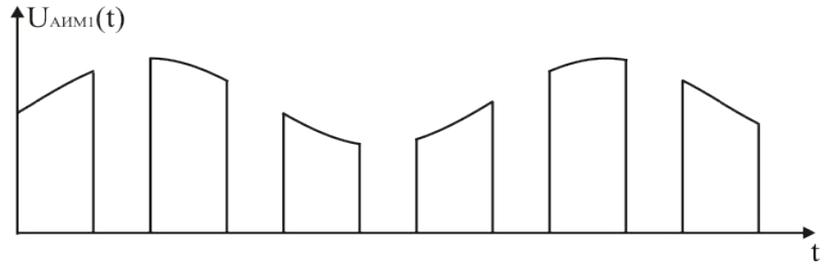


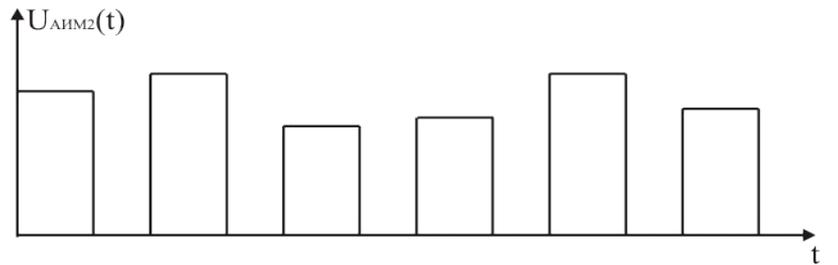
Рис.26 Формирование ЧИМ-сигналов



а) Импульсная несущая



б) Вариант АИМ-1



б) Вариант АИМ-2

Рис.23 Получение АИМ

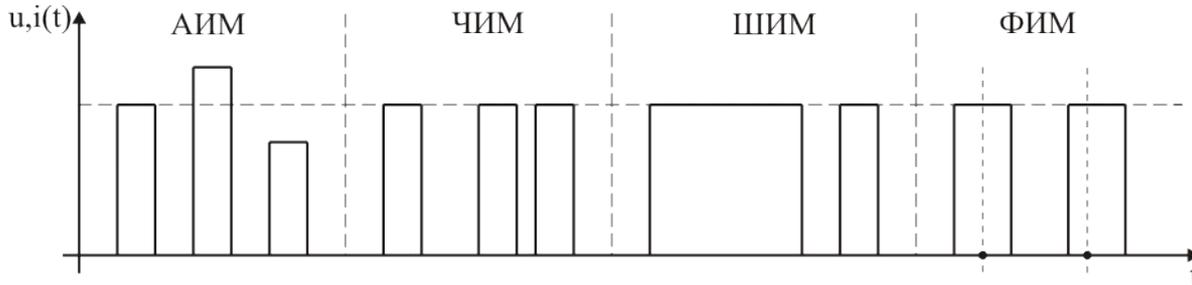


Рис.17 Виды импульсной модуляции

# Л.11. Методы коммутации в системах передачи данных

## Схемы коммутации

### Коммутация каналов

Монопольное использование каналов связи по соответствующему запросу

### Коммутация сообщений

Сообщения передаются между компьютерами сети с временной буферизацией их на дисках каждого из компонентов

### Коммутации пакетов

Канал передачи данных занят только на время передачи пакета, и он освобождается после этого для передачи других пакетов

Коммутаторы

Маршрутизаторы

## СРАВНЕНИЕ КОММУТАЦИИ КАНАЛОВ И ПАКЕТОВ.

Коммутация каналов	Коммутация пакетов
<p>1. Гарантированная пропускная способность (полоса) для взаимодействия абонентов</p> <p>2. Сеть может отказать абоненту в установлении соединения</p> <p>3. График реального времени передается без задержек</p> <p>4. Адрес используется только на этапе установления соединения</p>	<p>1. Пропускная способность сети для абонентов неизвестна, задержки передачи носят случайный характер.</p> <p>2. Сеть всегда готова принять данные от абонента</p> <p>3. Ресурсы сети используются эффективно при передаче пульсирующего трафика</p> <p>4. Адрес передается с каждым пакетом</p>

# Л.12,13. Организация доступа к сетям

## Методы обмена данными в локальных вычислительных сетях

### В сети типа «звезда»

активный  
центр

пассивный центр

### В сети типа «шина»

децентрализованное управление

1 -узел, желающий передать информацию, следит за состоянием сети и, как только она освобождается, начинает вести свою передачу;

2 – узел, ведя передачу данных, одновременно контролирует состояние сети, если столкновение не обнаружено, передача доводится до конца;

3 – если столкновение обнаружилось, то узел усиливает его. С таким расчетом, чтобы это столкновение было гарантированно обнаружено другими узлами сети, после чего прекращает передачу. Также поступают другие передающие узлы.

4 – после прекращения неудачной попытки узел выдерживает паузу и затем повторяет свою попытку передачи, контролируя столкновения. При наличии повторного столкновения длительность паузы увеличивается и так далее.

### В сети типа «кольцо»

Передача маркера

1 – узел, желающий передать сообщение, ждет прихода свободного маркера, получив который, он помечает, что он занят, путем уменьшения соответствующего числа бит, затем добавляет ему свой пакет данных, и вес это направляет дальше по кольцу;

2 – каждый узел, получивший такой занятый маркер, принимает его и проверяет: ему ли адресован этот пакет;

3 – если пакет адресован данному узлу, то узел устанавливает в маркере специально выделенный бит подтверждения и отправляет измененный маркер вместе с пакетом дальше;

4 – передававший узел получает обратно свое послание, прошедшее через все кольцо, освобождая маркер, то есть помечает его как свободный и снова посылает маркер в сеть, при этом передавший узел узнает, дошла его посылка до адресата или нет.

### Метод кольцевых сегментов (слотов)

1 – узел, желающий передать данные, разбивает свое сообщение на маленькие пакеты (слоты) определенного размера;

2 – при поступлении на данный узел свободного слота, узел загружает в него первую часть информации, затем ожидает следующего слота и размещает в нем вторую часть информации и так до завершения передачи данных. В каждом слоте есть бит, показывающий свободен слот или нет, а также содержится поле сетевого адреса приемника и передатчика, и бит признака окончания передачи. Так как время передачи в этом методе дискретизируется, то конфликты в этом методе исключаются;

3 – узел, которому адресована информация, просматривает все слоты, которые ему адресованы и устанавливает в каждом принятом слоте бит подтверждения;

4 – передающий узел получает свои слоты обратно по кольцу и получает их, как свободные.

# Л.14. Топологии информационных сетей

## Типы локальных вычислительных сетей

централизованные  
(центральная станция)

децентрализованные  
(одноранговые)

«шина»

«звезда»

«КОЛЬЦО»

### Базовые технологии локальных сетей

Сеть	Ethernet	Token Ring	Arcnet	FDDI
Параметры				
Топология	«Шина»	«Звезда – кольцо»	«Звезда – шина»	«Кольцо»
Скорость передачи	10-100 Мбит/с	4-16 Мбит/с	2,5 Мбит/с	100 Мбит/с
Количество абонентов	До 1024	До 255	До 255	До 1000
Физическая среда передачи		Коаксиальный кабель		Оптоволоконный кабель
Максимальная протяженность	2,5 (6,5) км	360 м	6 км	22 км
Максимальное расстояние между абонентами	1 км	90 м	600 м	2 км
Метод доступа	CSMA/CD – метод множественного доступа с нейтральной несущей с обнаружением коммутации	Маркер	Маркер	Маркер