

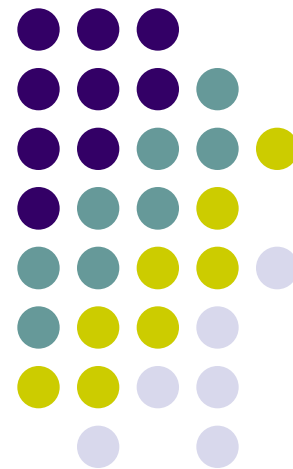
# Курс «Компьютерные сети»

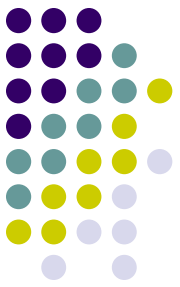
---

## Лекция №2

Принципы функционирования  
физической среды передачи  
данных.

Протоколы канального уровня.

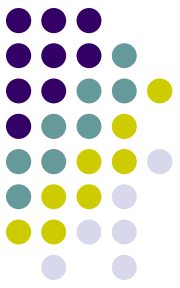




# Содержание

- Теоретические основы передачи данных
- Среды передачи
- Метод доступа к сети
- Структура стандартов IEEE 802.1 - 802.5
- Спецификации физической среды Ethernet

# Ограничения на пропускную способность



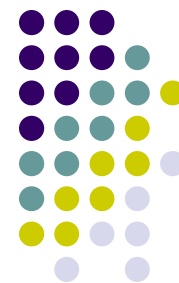
Передача любого символа воспроизведение некоторой функции  $g(t)$ , где  $t$  - время, а значение этой функции определяет изменение тока или напряжения.

$$g(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft)$$

- Ни в какой среде сигнал не может передаваться без потери энергии.
- Разные среды искажают сигналы разной частоты по-разному. С ростом частоты искажения растут.

Определение

## Полоса пропускания



- Характеристику канала, определяющую диапазон частот, которые канал пропускает без существенных изменений, называют **полосой пропускания**.

Определение

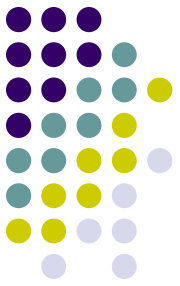
# Скорость передачи сигнала



- Скорость передачи зависит от способа кодирования и сигнальной скорости - скорости изменения значения сигнала.
- Эта скорость изменений в секунду измеряется в бодах.

Определение

# Пропускная способность канала

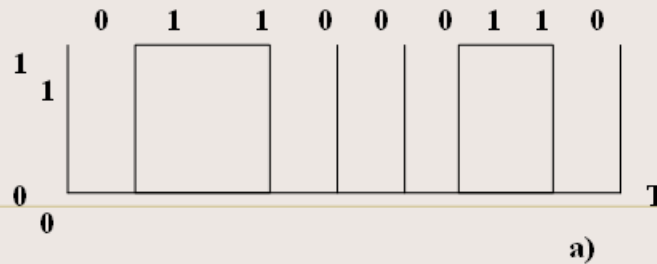


- Максимальную скорость, с которой канал способен передавать данные, называют **пропускной способностью канала.**

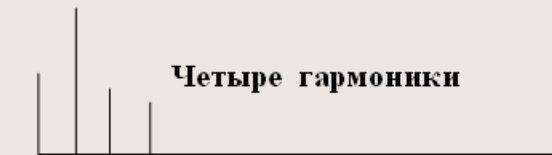
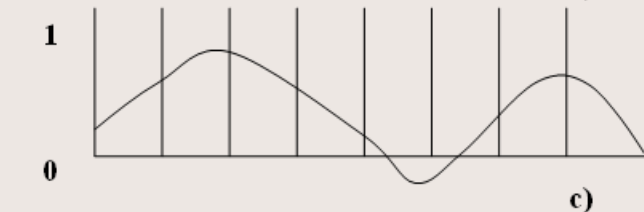
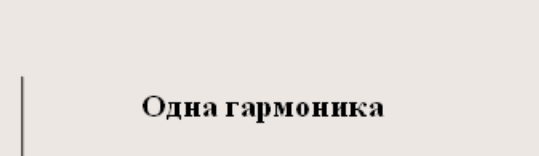
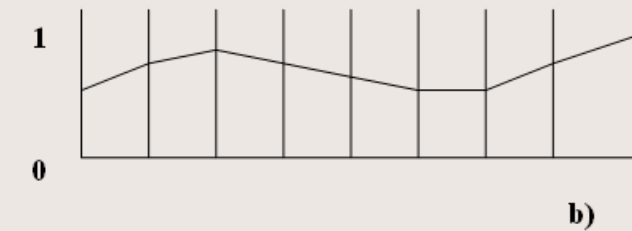
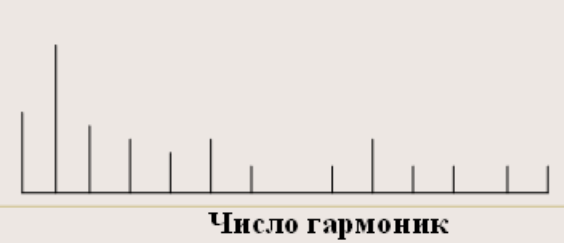


# Представление сигнала

Бинарное представление сигнала

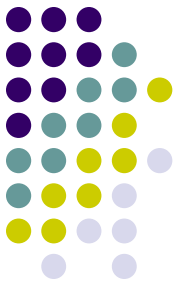


Фурье аппроксимации сигнала



Скорость передачи сигнала

# Теорема Найквиста



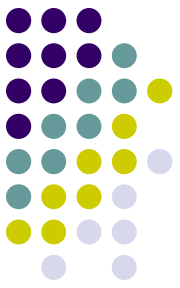
$$\max \text{ data rate} = 2H \cdot \log_2 V \text{ (bps)}$$

$H$  - ширина полосы пропускания канала;  
 $V$  - количество уровней в сигнале.



Скорость передачи сигнала

# Теорема Шеннона



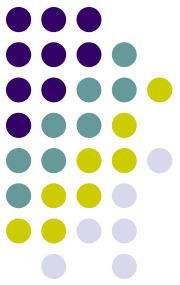
$$\max \text{bps} = H \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

$H$  - ширина полосы пропускания канала

$S/N$  - соотношение сигнал-шум в канале

Пример

# Скорость передачи сигнала



- По каналу с полосой пропускания в 3000Гц и уровнем шума 30dB нельзя передать данные быстрее, чем со скоростью 30 000 bps.

*характеристики телефонной линии*

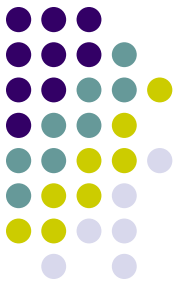
# Среды передачи



- *Назначение физического уровня - передать поток бит от одной машины к другой.*

Характеристики

# Среды передачи

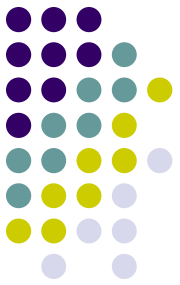


- полоса пропускания
- пропускная способность
- задержка
- СТОИМОСТЬ
- простота прокладки
- сложность в обслуживании
- достоверность передачи
- затухание, помехоустойчивость, и т.д.

Виды

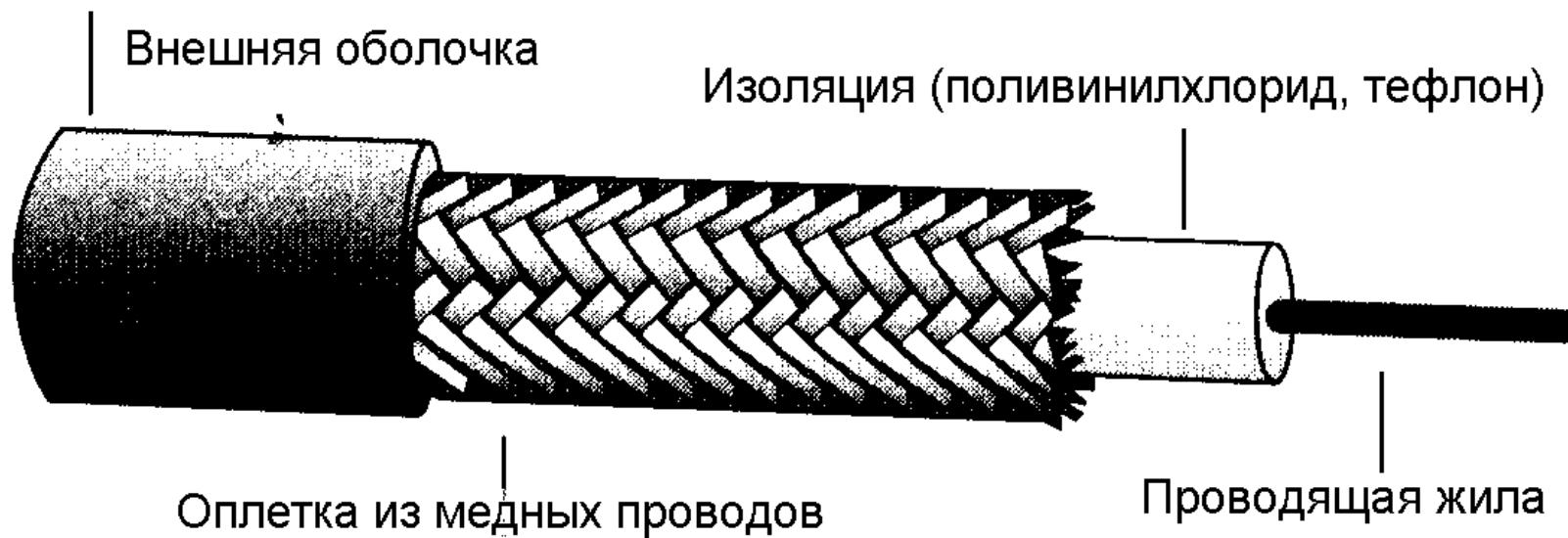
# Среды передачи

- Магнитные носители
- Витая пара
- Коаксиальные кабели
- Оптоволокно
- Беспроводная связь



Среды передачи

# Коаксиальный кабель



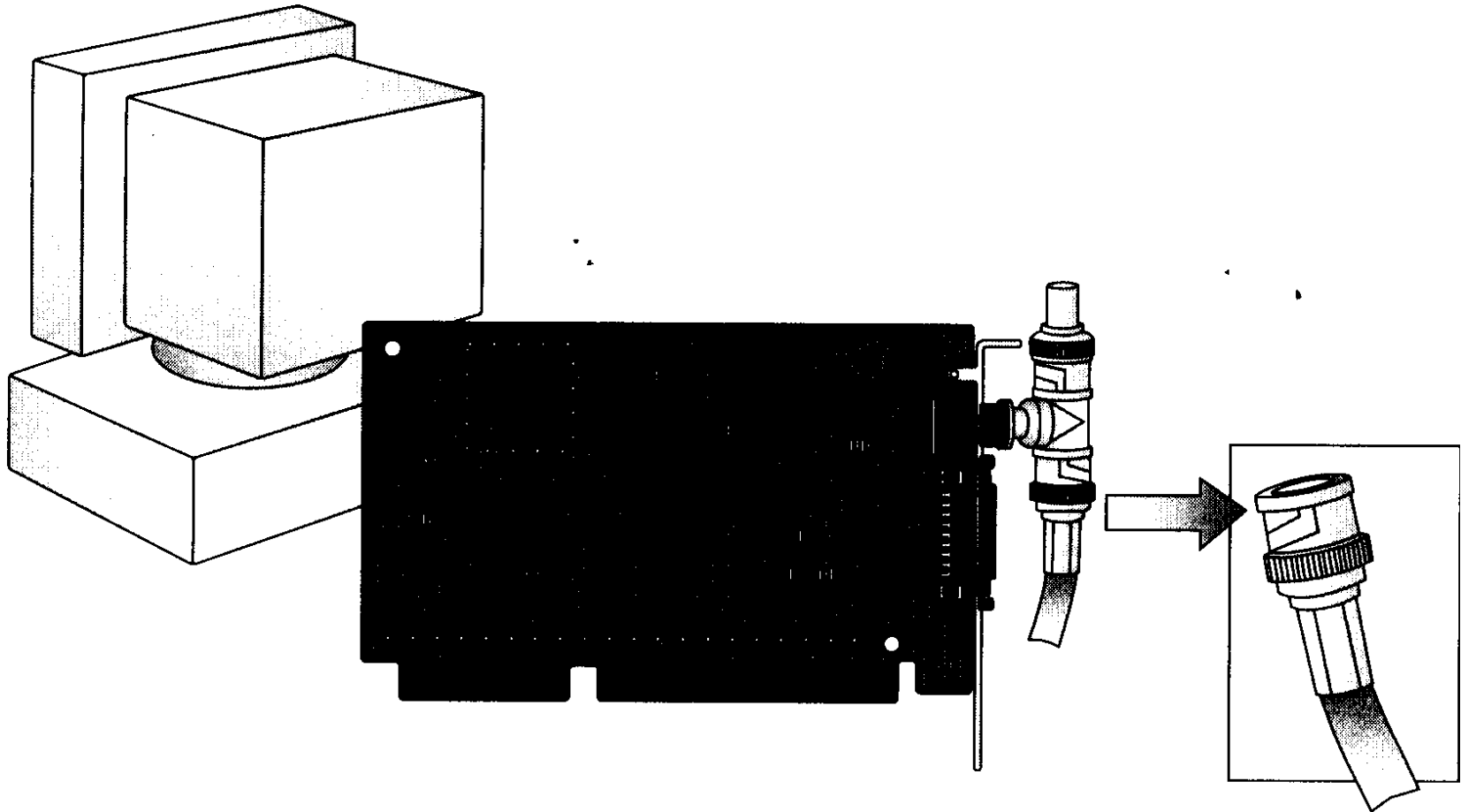
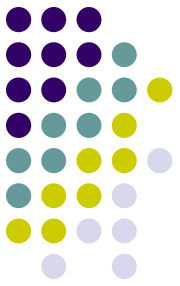
# Коаксиальный кабель



- **Тонкий коаксиальный кабель** — гибкий кабель диаметром около 0,5 см. Он прост в применении и годится практически для любого типа сети. Подключается непосредственно к платам сетевого адаптера компьютеров.
- Тонкий коаксиальный кабель способен передавать сигнал на расстояние до 185 м
- **Толстый коаксиальный кабель** — относительно жесткий кабель с диаметром около 1 см толстый коаксиальный кабель передает сигналы на расстояние до 500 м). иногда используют в качестве основного кабеля [магистрала], который соединяет несколько небольших сетей, построенных на тонком коаксиальном кабеле.

Способ подключения

# Коаксиальный кабель





# Витая пара



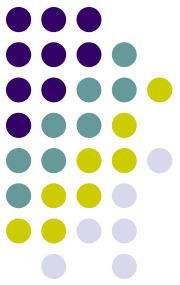
- **Самая простая витая пара** — это два перевитых вокруг друг друга изолированных медных провода.

Существует два типа тонкого кабеля:

- неэкранированная витая пара (UTP)
- экранированная витая пара (STP)

## Категории

# Витая пара



### Категория 1.

Традиционный телефонный кабель, по которому можно передавать только речь, но не данные. Большинство телефонных кабелей, произведенных до 1983 года, относится к категории 1 (до 20 Кбит/с) .

### Категория 2.

Кабель, способный передавать данные со скоростью до 4 Мбит/с. Состоит из четырех витых пар.

### Категория 3.

Кабель, способный передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с. Состоит из четырех витых пар с девятью витками на метр.

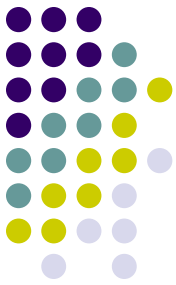
### Категория 4.

Кабель, способный передавать данные со скоростью до 16 Мбит/с. Состоит из четырех витых пар.

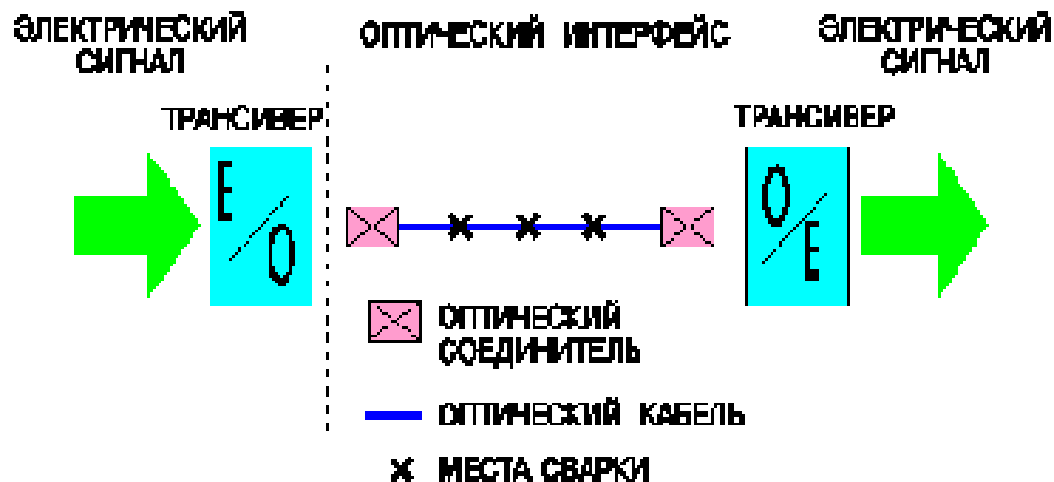
### Категория 5.

Скорость передачи данных зависит от используемого протокола: 100 Мбит/с - FDDI, 155 Мбит/с - АТМ , 1000 Мбит/с - Gigabit Ethernet) Состоит из четырех витых пар медного провода.

# ОПТОВОЛОКНО



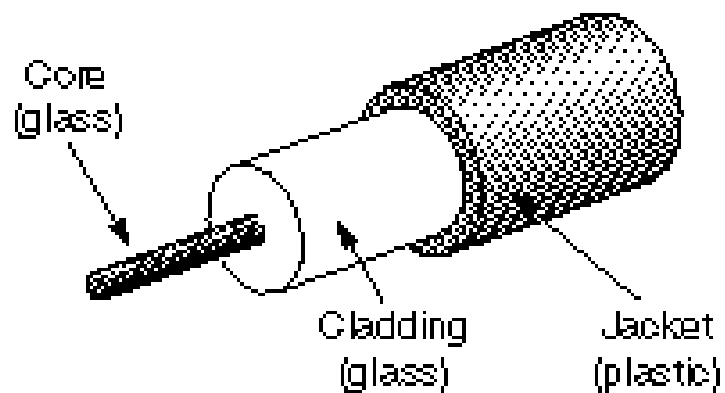
- **Волоконно-оптические линии связи** - это вид связи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно".



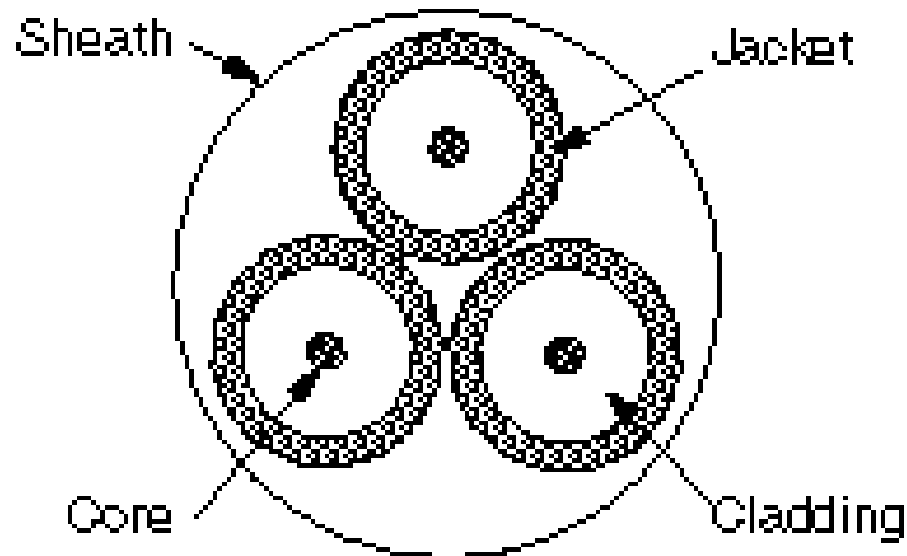
# ОПТОВОЛОКНО



Одно волокно

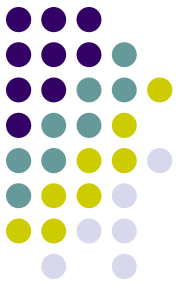


Волоконно-оптический кабель из 3-х волокон

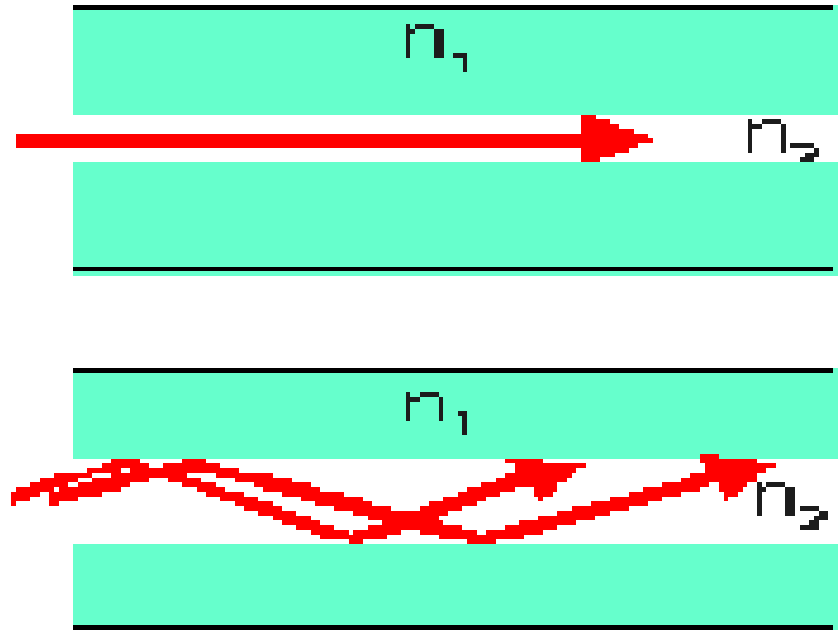


Типы

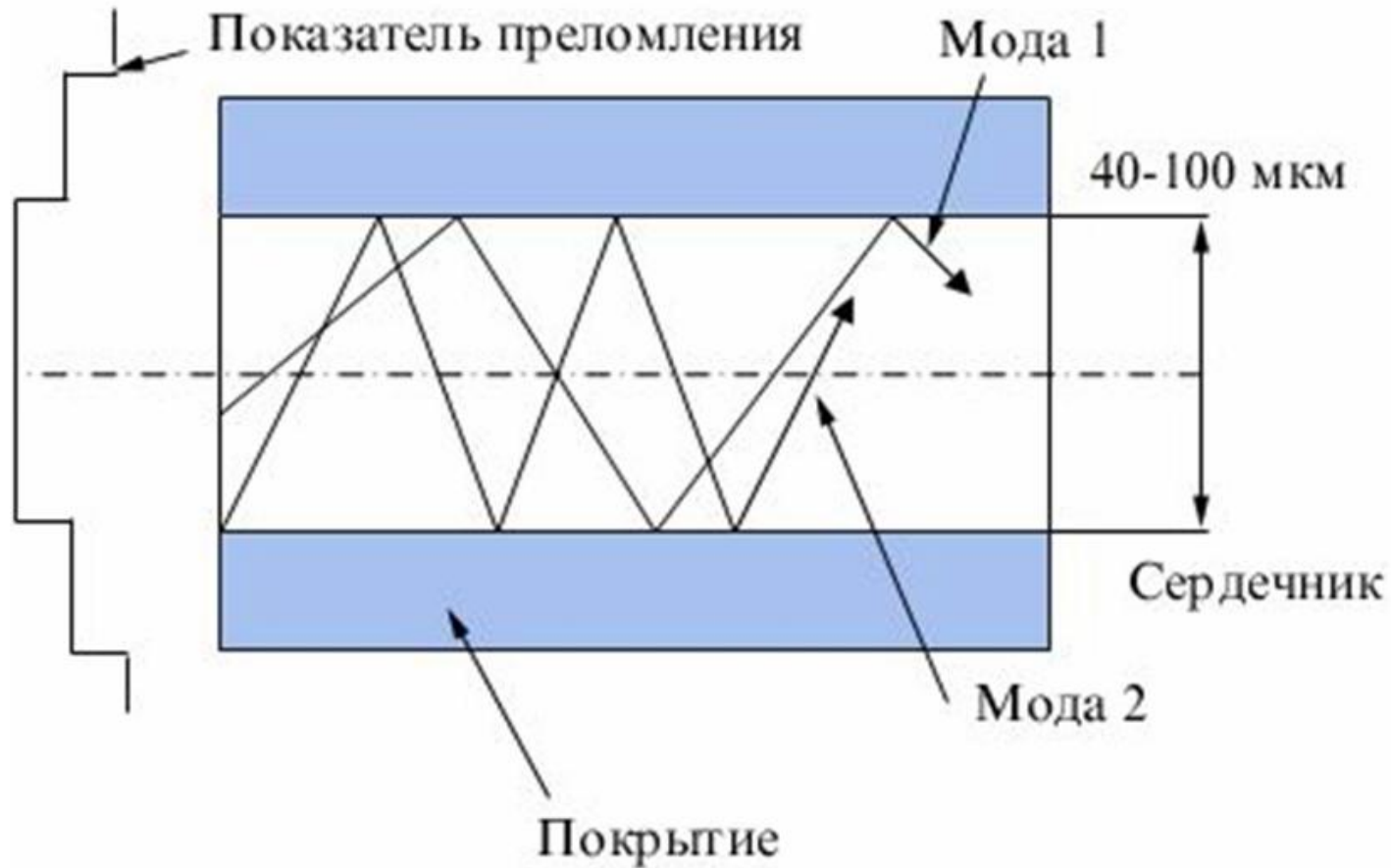
# Оптоволокно



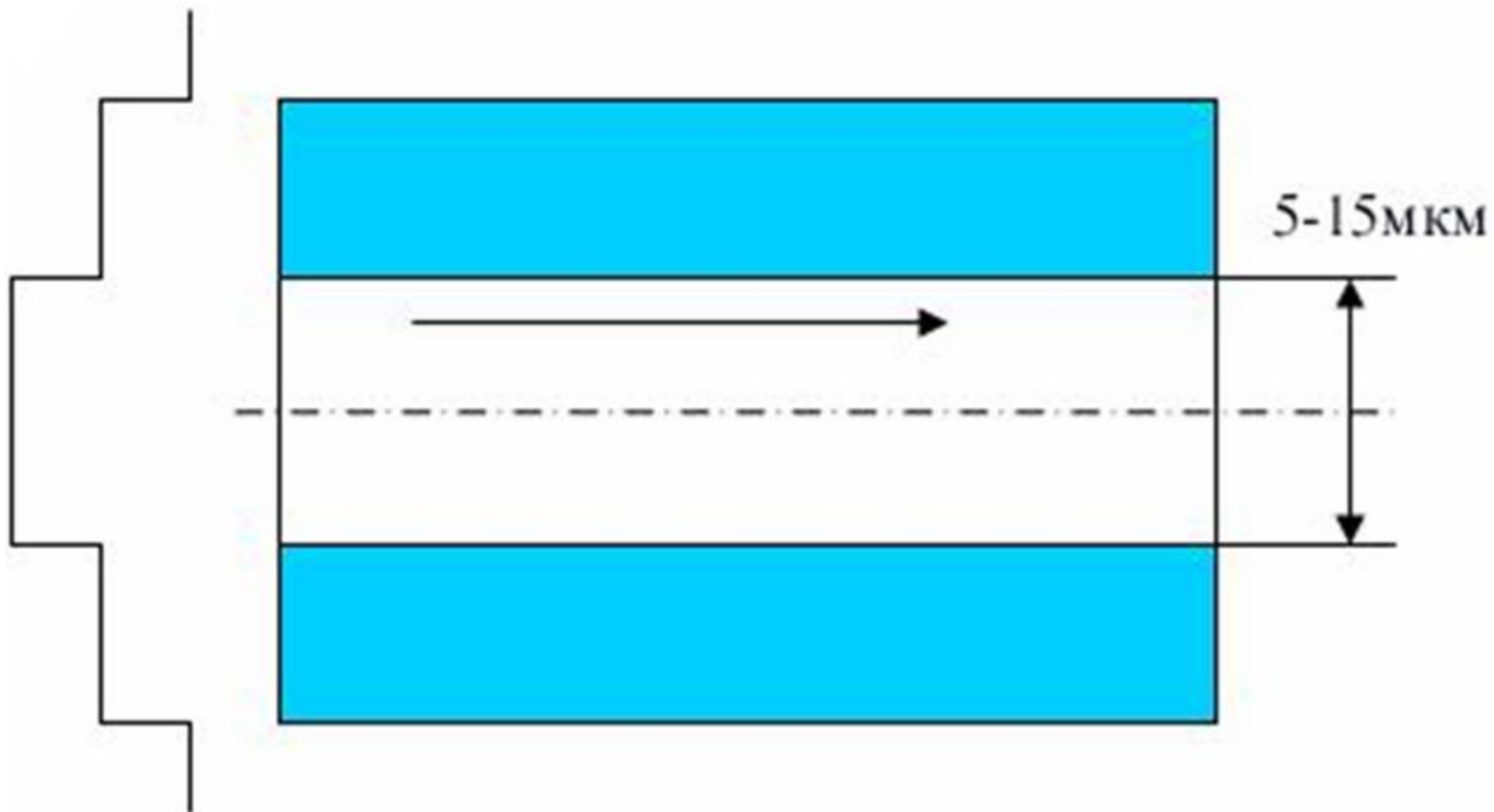
- одномодовое
- многомодовое



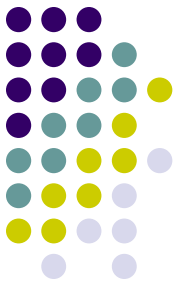
# Многомодовое оптическое волокно



# Одномодовое оптическое волокно



# Оптоволокно



- оптоволокно позволяет передавать сигнал на большее расстояние без промежуточного усиления (от 30 км и более для оптоволокна и 5 км для меди)
- оптоволокно тоньше
- оптоволокно легче: 1 км медного провода весит 8 000кг оптоволоконная пара - 100 кг.
- оптоволокно трудно обнаружить, оно не излучает, а следовательно найти и повредить.
- оптоволокно инертно к электромагнитным воздействиям, радиации
- оптоволокно сложнее монтировать
- работа с ним требует специальной подготовки инженеров, которая пока не столь распространена.
- подключение к оптоволокну дороже пока, чем подключение к витой паре.



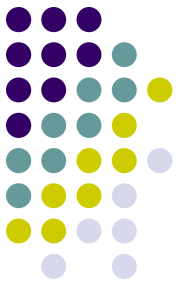
# Беспроводная связь



- Беспроводная связь полезна не только в мобильных вычислительных средствах, но и там где прокладка любого кабеля затруднительна, либо не возможна

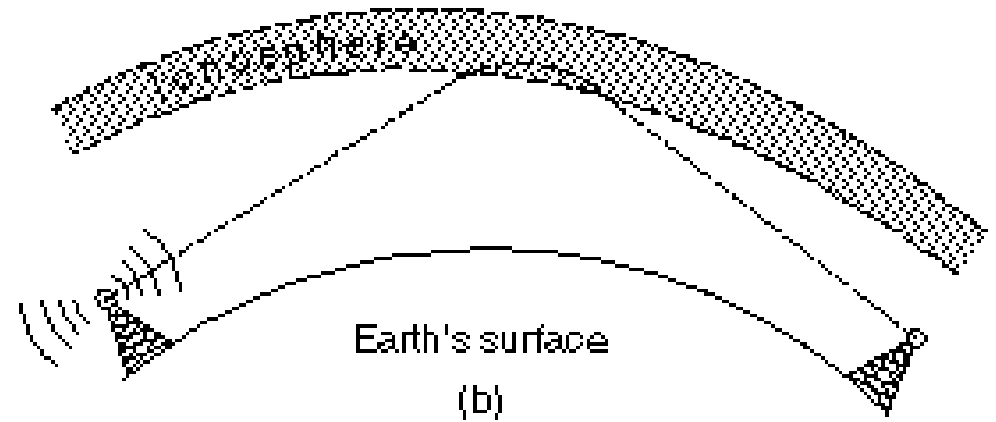
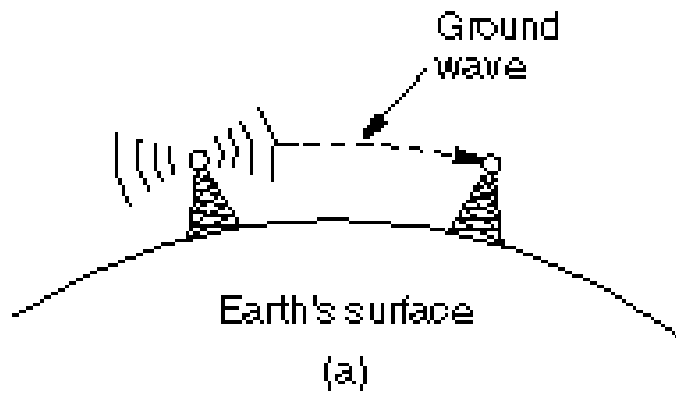
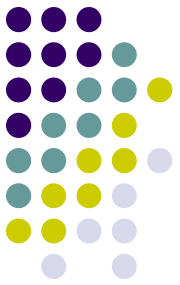
*(горы, старые здания, оперативные коммуникации).*

# Беспроводная связь



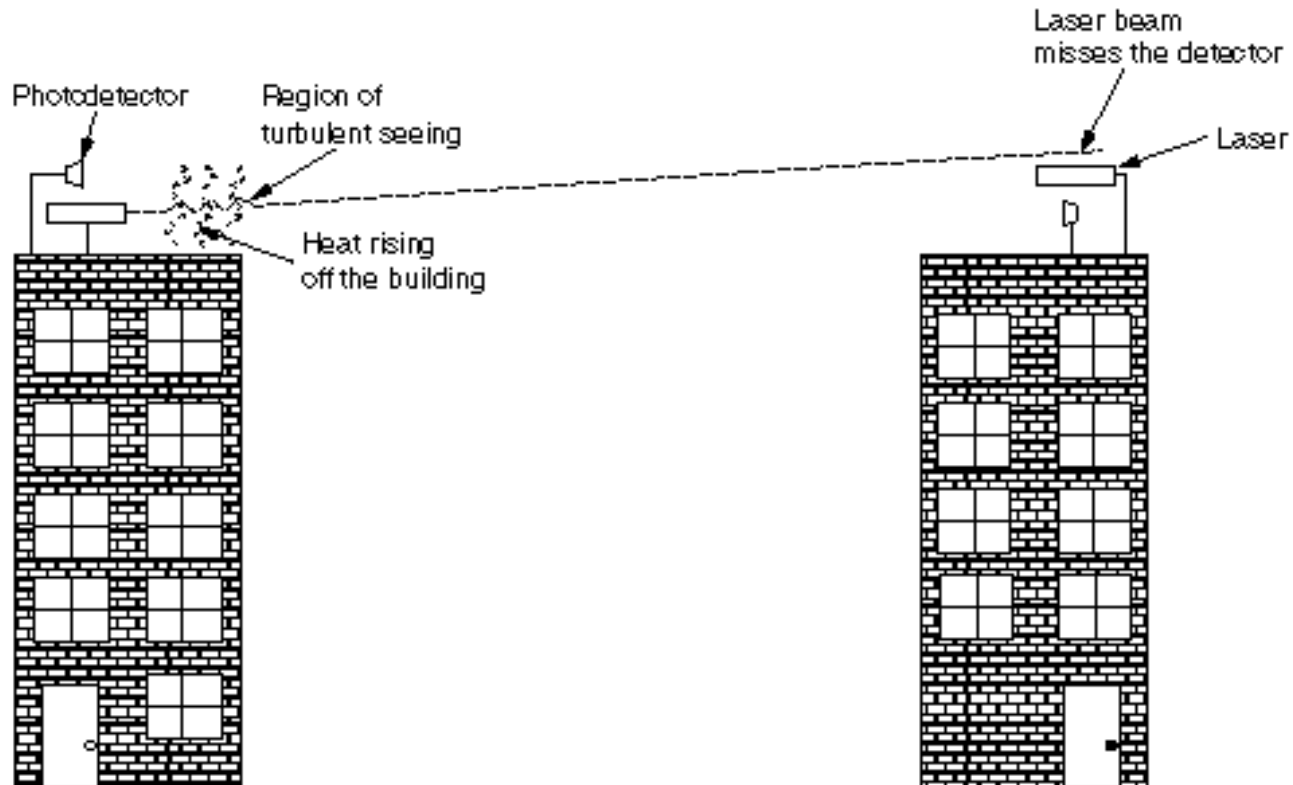
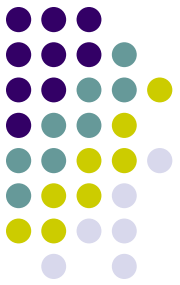
- просто генерировать;
- легко принимать;
- хорошо распространяется во всех направлениях;
- хорошо принимается как в доме, так и вне его;
- низкочастотные волны хорошо преодолевают преграды, но требуют много энергии, они затухают пропорционально  $1/r^3$  от источника;
- высокочастотные волны хуже огибают препятствия, даже дождь - помеха для них, они интерферируют с излучениями от других электрических приборов.

# Беспроводная связь

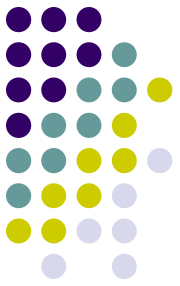


# Лазерная связь

# Беспроводная связь

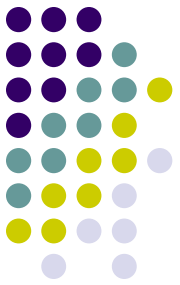


# Телефонные сети



- Телефонная сеть создавалась давно и с целями далекими от тех, которые преследуются при передаче данных между ЭВМ
- Несовершенное качество передачи данных далеко
- Замена медных линий на оптоволокно
- Переход на цифровую систему передачи
- Объединение телефонной и компьютерной сетей

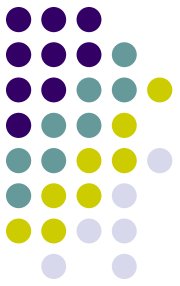
# Телефонные сети



- затухание и нарушение формы в цифровом случае не столь сильно как в аналоговом;
- при ретрансляции цифрового сигнала проще восстановить его изначальную форму, чем в случае аналогового сигнала.
- При ретрансляции аналогового сигнала ошибка накапливается;
- цифровая передача более надежна;
- по цифровой сети можно передавать и данные и голос и музыку одновременно и с большей скоростью;
- цифровая передача дешевле, так как не надо тратить большие усилия на восстановление формы сигнала;
- цифровую сеть проще эксплуатировать;

Структура

# Телефонные сети

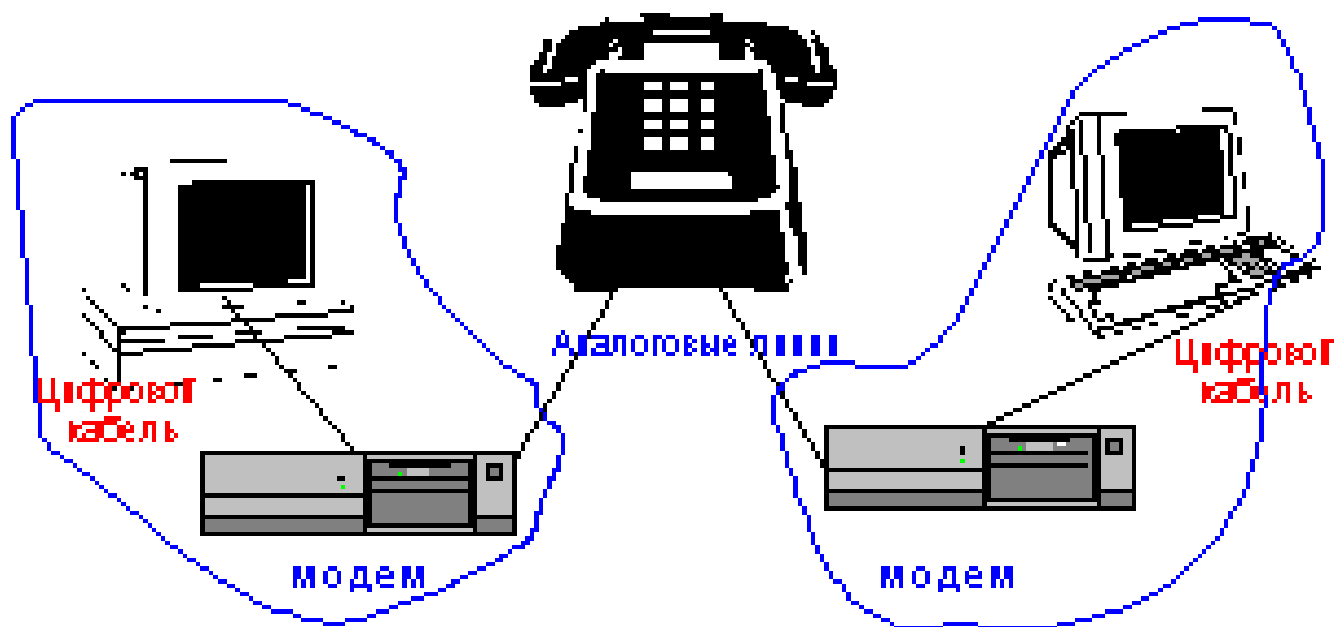


- локальные петли;
- магистрали  
(оптоволоконных, микроволновых и т.д.);
- станций коммутации.

# Аналогово-цифровое преобразование Телефонные сети



Телефонная Станция





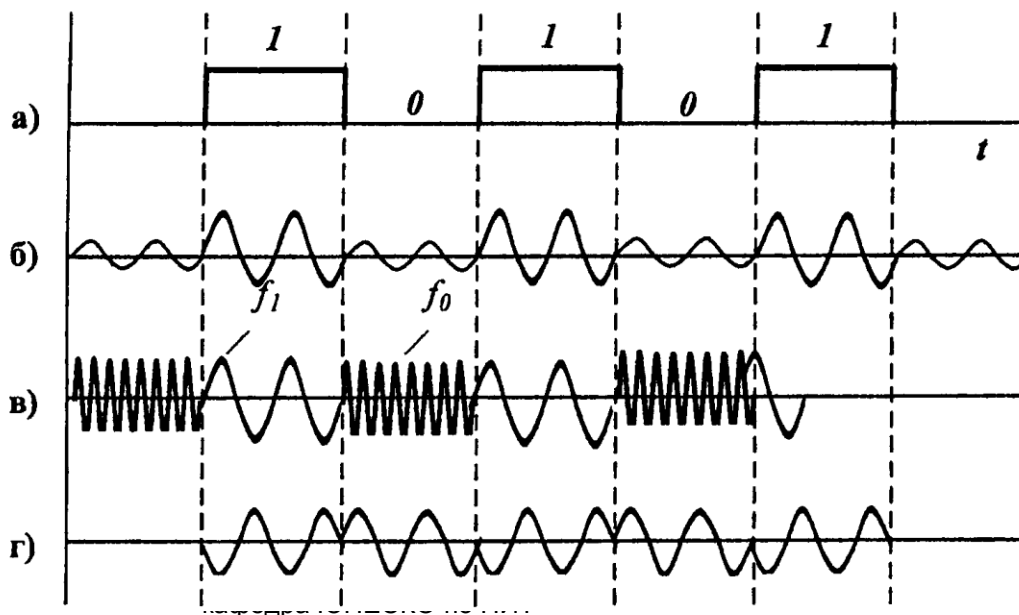


## Модуляция

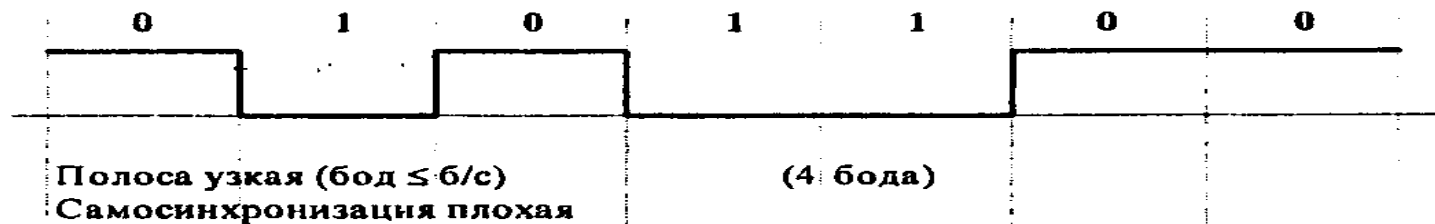
# Телефонные сети

В зависимости от способа передачи информации различают два основных типа физического кодирования. Это модуляция – для аналогового сигнала и цифровое кодирование - для цифрового.

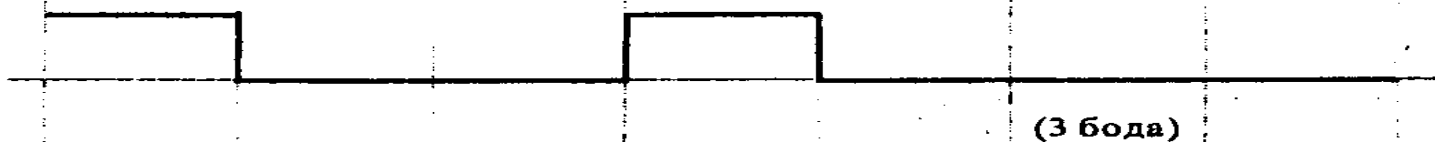
Аналоговая модуляция применяется для передачи данных по каналам с узкой полосой частот. При аналоговой модуляции информация кодируется изменением амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала несущей частоты.



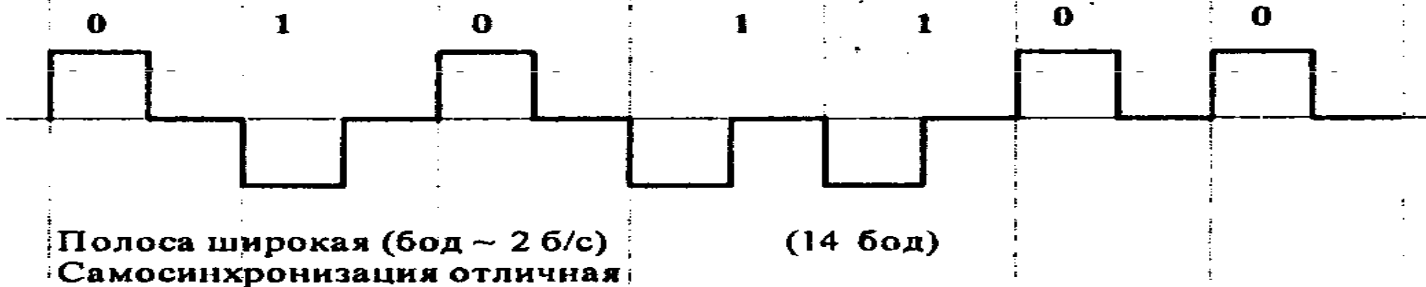
**а) Потенциальный код или NRZ-код**



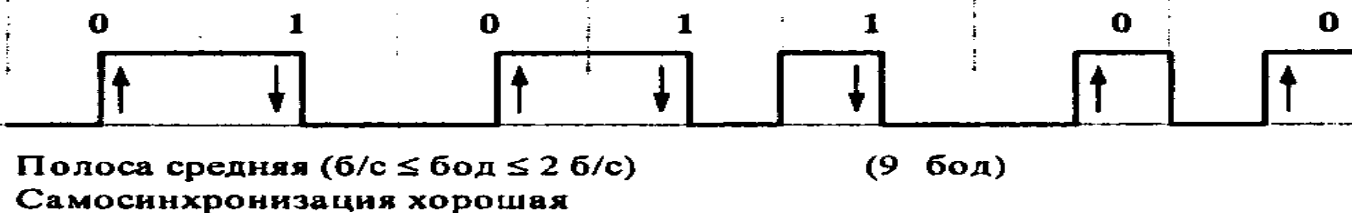
**б) Потенциальный код с инверсией при единице NRZI**



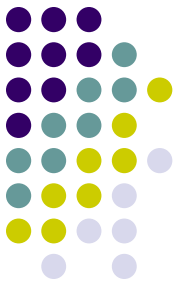
**в) Биполярный код (импульсы разной полярности)**



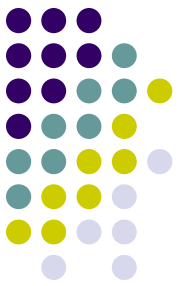
**г) Манчестерский код (кодирование перепадами)**



# Логическое кодирование



- Избыточные коды (4В/5В)
- Скремблирование (перемешивание)



# Метод доступа к сети

**Метод доступа** — набор правил, которые определяют, как компьютер должен отправлять и принимать данные по сетевому кабелю.

Методы доступа служат для:

- предотвращения одновременного доступа к кабелю нескольких компьютеров;
- упорядочивания передачи и приема данных;
- гарантирования, что в каждый момент времени, только один компьютер может работать на передачу.

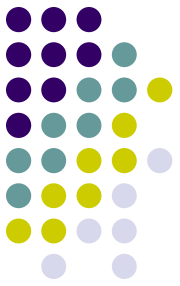
# Метод доступа к сети



- методом коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением КОЛЛИЗИЙ

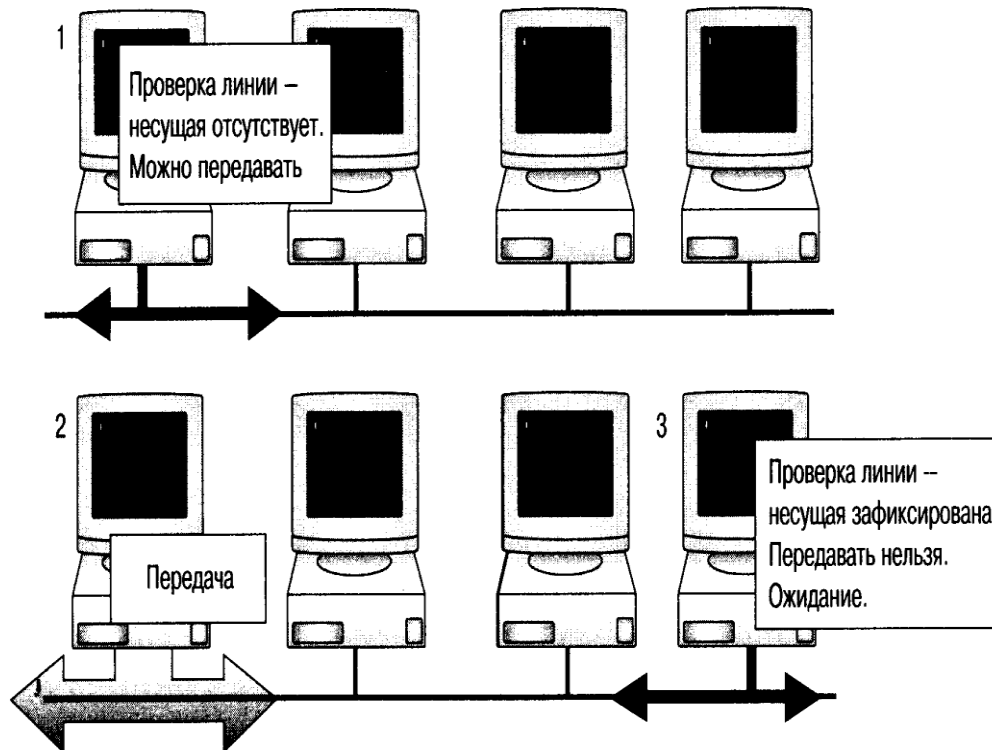
(carrier-sense-multiply-access with collision detection, CSMA/CD)

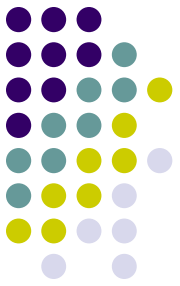
- доступ с передачей маркера
- доступ по приоритету запроса



# Метод доступа к сети

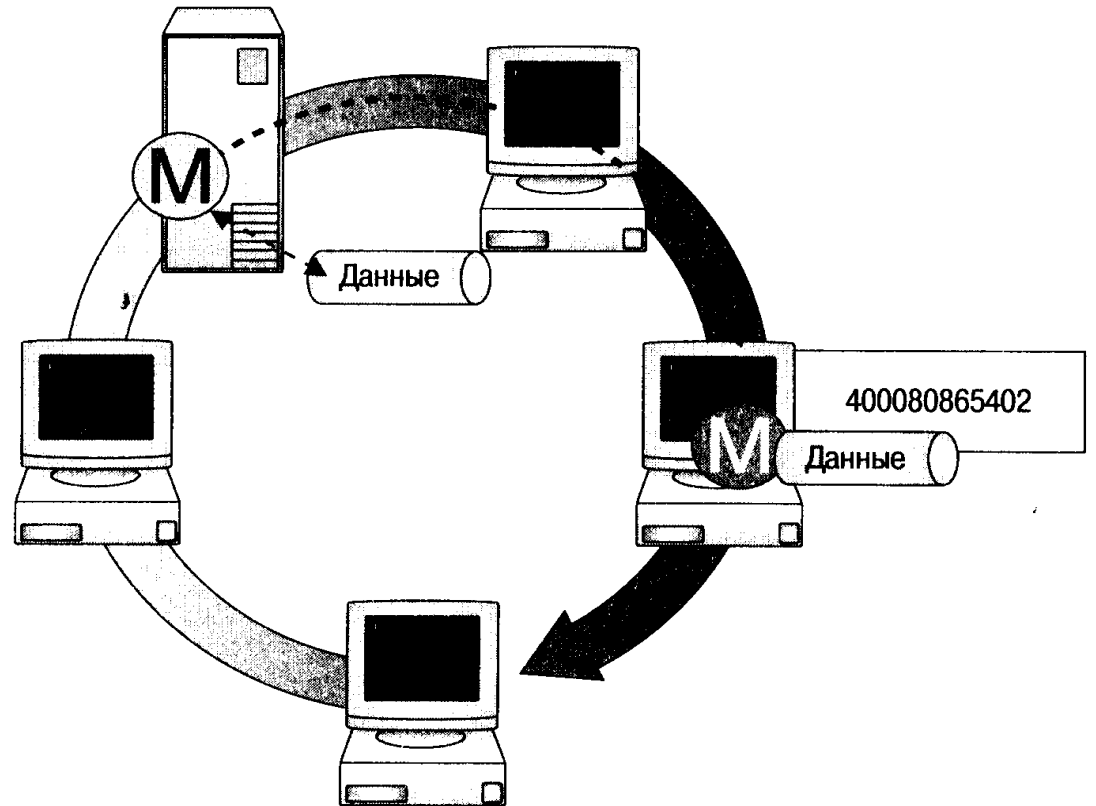
- методом коллективного доступа с опознаванием несущей

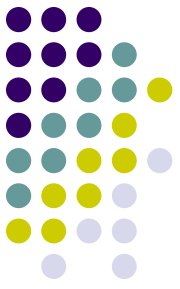




# Метод доступа к сети

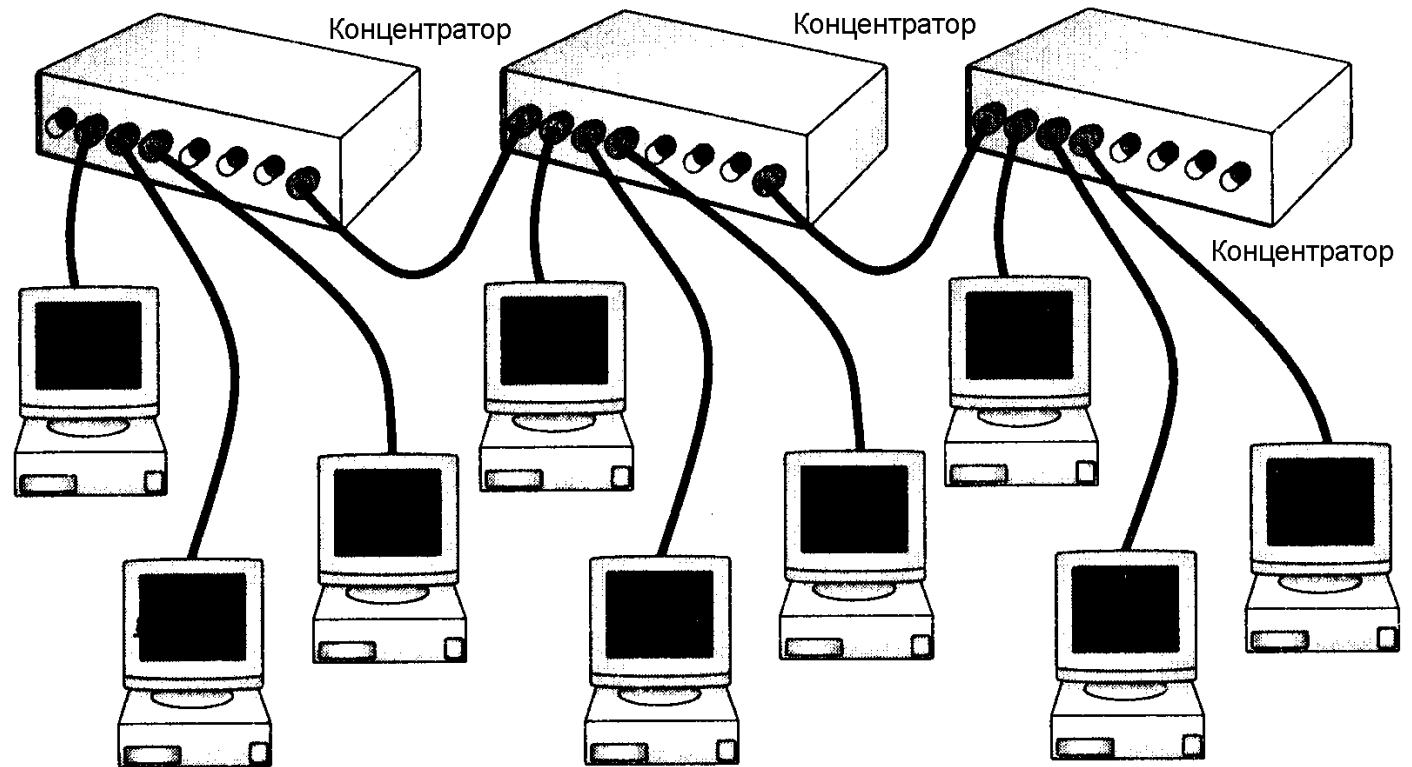
- Доступ с передачей маркера





# Метод доступа к сети

- Доступ по приоритету запроса



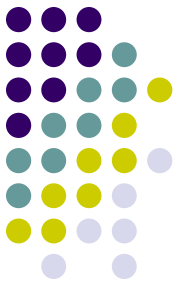




# Метод доступа к сети

<b>Свойство или функция</b>	<b>CSMA/CD</b>	<b>CSMA/CA</b>	<b>Доступ с передачей маркера</b>	<b>Доступ по приоритету запроса</b>
Тип связи	Широковещательный	Широковещательный	Передача маркера	Через концентратор
Тип доступа	Состязательный	Состязательный	Не состязательный	Состязательный
Тип сети	Ethernet	Local Talk	Token Ring ArcNet	100VG-AnyLAN

# Стандарт IEEE 802.1 - 802.5



- В 1980 году в институте IEEE был организован «Комитет 802 по стандартизации локальных сетей»
- семейство стандартов IEEE 802.x,
  - рекомендации для проектирования нижних уровней локальных сетей.
- Комплекс международных стандартов ISO 8802-1...5.

Эти стандарты были созданы на основе очень распространенных фирменных стандартов сетей Ethernet, ArcNet и Token Ring.

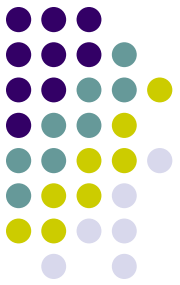
# Структура стандартов IEEE 802.1 - 802.5



- Стандарты семейства IEEE 802.x охватывают только два нижних уровня семиуровневой модели OSI - физический и канальный.
- Это связано с тем, что именно эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей.
- Старшие же уровни, начиная с сетевого, в значительной степени имеют общие черты как для локальных, так и для глобальных сетей.

Подуровни канального уровня

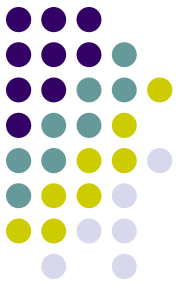
# Стандарт IEEE 802.x



- подуровень управления доступом к среде (Media Access Control, MAC)
- подуровень логической передачи данных (Logical Link Control, LLC).

Подуровень МАС

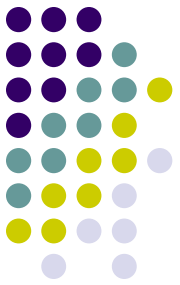
# Стандарт IEEE 802.x



- МАС-уровень появился из-за существования в локальных сетях разделяемой среды передачи данных.
- Этот уровень обеспечивает корректное совместное использование общей среды, предоставляя ее в соответствии с определенным алгоритмом в распоряжение той или иной станции сети.

Подуровень LLC

# Стандарт IEEE 802.x



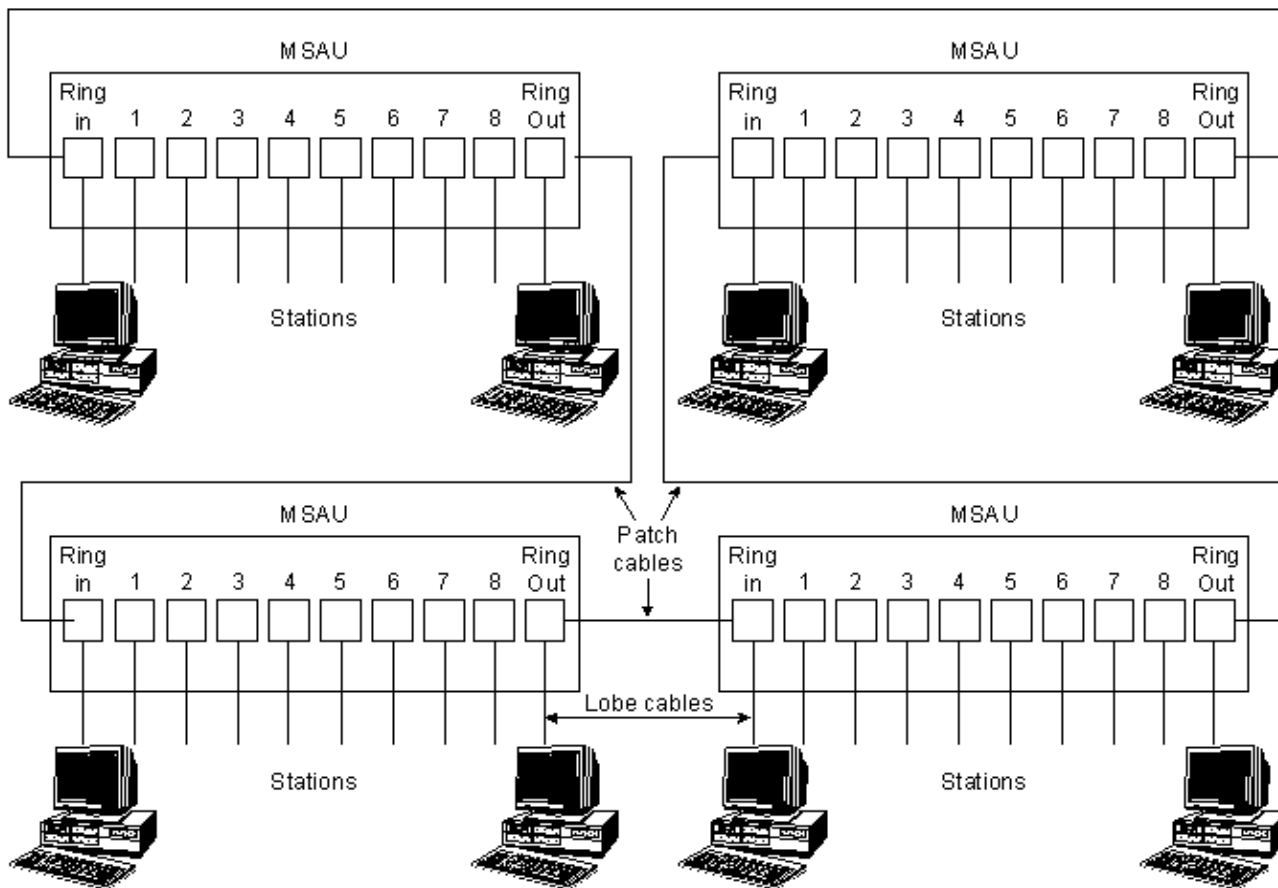
- Уровень LLC отвечает за достоверную передачу кадров данных между узлами, а также реализует функции интерфейса с прилегающим к нему сетевым уровнем.
- Существует несколько вариантов протоколов, отличающихся наличием или отсутствием на этом уровне процедур восстановления кадров в случае их потери или искажения, то есть отличающихся качеством транспортных услуг этого уровня.

# Стандарт IEEE 802.x

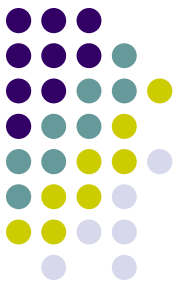


- 802.1 приводятся основные понятия и определения, общие характеристики и требования к локальным сетям.
- 802.2 определяет подуровень управления логическим каналом LLC.
- 802.3 - 802.5 регламентируют спецификации различных протоколов подуровня доступа к среде MAC и их связь с уровнем LLC:
- 802.3 описывает коллективный доступ с опознаванием несущей и обнаружением конфликтов (Ethernet);
- 802.4 определяет метод доступа к шине с передачей маркера (ArcNet);
- 802.5 описывает метод доступа к кольцу с передачей маркера (Token Ring).

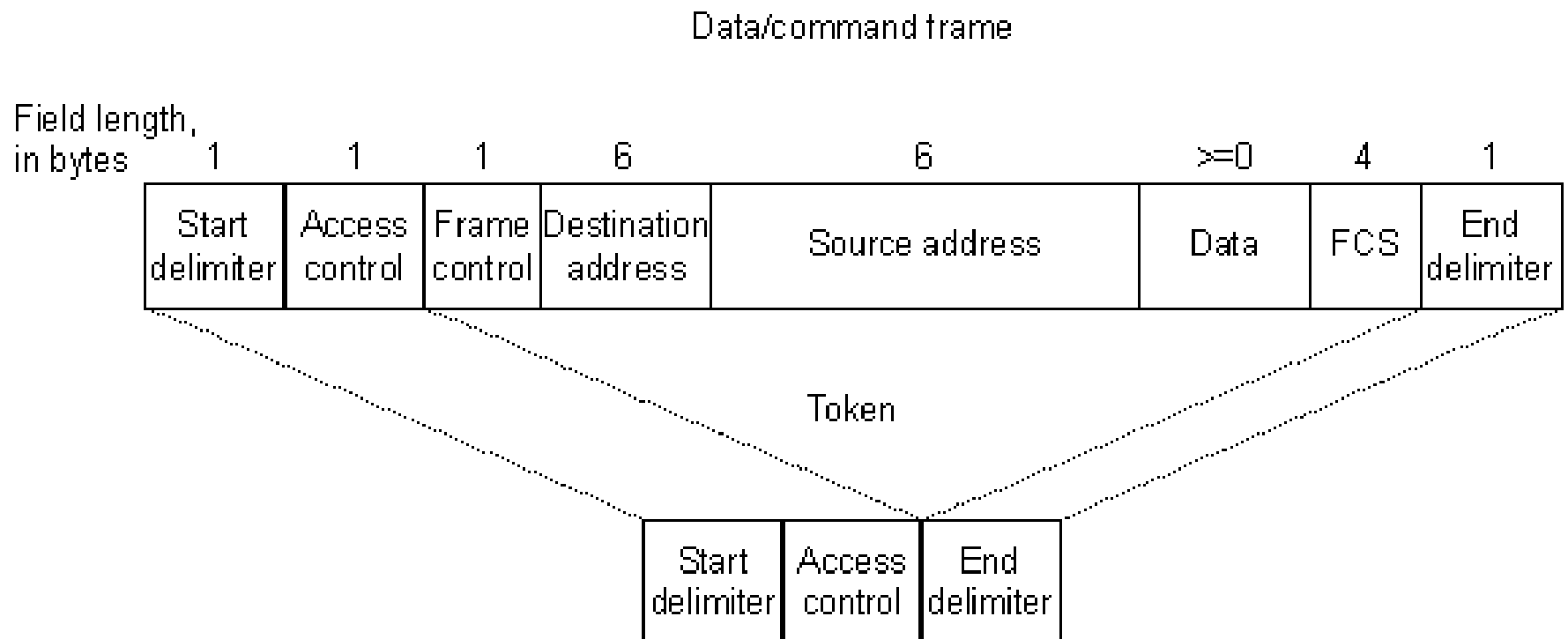
# Сеть Token Ring



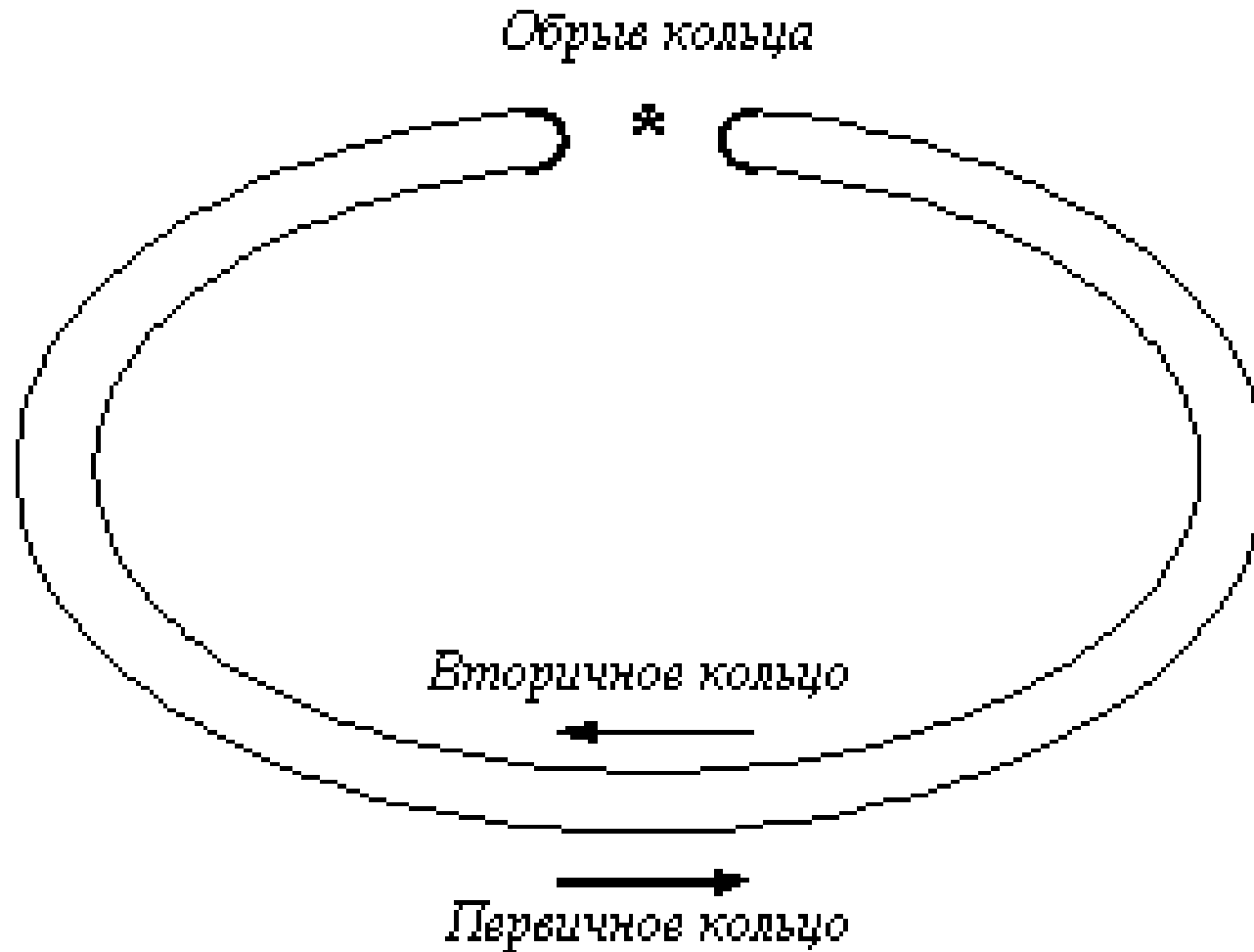
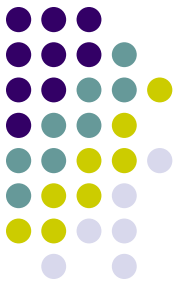




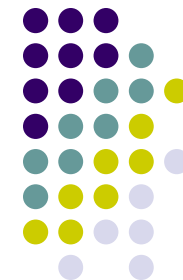
# Кадр Token Ring



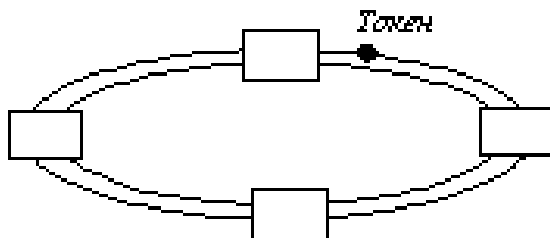
# Технология FDDI



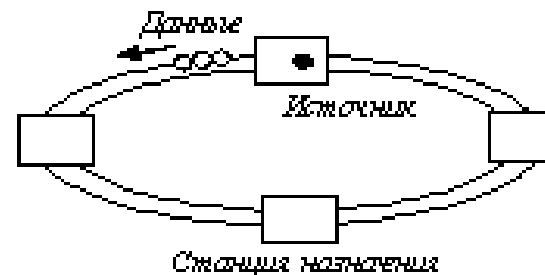
# Технология FDDI



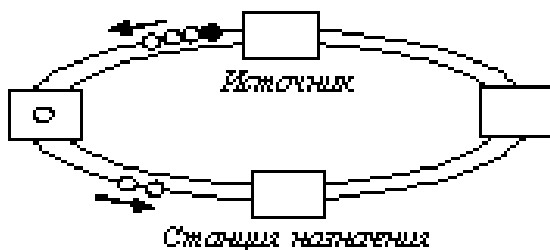
а) ожидание токена



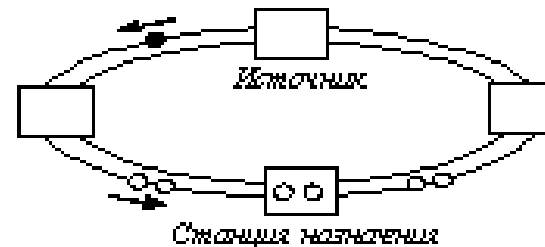
б) начало передачи данных



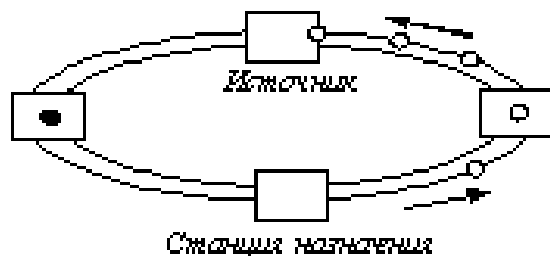
в) повторение данных



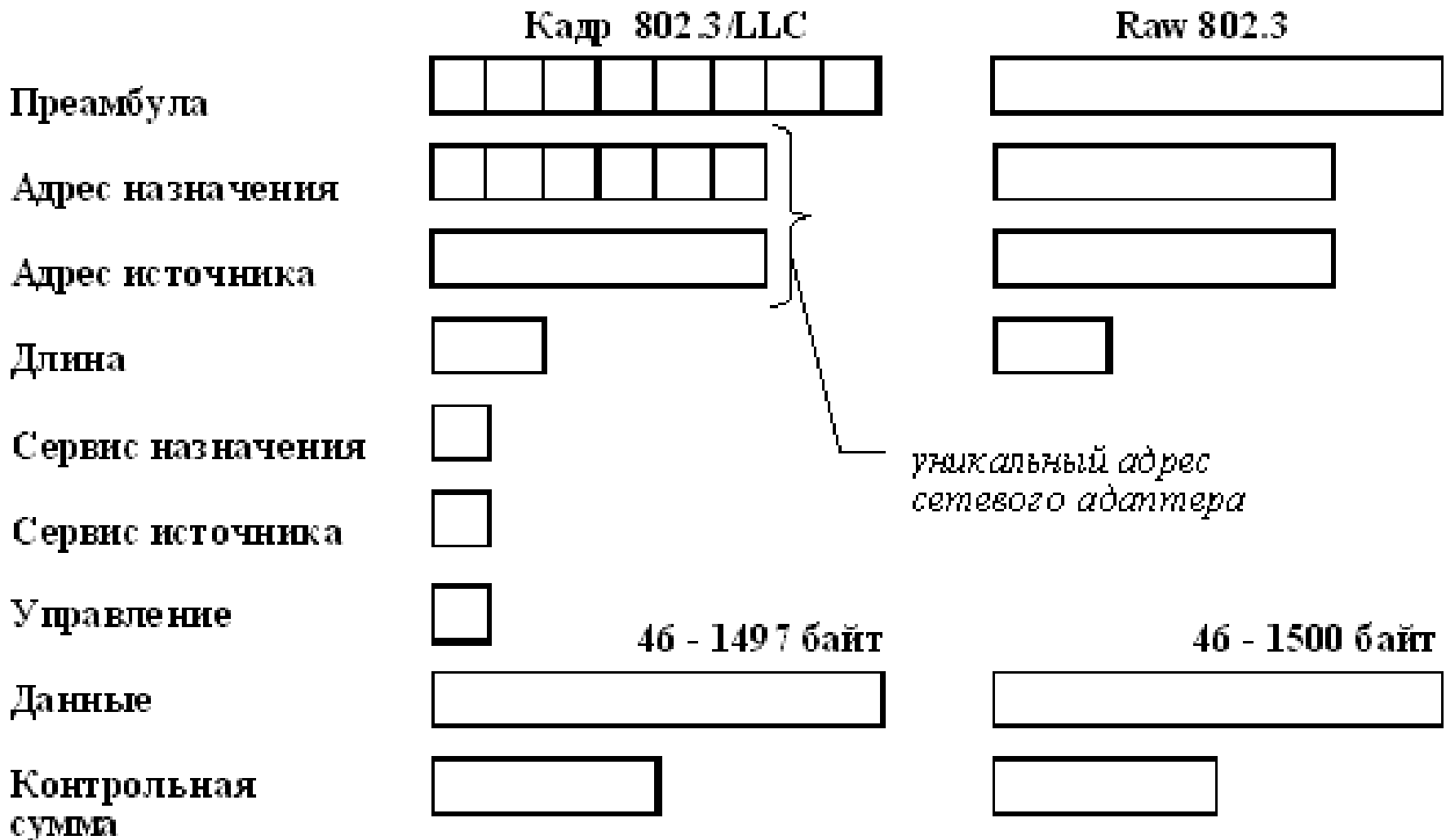
г) получение данных станцией назначения



д) удаление данных станцией источником



# Технология Ethernet



# Вопросы?

