

LAN - Local Area Network

- Расстояния: < 1 км.
 - high speed
 - multi-access
- Технологии:
 - Ethernet 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps
 - Token Ring 16 Mbps
 - FDDI 100 Mbps
 - Myrinet 2 Gbps
 - InfiniBand:
 - Single Data Rate (SDR) 1x: 2Gbps 4x: 5Gbps 12x:30 / 24 Gbps*
 - Double Data Rate (DDR) 5 Gbps*
 - Quad Data Rate (QDR) 10 Gbps*

WAN - Wide Area Network

- Объединяют узлы и сети на больших расстояниях
 - обычно медленнее, чем LAN.
 - обычно менее надежны, чем LAN.
 - часто point-to-point соединения
- Технологии:
 - Телефонные линии
 - ISDN
 - Спутниковая связь
 - ATM
 - FrameRelay
 - Ethernet 100-10000 Mbps (FiberOptic)
 - X.25

В последние годы качество и пропускная способность магистральных каналов существенно выросли.

GigabitEthernet, 10Gbit на оптоволоконных линиях

Основные понятия

- Данные в вычислительной технике –
двоичный код: 1 0 0 1 0
- Представление данных в виде физического сигнала (электрического, оптического, etc) -
кодирование

Сигналы

- ✓ **Аналоговые** - меньшее затухание
- легко мультиплексировать
- ✓ **Цифровые** - устойчивость к помехам
- дешевое оборудование
- ✓ **Модулированные** - по одному каналу возможна одновременная передача на разных несущих частотах
- ✓ **Немодулированные** - широкополосный спектр
(сигнал занимает весь канал)

Пропускная способность канала непосредственно связана с модуляцией

Digital Data/Analog Signal

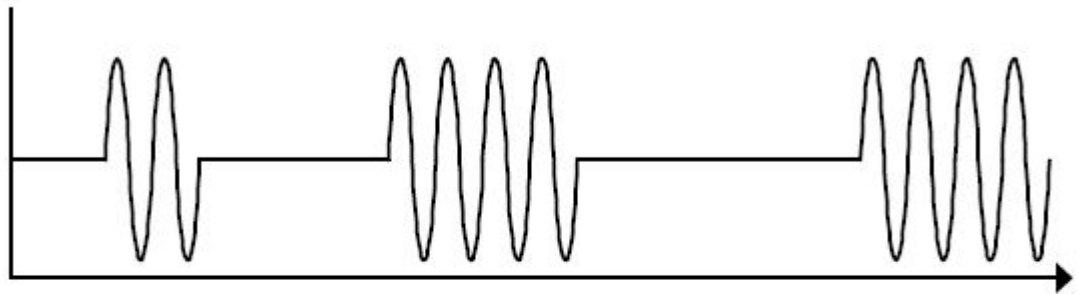
Digital Data

0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1

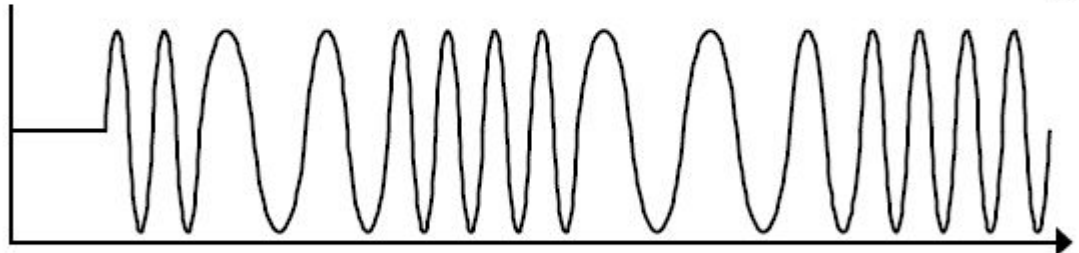
Digital Signal



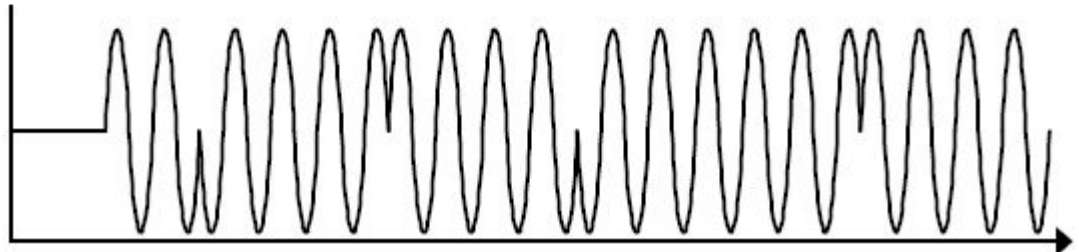
Amplitude Modulation (AM)



Frequency Modulation (FM)

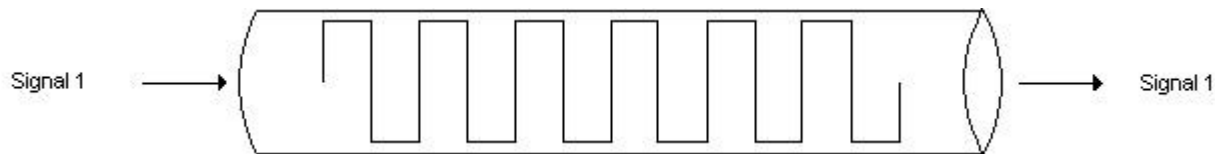


Phase Modulation (PM)



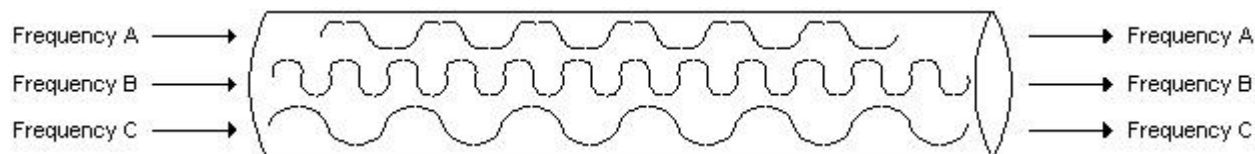
Методы передачи

Baseband – передача в основной полосе, прямая, немодулированная. Вся полоса для передачи одного сигнала. Обычно используется в LAN.



Broadband – широкополосная передача.

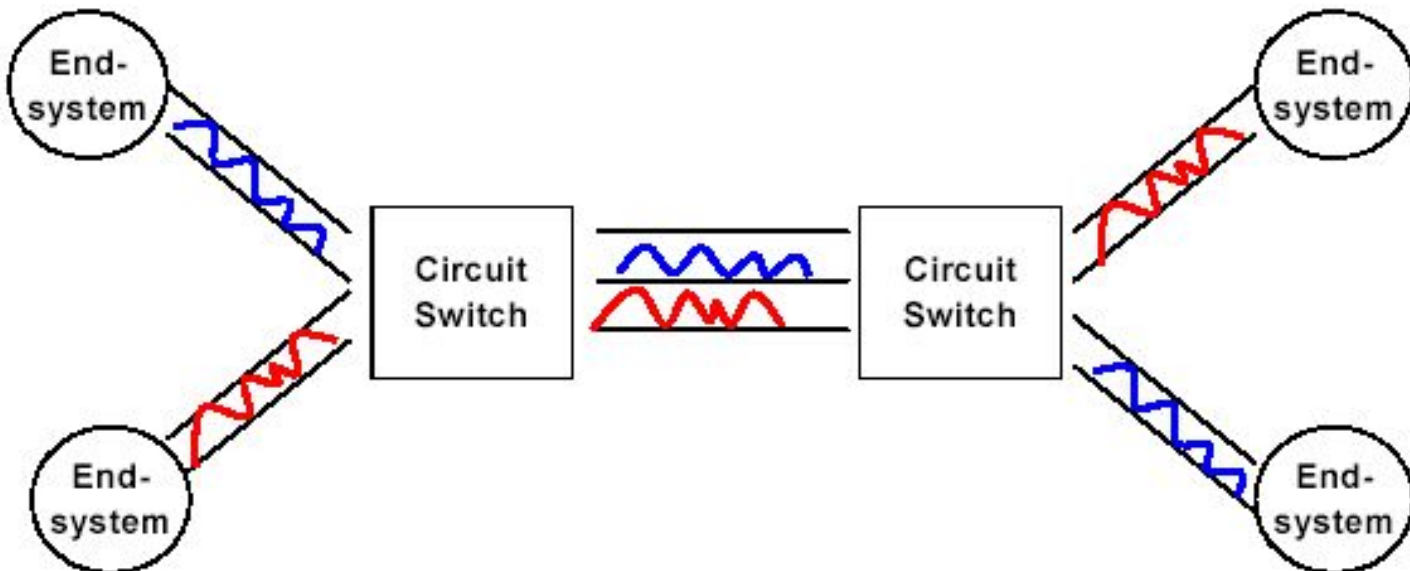
- по нескольким частотным каналам за счет использования частотного уплотнения (FDM) ;
- мультиплексирование по длине волны WDM(DVDM);
- мультиплексирование с разделением времени (TDM).



Frequency Division Multiplexing (FDM)

Метод:

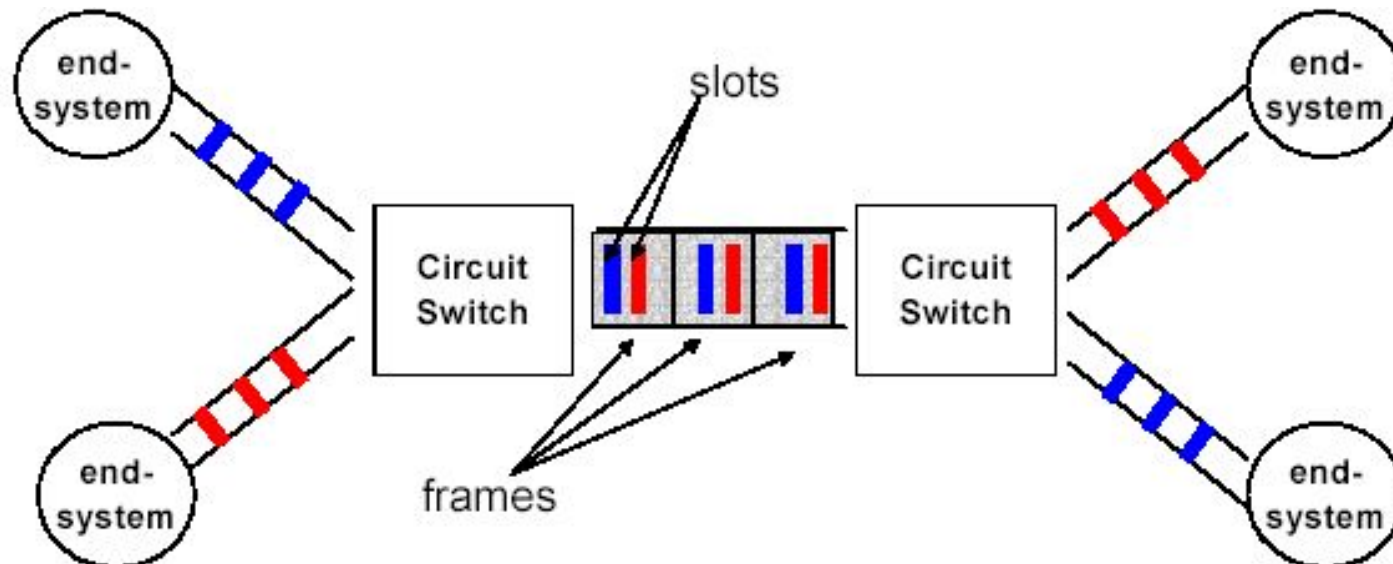
Разделение частотного спектра на логические каналы с фиксированной полосой частот и направление каждого информационного потока в один логический канал



Time Division Multiplexing (TDM)

Метод:

Передача различных информационных потоков в разные временные фреймы фиксированной длины

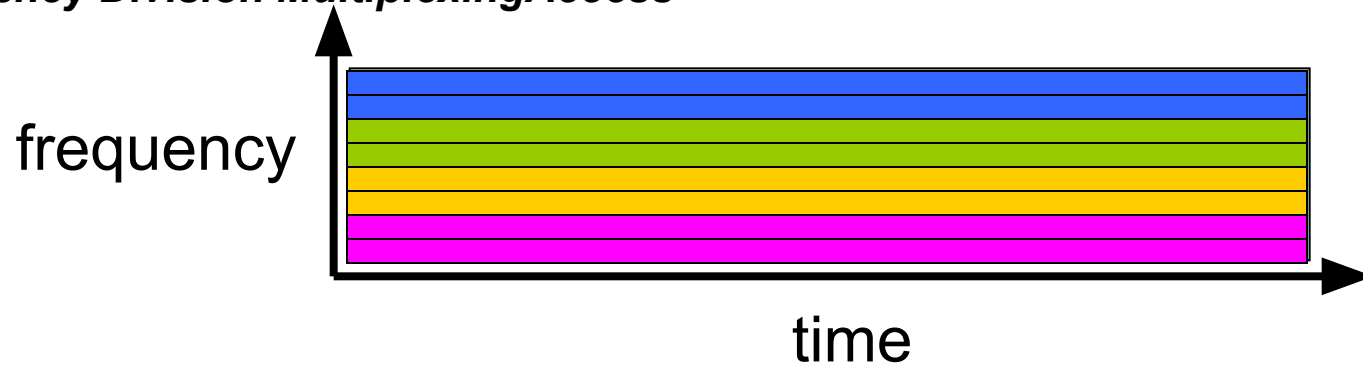


Circuit Switching: FDMA and TDMA

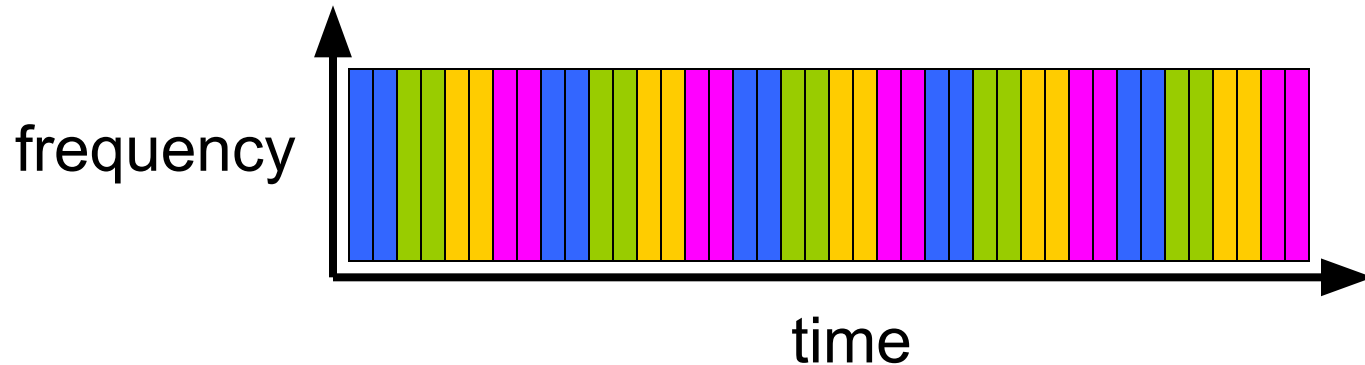
FDMA
Frequency Division Multiplexing Access

Example:

4 users

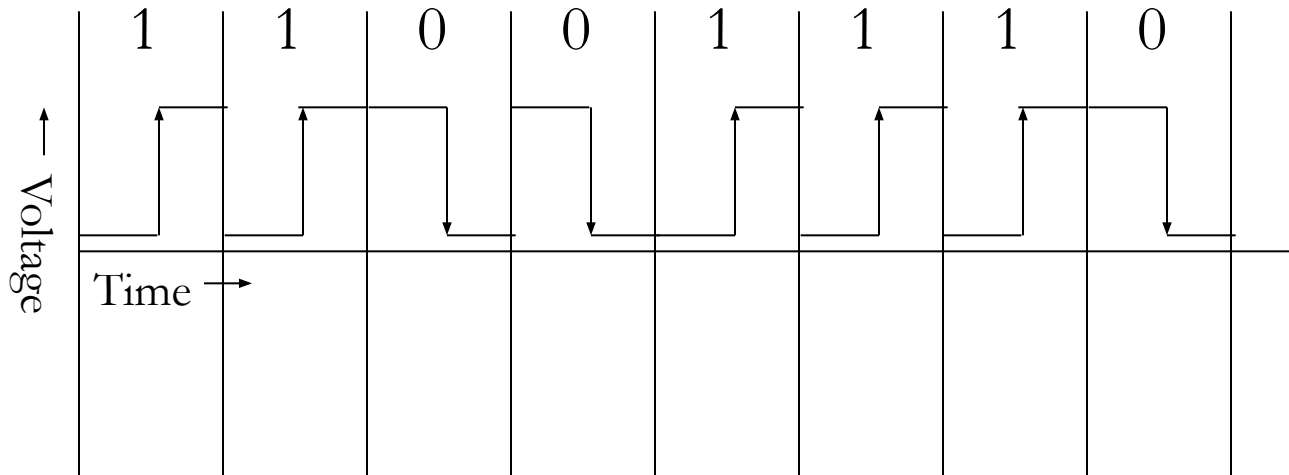


TDMA
Time Division Multiplexing Access



Цифровое кодирование

Пример: **Manchester Code**



Для кодирования используется перепад (фронт) в середине такта.
В начале такта возможен служебный перепад.

Network Media

✓ *Anything that carries the message through the network*

– **Copper**

- Coaxial cable
- Twisted-pair cable

– **Glass**

- Fiber-optic cable

– **Wireless (Air)**

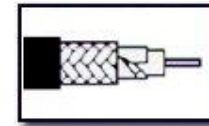
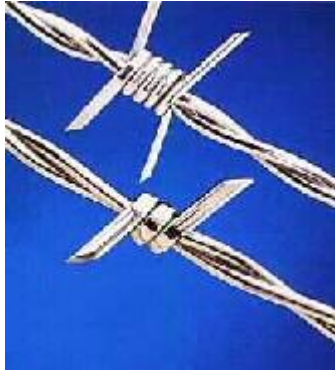
- Infrared
- Radio waves
- Microwaves

✓ *Transmission media—physical path through which computers send and receive signals*

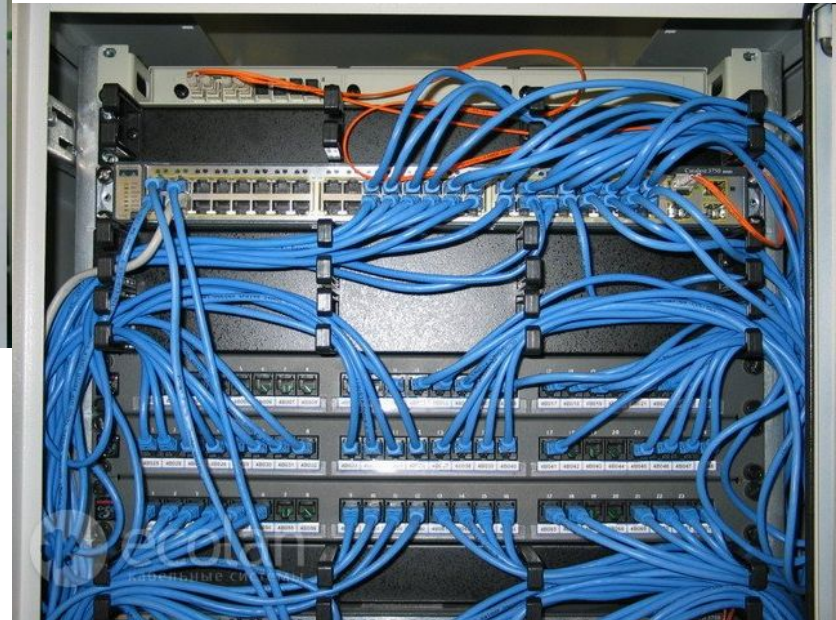
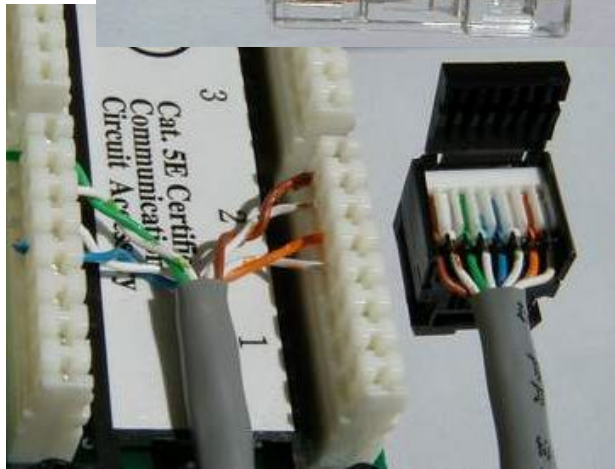
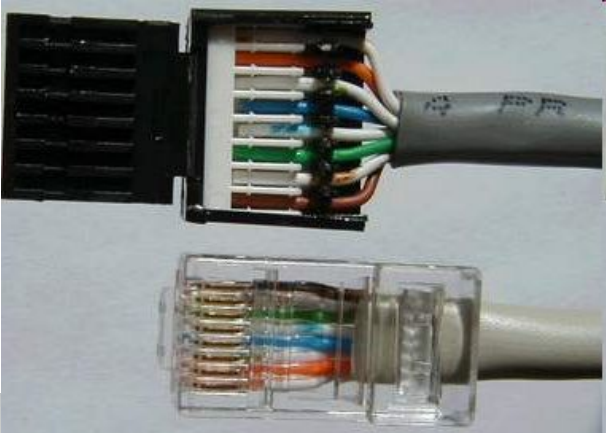
Media Characteristics

- **Производительность/ширина полосы частот**
(*Throughput/bandwidth*)
- **Устойчивость к помехам**
- **Цена**
 - Инсталляции
 - Поддержки
- **Масштабируемость**
 - Емкость по количеству узлов
 - Затухание - max длина сегмента, max число сегментов
- **Connectors**

Transmission Media

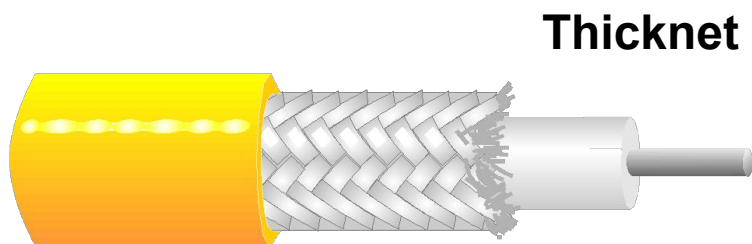


Connectors



Coaxial Cable (Coax)

- Медный одножильный провод в экранированной оболочке.
- Хорошая устойчивость к электромагнитным помехам
- Два основных типа
 - **Thinnet (10Base2)**—RG 58 A/U, RG 58 C/U
LAN: до 10 Мбит/с на 185 м
 - **Thicknet (10Base5)**— RG8, RG11, RG 62
LAN: до 10 Мбит/с на 500 м



Coaxial Cable

- Топология “шина” (bus)
- На концах необходимы терминаторы (заглушки $R=50\text{Ом}$). Они служат нагрузкой, в которой электромагнитные волны гасятся не вызывая отраженного сигнала

- Thinnet:
 BNC-connector
- Thicknet:
 n-connectors

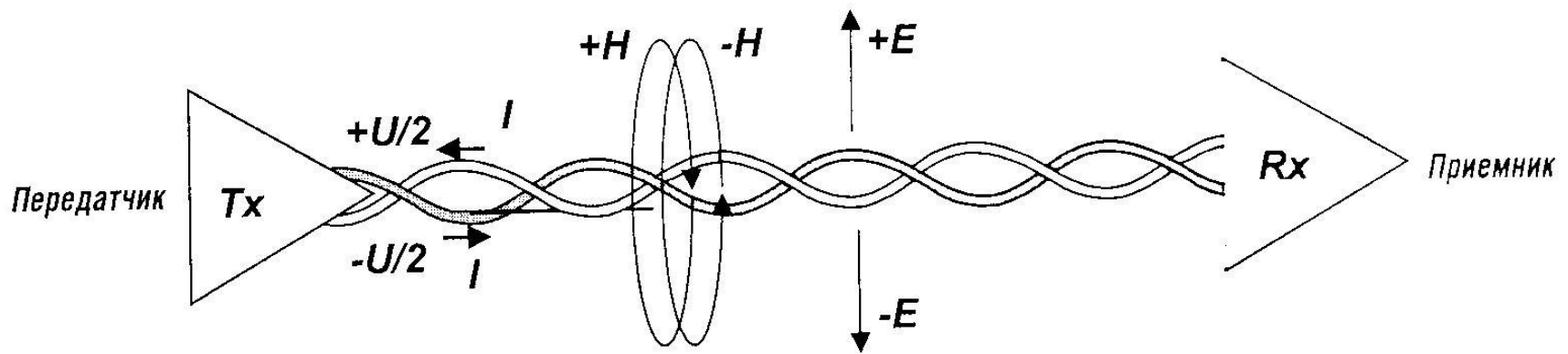


Витая пара (Twisted Pair)

Type	Range	Data Rate	Usage
Category 1	3-4 Miles	<100 Kbps	Telephone
Category 2	3-4 Miles	< 4 Mbps	T1, ISDN
Category 3	100 Meters	10 Mbps	LAN
Category 4	100 Meters	20 Mbps	LAN
Category 5	100 Meters	100 Mbps	LAN
Category 5e	100 Meters	1000 Mbps	LAN
Category 6	100 Meters	1000 Mbps	LAN
Category 7	100 Meters	10Gbps	LAN

Вита пара.1

Полностью симметричная пара не создает помех для окружающей среды



Напряжение в проводниках равно по величине, но противоположно по знаку. Вследствие этого электрические поля, создаваемые проводниками, гасят друг друга.

В проводниках проходят равные по величине, но противоположно направленные токи. Вследствие этого создаваемые проводниками магнитные поля гасят друг друга.

Витая пара.2

- Внешнее напряжение помехи не оказывает влияния на полностью симметричную передачу.
- На втором рисунке противоположный пример – на асимметричной передаче помехи сильно заметны.

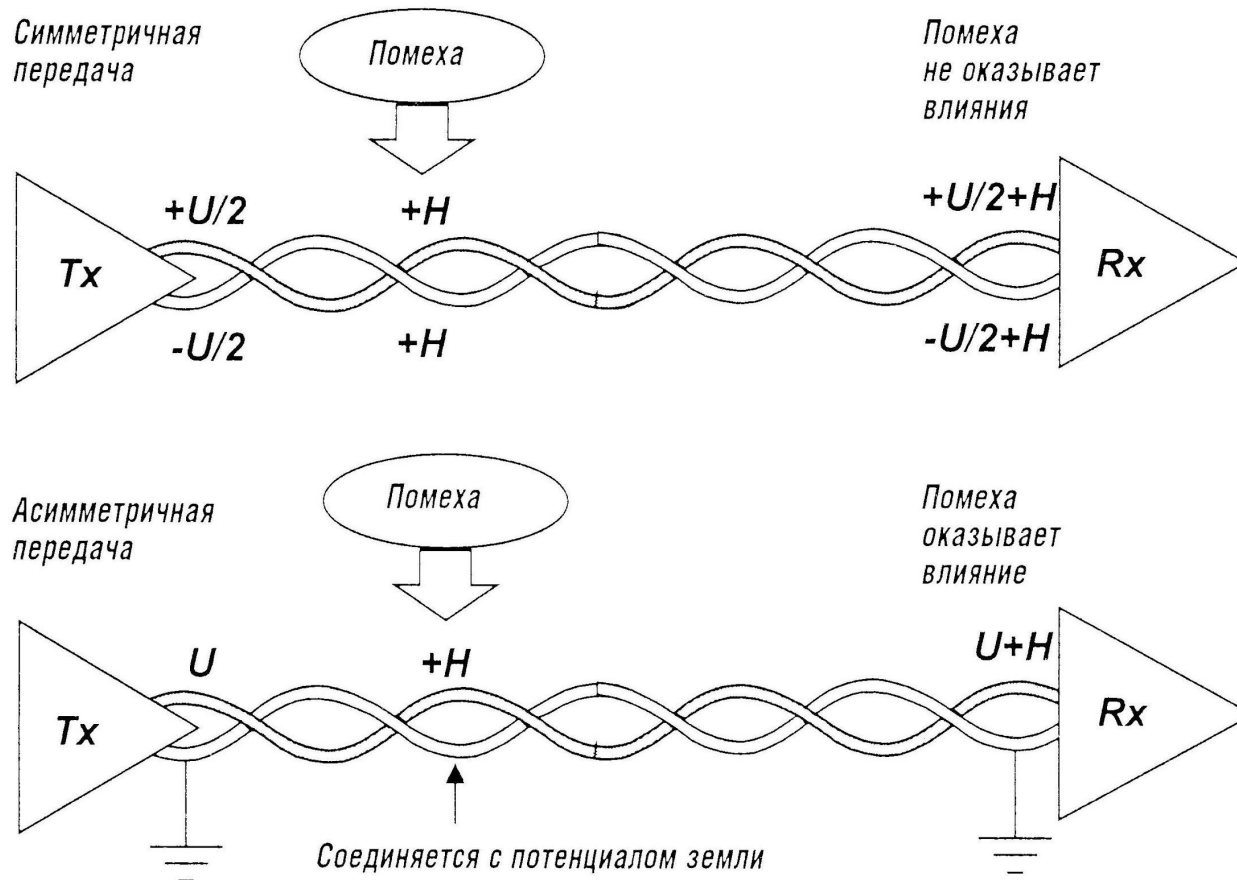


Рисунок 4.2. Внешнее напряжение помехи не оказывает влияния на симметричную передачу

Наводки в витой паре

Fast Ethernet 100 Base TX



Gigabit Ethernet 1000 Base T



Схема 2. Схема передачи и наводок протоколов Fast Ethernet и Gigabit Ethernet

*/ В настоящее время наиболее распространены следующие типы обозначений кабеля на основе витой пары:

UTP (unscreened или unshielded Twisted Pair)

— неэкранированная или незащищённая витая пара.

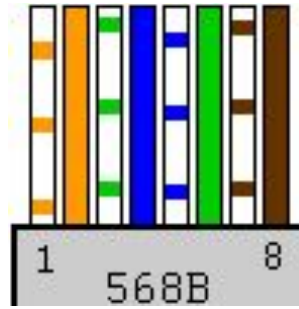
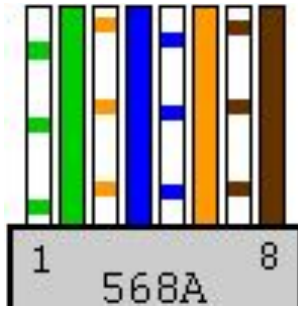
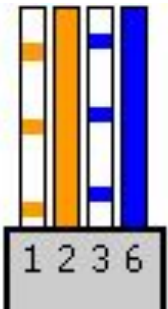
ScTP (Screened Twisted Pair)

— экранированная витая пара — кабель, в котором каждая пара заключена в отдельный экран.

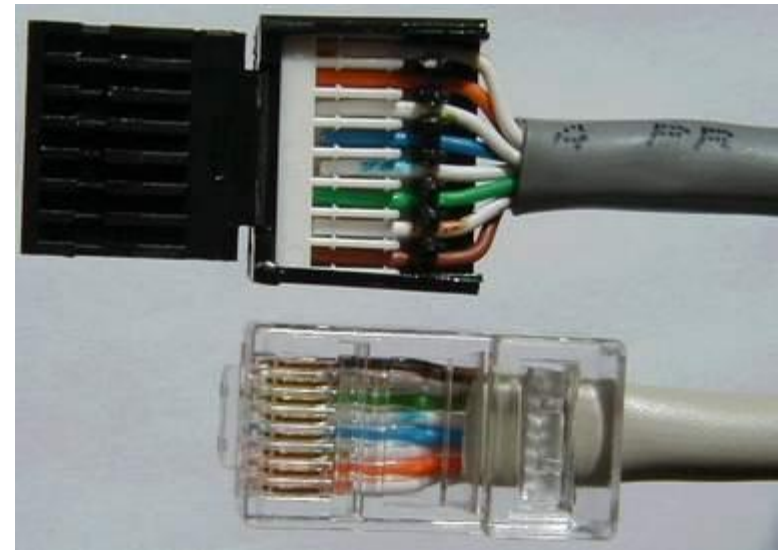
STP или FTP (Shielded Twisted Pair или foil screened Twisted Pair)

— защищённая витая пара + общий экран имеет вид оплётки или состоит из фольги.

Варианты разводки проводов витая пара



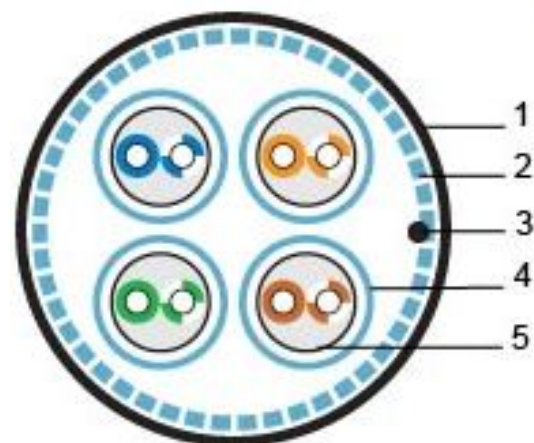
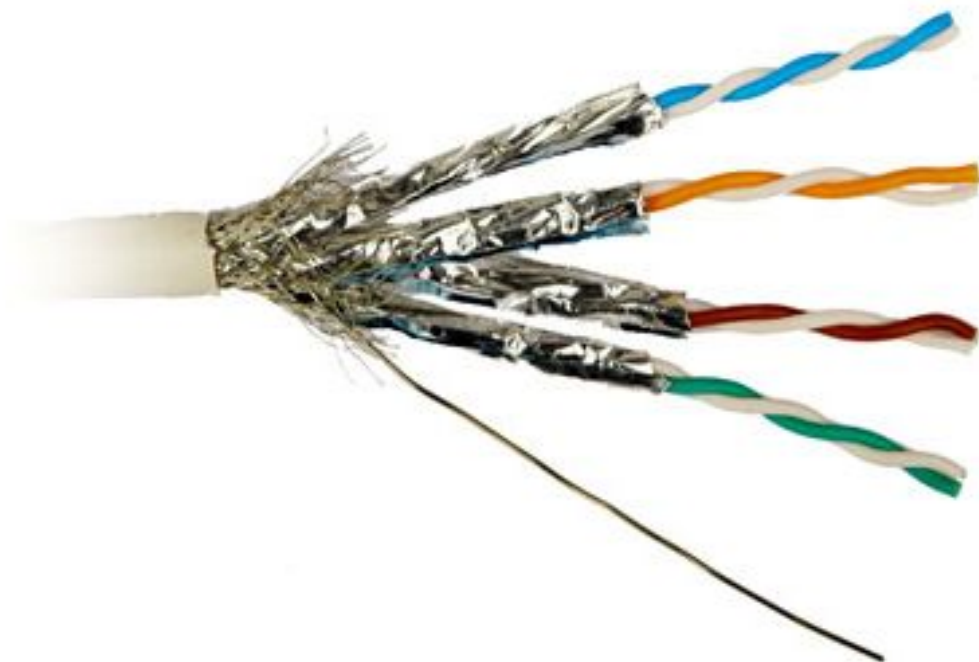
Коннекторы гнездового и штекерного разъемов RJ45



EIA/TIA-568B, AT&T 258A		
Одна сторона	Цвет	Другая сторона
1	бело/оранж	1
2	оранж	2
3	бело/зеленый	3
4	синий	4
5	бело/синий	5
6	зеленый	6
7	бело/коричн	7
8	коричневый	8



Кабель витая пара (SSTP), 4 пары, категория 7 (1200 МГц)

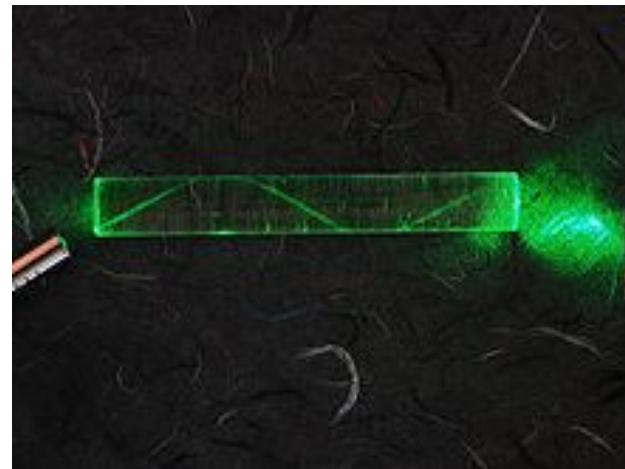


- 1 - Внешняя оболочка
- 2 - Экран-сетка
- 3 - Дренажный провод
- 4 - Экран-фольга
- 5 - Витая пара solid

Принцип работы оптоволоконной линии

Основан на явлении полного внутреннего отражения электромагнитных волн на границе раздела диэлектриков с разными показателями преломления.

- Источник: светодиод или полупроводниковый лазер
- Кодирование информации: двухуровневое интенсивности света (0 -1).
- Луч света впускают в более плотную среду, менее плотной. При правильном происходит полное отражение.
- На другом конце кабеля принимающий детектор преобразует световые сигналы в электрические.



Затухание (характеризует потерю мощности передаваемого сигнала на заданном расстоянии, дБ/км)

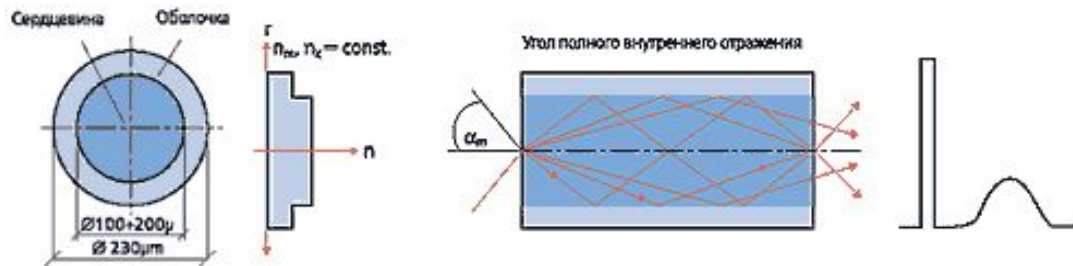
- Потери на поглощение. Связаны с преобразованием одного вида энергии в другой. Электромагнитная волна определенной длины может вызывать возбуждение электронов, что ведет к нагреву волокна. Процесс поглощение волны тем меньше, чем меньше ее длина, и чем чище материал волокна.

- Потери на рассеяние: выход части светового потока из волновода. Обусловлено неоднородностями показателя преломления материалов.

Дисперсия (означает рассеяние во времени спектральных и модовых составляющих оптического сигнала)

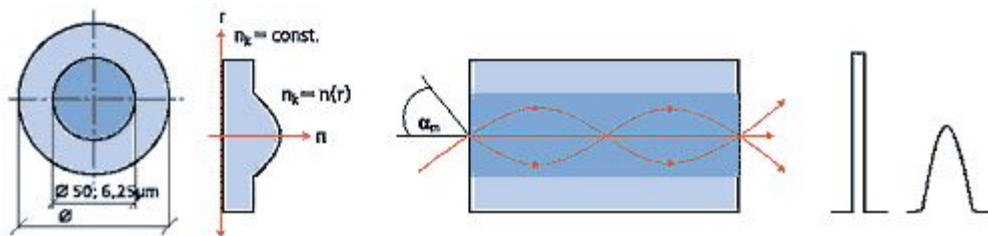
Многомодовое оптическое волокно

1) со ступенчатым профилем показателя преломления



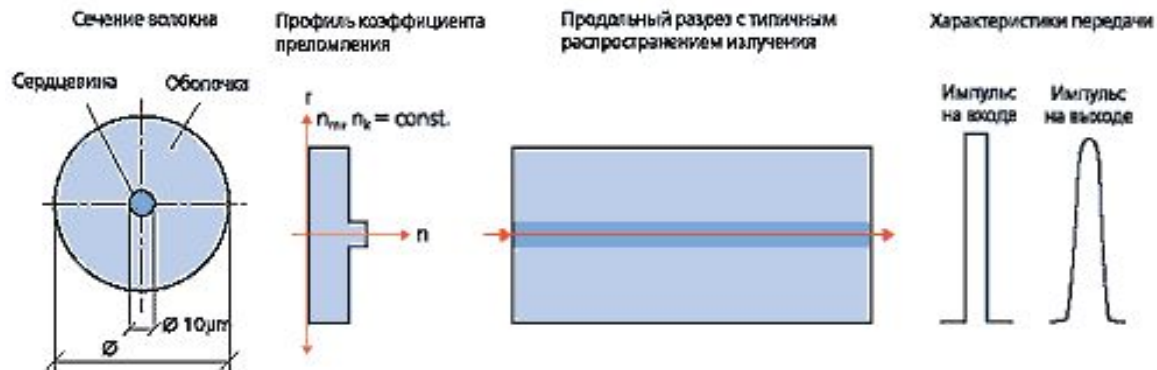
Область применения:
короткие (до 1 км) линии связи
со скоростями передачи до 100 Мбайт/с,
рабочая длина волны 0,85 мкм

2) с градиентным показателем преломления



Линии связи до 5 км,
со скоростями передачи до 100 Мбайт/с
на длинах волн 0,85 мкм и 1,35 мкм.

Одномодовое оптическое волокно



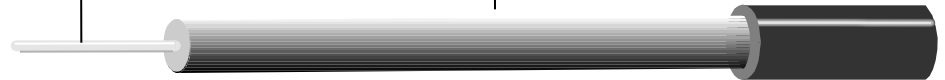
Отсутствует межмодовая дисперсия,
расстояние до 50 км, скорость до 5 Гбит/с и выше без регенерации.
Рабочие длины волн:
1,31 мкм и 1,55 мкм.

Fiber-optic cable

- Содержит одну или более стеклянных сердцевин в защитной оболочке
- Категории: Single-mode(SM) и multi-mode (MM)

Optical fiber (core)

Glass cladding



Protective outer sheath
(jacket)

Fiber-optic connectors:
ST and SC

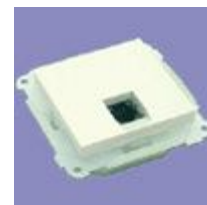
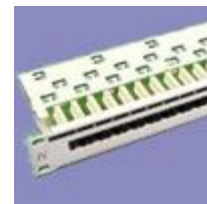
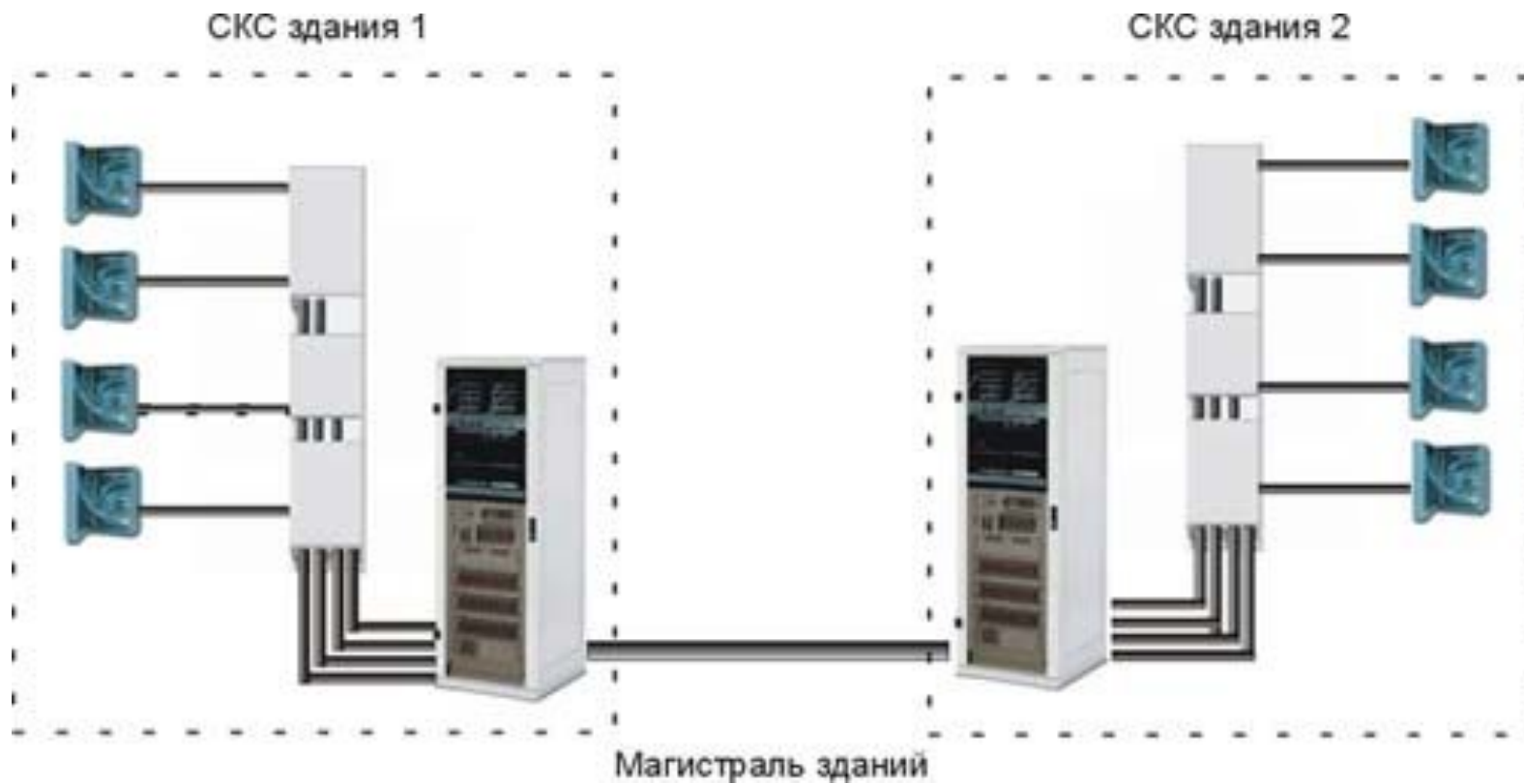


Conducted Media Summary

Type	Range	Date Rate/Frequency	Usage
Thick Coax	2-3 miles	10 Mbps	Cable TV
Thin Coax	100 m	10 Mbps	LAN
Cat 2 UTP	3-4 miles	< 4 Mbps / 1MHz	T1, ISDN
Cat 3 UTP	100 m	10 Mbps / 16MHz	LAN
Cat 5 UTP	100 m	100 Mbps / 100MHz	LAN
Cat 5e, 6 UTP	100 m	1 Gbps / 125MHz	LAN
Cat 7 S/FTP	100 m (?)	<10Gbps / 500MHz	LAN
Multi-Mode	1000-5000 km	100 Mbps	Backbone
Single-Mode	50000 km	1-10 Gbps	Backbone

Структурированная кабельная система (СКС)

- Магистраль комплекса (между зданиями)
- Магистраль внутри здания
- Горизонтальная подсистема



Подключение рабочего места

Коммутационная розетка



Ссылки

- 1) Характеристики кабельного оборудования ЛВС, принципы монтажа СКС, примеры с иллюстрациями:
http://www.ecolan.ru/imp_info/
- 2) Оптоволоконные кабели
<http://www.intuit.ru/department/network/terminals/7>

Соответствие сетевого оборудования модели OSI

Уровни модели OSI

Сетевое оборудование

Прикладной	<i>/Application</i>		Шлюз
Преставления	<i>/Presentation</i>		
Сессии	<i>/Session</i>		
Транспортный	<i>/Transport</i>		
Сетевой	<i>/Network</i>	Маршрутизатор, Коммутатор 3-го уровня	
Канальный	<i>/Data Link</i>	Сетевой адаптер, модем, Коммутатор 2-го уровня	
Физический	<i>/Physical</i>	Кабель,разъем, трансивер, повторитель, концентратор(хаб)	

Repeaters

Repeater(повторитель) – двунаправленная передача, усиление сигнала



- *Соединение двух сегментов LAN*
- *Копирует биты из одного сегмента в другой с улучшением формы сигнала, позволяет увеличить размер физической сети*
- *Не просматривает содержимое данных*



HUB

Синонимы: Многопортовый повторитель, концентратор

- *регенерирует сигнал поступающий с одного из портов на все другие порты;*
- *не изолирует от коллизий;*
- *требует электропитания*



Converters (transceivers)

Technology translation (examples)



Ethernet 10/100BaseTX to 100BaseSX



Ethernet AUI to thinnet



Ethernet AUI to 10Base-T

Network interface card (NIC)

✓ *Physical functions*

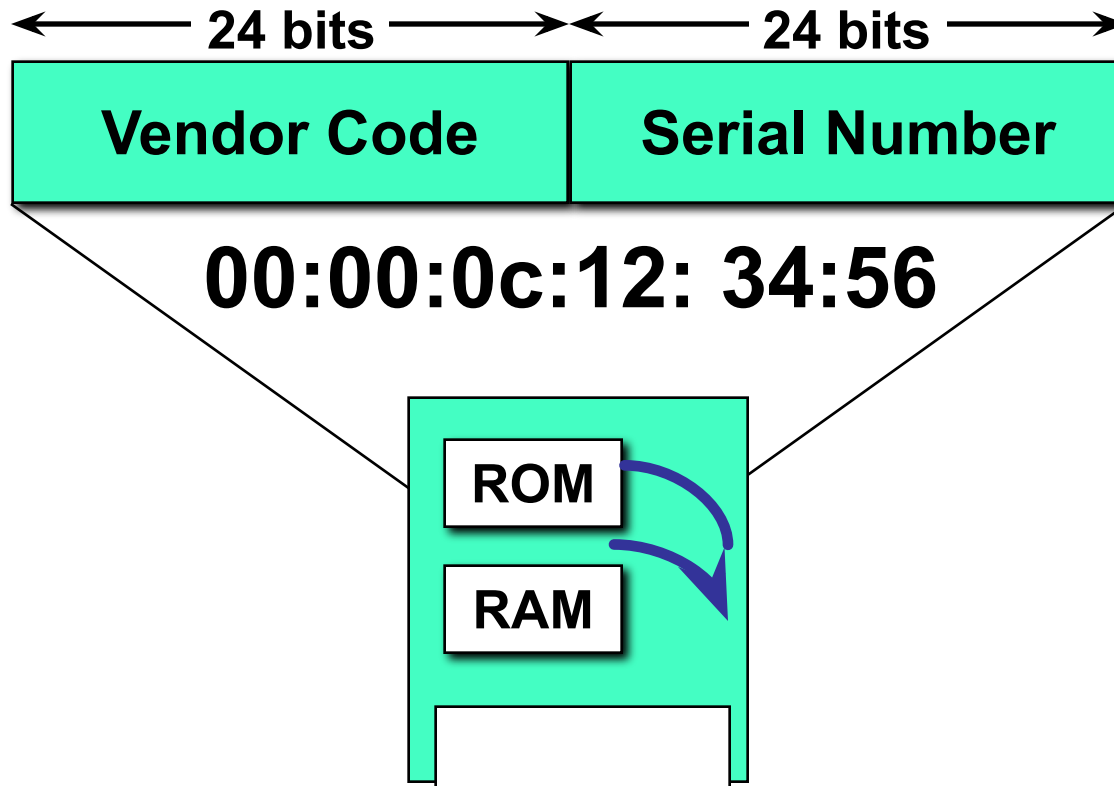
- *signaling (built in transceiver)*

✓ *Data Link functions*

- **Logical Link Control (LLC)**
 - *Establishes the correct type of connections*
 - *Error handling*
- **Medium Access Control (MAC)**
 - *MAC address is burned into the NIC*
 - *Sends and receives the correct frame type*
 - *Collision handling*



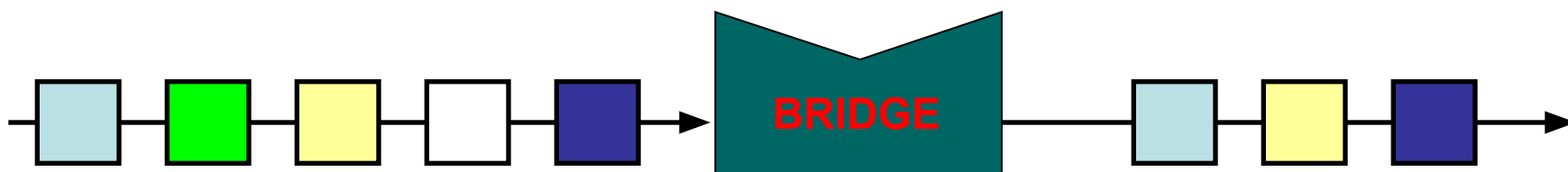
MAC Address



- MAC address is burned into ROM on a network interface card

Bridge (мост)

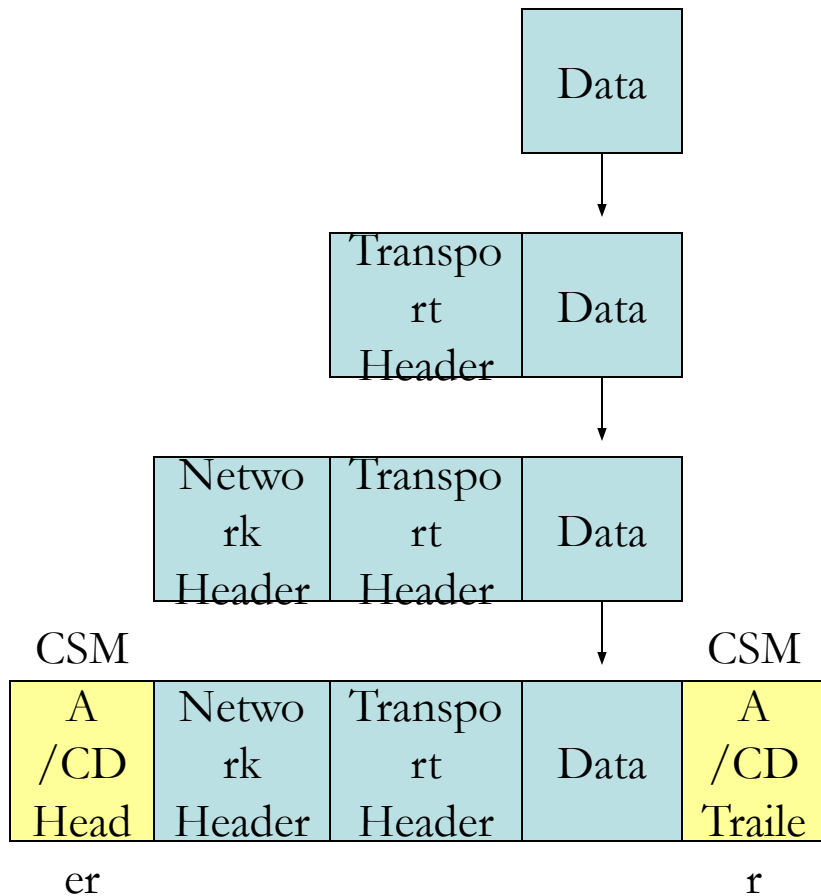
- *Передает фреймы из одного сегмента в другой*
- *Может обслуживать выборочно - не копирует все фреймы (просматривает *DataLink*-заголовки).*
- *Позволяет расширить сеть (снимает физические ограничения длины)*



Bridge/transceiver

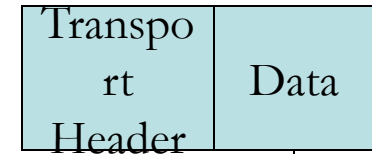
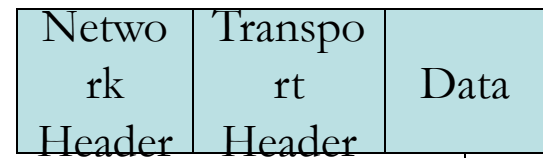
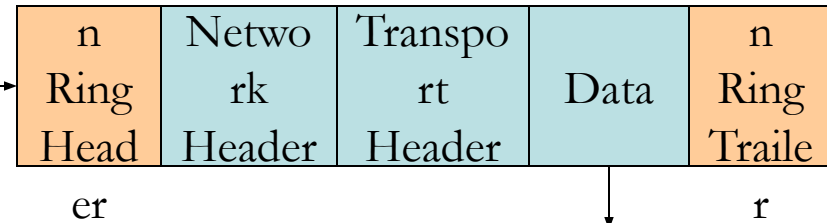
LAN 1: Ethernet 1

Sender



Token

Token



Receiver

LAN 2: TokenRing

Switch (коммутатор)

- *Многопортовый мост*

Методы коммутации:

- *с буферизацией (Store and forward)*
- *без буферизации пакетов или коммутация "на лету" (Cut-through)*

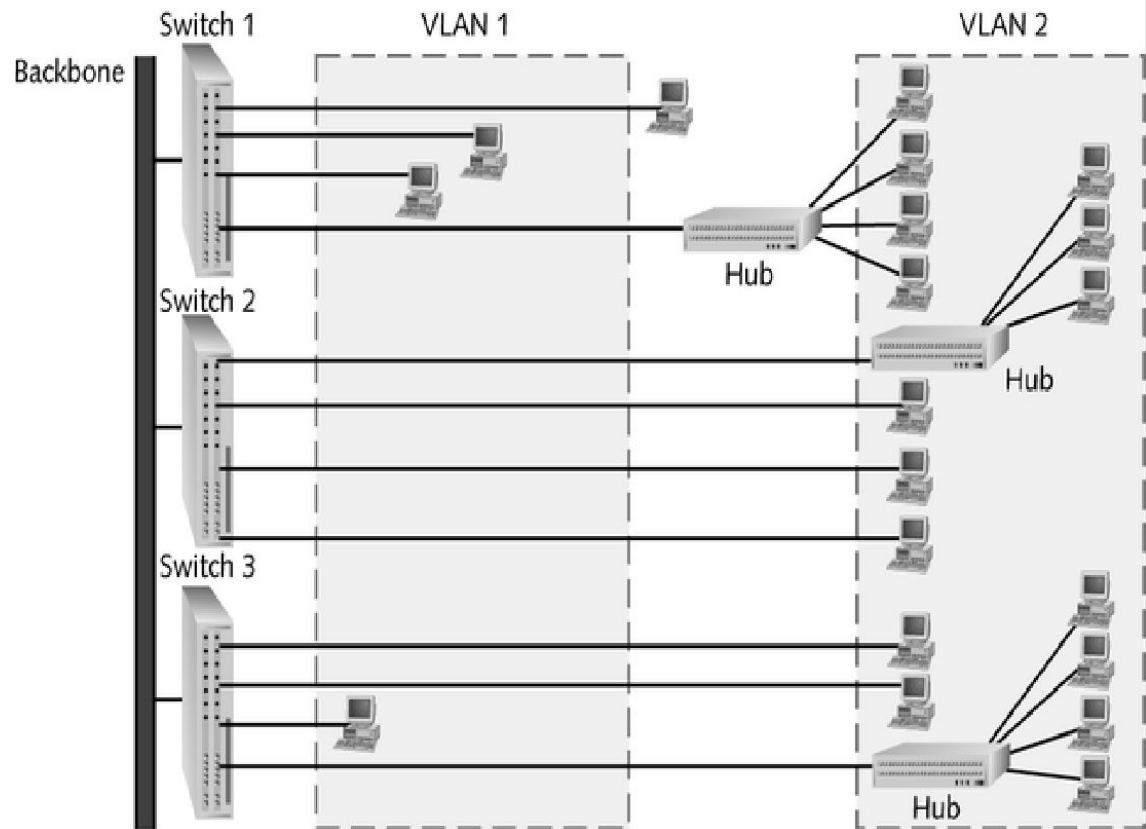


- *Segmentation of traffic*
- *Checks destination of each incoming frame*
- *Learns location of stations by watching frames*
- *Forwards all broadcast and multicast packets*

Использование коммутаторов для построения VLANs

- **Virtual local area networks (VLANs)**

- Позволяет объединять отдельные порты в логические группы
- Каждая группа - отдельный broadcast domain



Router (маршрутизатор)



- Routers connect two or more networks
- Consist of hardware and software
 - Hardware
 - Network server, separate computer, special black box
 - Physical interface for various networks
 - Software
 - Operating system and Routing protocol
- Routers operated at the **Network** layer



Gateway (шлюз)

- Operates as a router
- Data conversions **above the network** layer.
- Conversions:
 - encapsulation* - use an intermediate network
 - translation* - connect different application protocols
 - encryption* - could be done by a gateway



Example:

translation from green protocol to red protocol

Соответствие сетевого оборудования модели OSI

Уровни модели OSI

Сетевое оборудование

Прикладной	<i>/Application</i>		Шлюз
Преставления	<i>/Presentation</i>		
Сессии	<i>/Session</i>		
Транспортный	<i>/Transport</i>		
Сетевой	<i>/Network</i>	Маршрутизатор, Коммутатор 3-го уровня	
Канальный	<i>/Data Link</i>	Сетевой адаптер, модем, Коммутатор 2-го уровня	
Физический	<i>/Physical</i>	Кабель,разъем, трансивер, повторитель, концентратор(хаб)	