

Основы компьютерных сетей. Технология Ethernet. Занятие 1. Физический уровень.



Введение

Модель OSI (Open System Interconnection), или эталонная модель взаимодействия открытых систем описывает, как устройства в локальных и глобальных сетях обмениваются данными и что происходит с этими данными. Её предложили в 1984 году инженеры из Международной организации по стандартизации (ISO), которая работала над единым стандартом передачи данных по интернету.

При этом сама по себе эталонная модель — не стандарт интернета, как, например, [TCP/IP](#).

Модель OSI включает семь слоёв, или уровней, — причём каждый из них выполняет определённую функцию: например, передать данные или представить их в понятном для человека виде на компьютере. У каждого слоя — свой набор протоколов.

Абстракции для описания сетевого взаимодействия

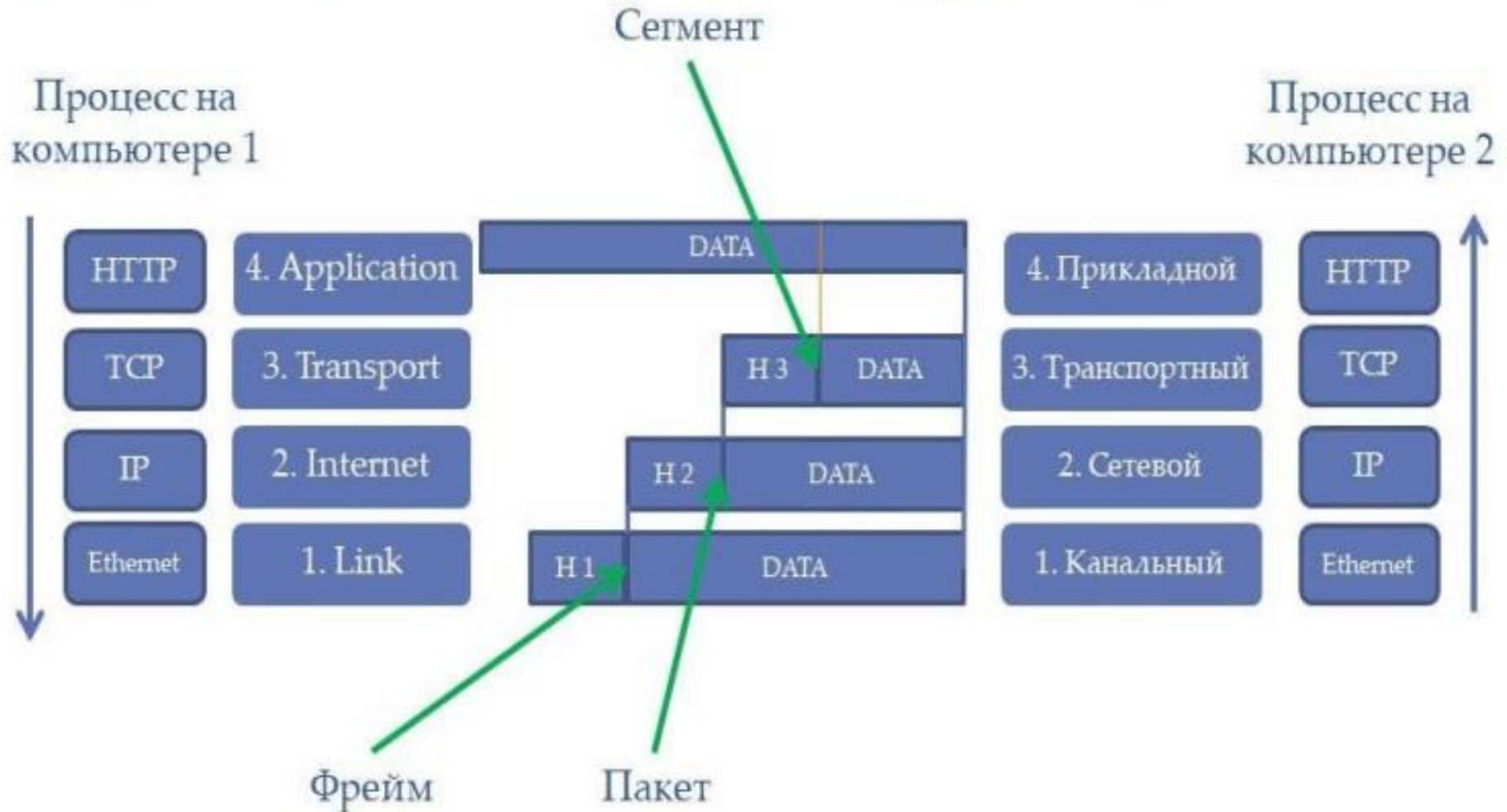
Существуют две основные сетевые модели стеков протоколов, описывающие работу сетей передачи данных:

1. **Модель OSI** (Open Systems Interconnection), она же **эталонная модель взаимодействия открытых систем** (ЭМВОС) – это семиуровневая абстрактная модель, разработанная *Международной Организацией по Стандартам* (International Organization for Standardization - ISO).
2. **Стек протоколов TCP/IP** – четырёхуровневая модель, разработанная по инициативе Министерства обороны США. Используется сейчас как основной стек протоколов в сетях.

Модель OSI		
Тип данных	Уровень (layer)	Функции
Данные	7. Прикладной (application)	Доступ к сетевым службам
	6. Уровень представления (presentation)	Представление и шифрование данных
	5. Сеансовый (session)	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный (transport)	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты (датаграммы)	3. Сетевой (network)	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный (data link)	Физическая адресация
Биты	1. Физический (physical)	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

Модель OSI	Набор протоколов TCP/IP	Модель TCP/IP
Уровень приложений	HTTP, DNS, DHCP, FTP	Уровень приложений
Уровень представления		
Сеансовый уровень		
Транспортный уровень	TCP, UDP	Транспортный уровень
Сетевой уровень	IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6	Межсетевой уровень
Канальный уровень	PPP, Frame Relay, Ethernet	Уровень сетевого доступа
Физический уровень		

Стек TCP/IP. Инкапсуляция



п-о-р

Основные протоколы TCP/IP по уровням модели OSI

[скрыть]

Прикладной

BGP • HTTP • DHCP • IRC • SNMP • DNS • NNTP • XMPP • SIP • BitTorrent •
IPP • NTP • SNTP • RDP

Электронная почта SMTP • POP3 • IMAP4

Передача файлов FTP • TFTP • SFTP

Удалённый доступ rlogin • Telnet

Представления

XDR • SSL

Сеансовый

ADSP • H.245 • iSNS • NetBIOS • PAP • RPC • L2TP • PPTP • RTCP • SMPP •
SCP • SSH • ZIP • SDP

Транспортный

TCP • UDP • SCTP • DCCP • RUDP • RTP

Сетевой

IPv4 • IPv6 • IPsec • ICMP • IGMP • ARP • RARP • RIP2 • OSPF

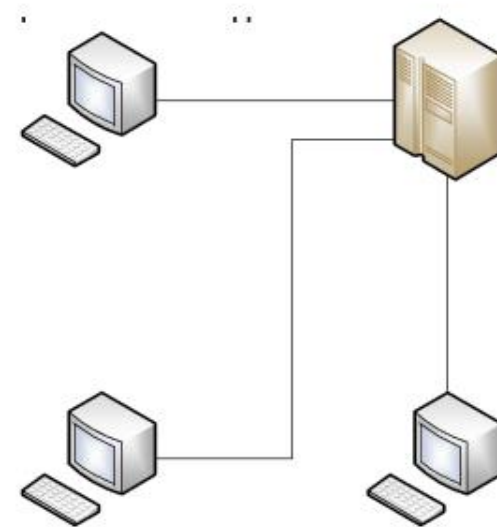
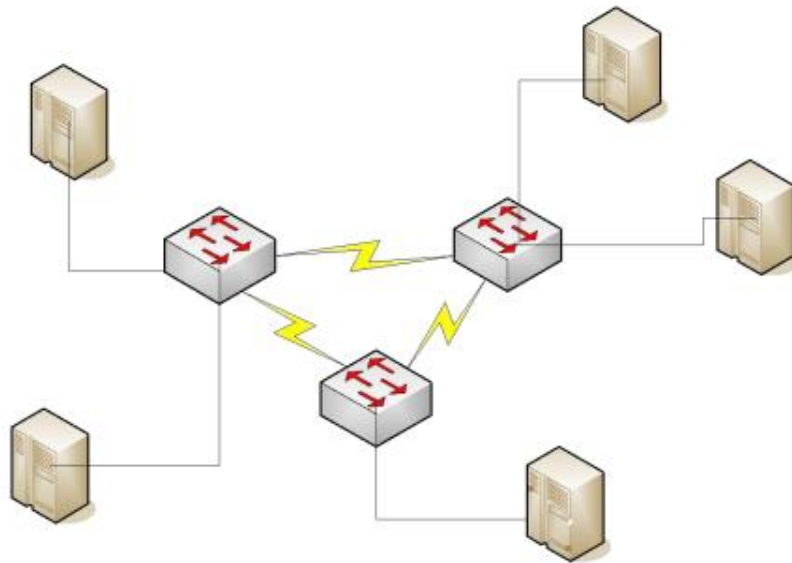
Канальный

Ethernet • PPPoE • PPP • L2F • 802.11 Wi-Fi • 802.16 WiMax • Token ring •
ARCNET • FDDI • HDLC • SLIP • ATM • DTM • X.25 • Frame relay • SMDS • STP

Физический

Ethernet • RS-232 • EIA-422 • RS-449 • RS-485

Назначение компьютерных сетей

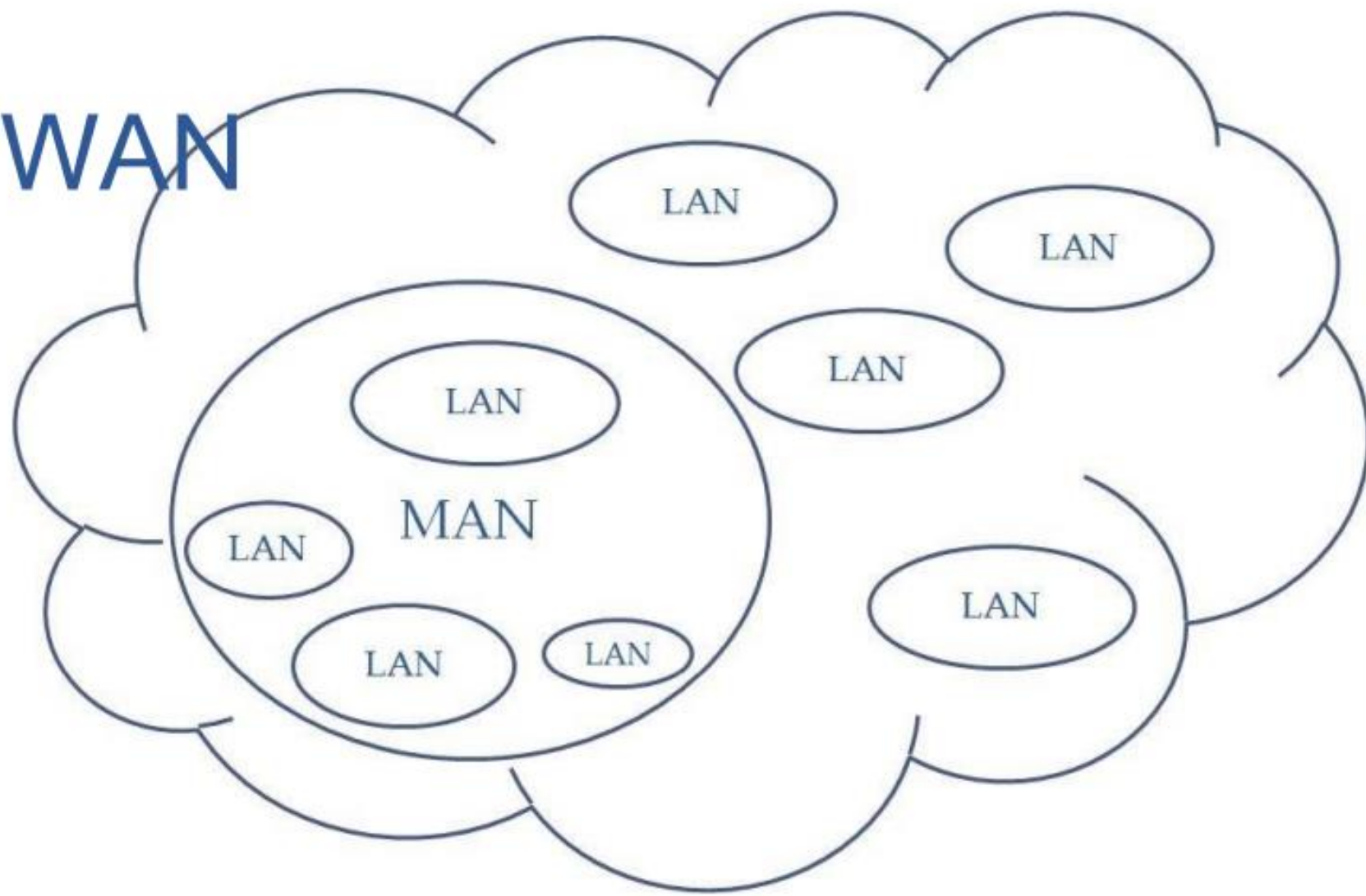


- Обмен информацией и ресурсами
- Совместная работа и коммуникация
- Доступ к удаленным ресурсам
- Централизованное управление и контроль
- Резервное копирование и восстановление данных
- Доступ в Интернет

Основные виды компьютерных сетей

- Локальная сеть (Local Area Network, LAN) — это сеть, ограниченная географически и обычно охватывающая небольшую территорию, такую как офис, школа, дом или здание.
- Глобальная сеть (Wide Area Network, WAN) — это сеть, охватывающая большие географические расстояния и объединяющая локальные сети и устройства через общедоступные телекоммуникационные сети. Интернет, частные сети предприятий, глобальные корпоративные сети.
- Metropolitan Area Network (MAN) — это тип компьютерной сети, который охватывает географически ограниченную область, обычно город или предместье.

WAN



[illegible]

Сеть построена на базе стека протоколов TCP/IP.

- World Wide Web или WWW.
- Социальные сети.
- Почта.
- Обмен файлами и.т.д.



Физический уровень

Физический уровень (Physical Layer) является нижайшим уровнем в модели OSI (Open Systems Interconnection) и других сетевых моделях.

Он отвечает за передачу физических сигналов по физическим средам связи, таким как провода, оптоволокно или беспроводные каналы.

Физический уровень определяет электрические, оптические и механические характеристики для физического соединения между устройствами передачи данных.

Физический уровень

Роль физического уровня в сетевых системах:

1. Передача сигналов: Физический уровень обеспечивает передачу битовых потоков по физическим средам связи. Он определяет методы кодирования и модуляции, используемые для представления данных в виде сигналов, которые могут быть переданы по среде передачи.
2. Физическое соединение: Физический уровень определяет характеристики физического соединения между устройствами передачи данных. Это может включать разъемы, кабели, разъемы оптоволоконных сетей и другие компоненты, необходимые для установления физического соединения.
3. Сигнализация: Физический уровень определяет протоколы сигнализации, которые управляют началом и окончанием передачи данных, а также обнаружением и исправлением ошибок на физическом уровне.
4. Передача данных в среде: Физический уровень определяет способы передачи данных через физическую среду связи, включая методы модуляции. Он также определяет спецификации скорости передачи данных, дистанцию и шумозащищенность для конкретной физической среды.
5. Преобразование сигналов: Физический уровень может включать преобразование сигналов между различными форматами или интерфейсами, например, преобразование сигналов с электрического на оптический или обратно в оптических сетях.

Физический уровень

Роль физического уровня в сетевых системах:

1. Передача сигналов: Физический уровень обеспечивает передачу битовых потоков по физическим средам связи. Он определяет методы кодирования и модуляции, используемые для представления данных в виде сигналов, которые могут быть переданы по среде передачи.
2. Физическое соединение: Физический уровень определяет характеристики физического соединения между устройствами передачи данных. Это может включать разъемы, кабели, разъемы оптоволоконных сетей и другие компоненты, необходимые для установления физического соединения.
3. Сигнализация: Физический уровень определяет протоколы сигнализации, которые управляют началом и окончанием передачи данных, а также обнаружением и исправлением ошибок на физическом уровне.
4. Передача данных в среде: Физический уровень определяет способы передачи данных через физическую среду связи, включая методы модуляции. Он также определяет спецификации скорости передачи данных, дистанцию и шумозащищенность для конкретной физической среды.
5. Преобразование сигналов: Физический уровень может включать преобразование сигналов между различными форматами или интерфейсами, например, преобразование сигналов с электрического на оптический или обратно в оптических сетях.

Среды передачи данных

А. Проводные среды передачи данных

1. Витая пара
2. Коаксиальный кабель
3. Волоконно-оптический кабель

В. Беспроводные среды передачи данных

1. Радиоволны
2. Инфракрасное излучение
3. Микроволны

Среды передачи данных

А. Проводные среды передачи данных

1. Витая пара
2. Коаксиальный кабель
3. Волоконно-оптический кабель

В. Беспроводные среды передачи данных

1. Радиоволны
2. Инфракрасное излучение
3. Микроволны

Сигналы и кодирование

А. Аналоговые и цифровые сигналы

В. Методы кодирования данных

1. Амплитудная модуляция (АМ)

2. Частотная модуляция (ЧМ)

3. Фазовая модуляция (ФМ)

4. Методы линейного и нелинейного кодирования

Виды связи. Simplex

Simplex – односторонняя связь.

Примеры:

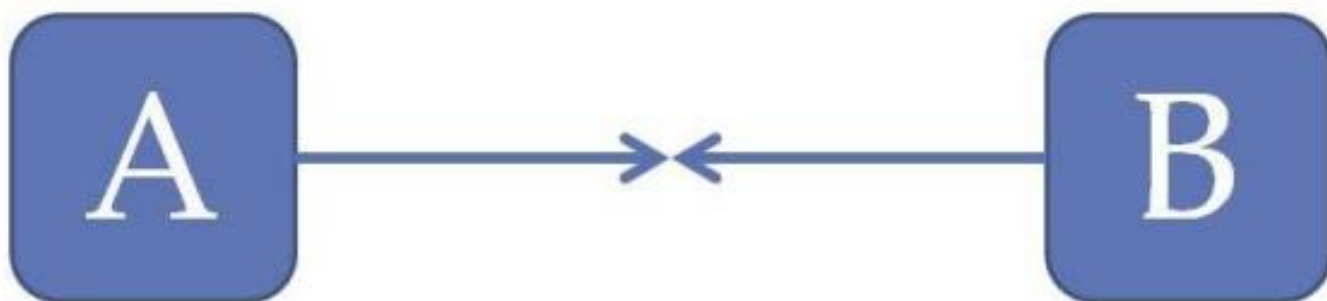
- Теле- и радиовещание.
- Передача сигнала от спутников GPS.



Виды связи. Half-duplex

Half-duplex – двусторонняя связь, но в один момент времени может передавать только одно устройство.

Пример: общение по рации, когда можно либо слушать канал, либо, нажав кнопку, передавать в него.



Виды связи. Full-duplex

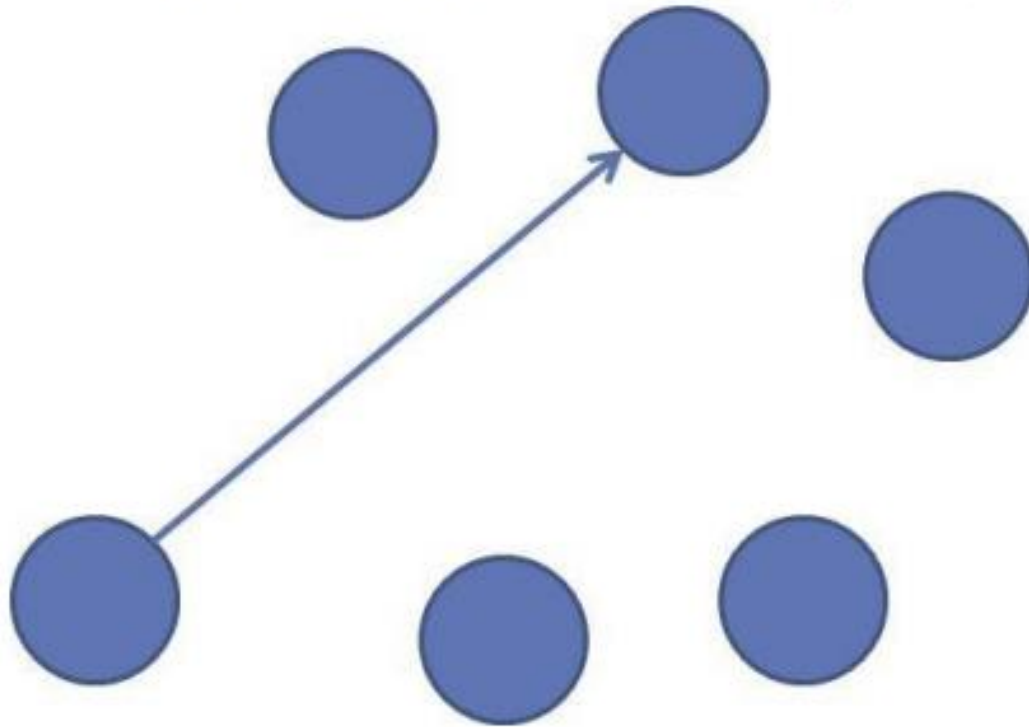
Full-duplex или просто duplex – двусторонняя передача, оба устройства могут одновременно вести передачу.

Пример: разговор по телефону.



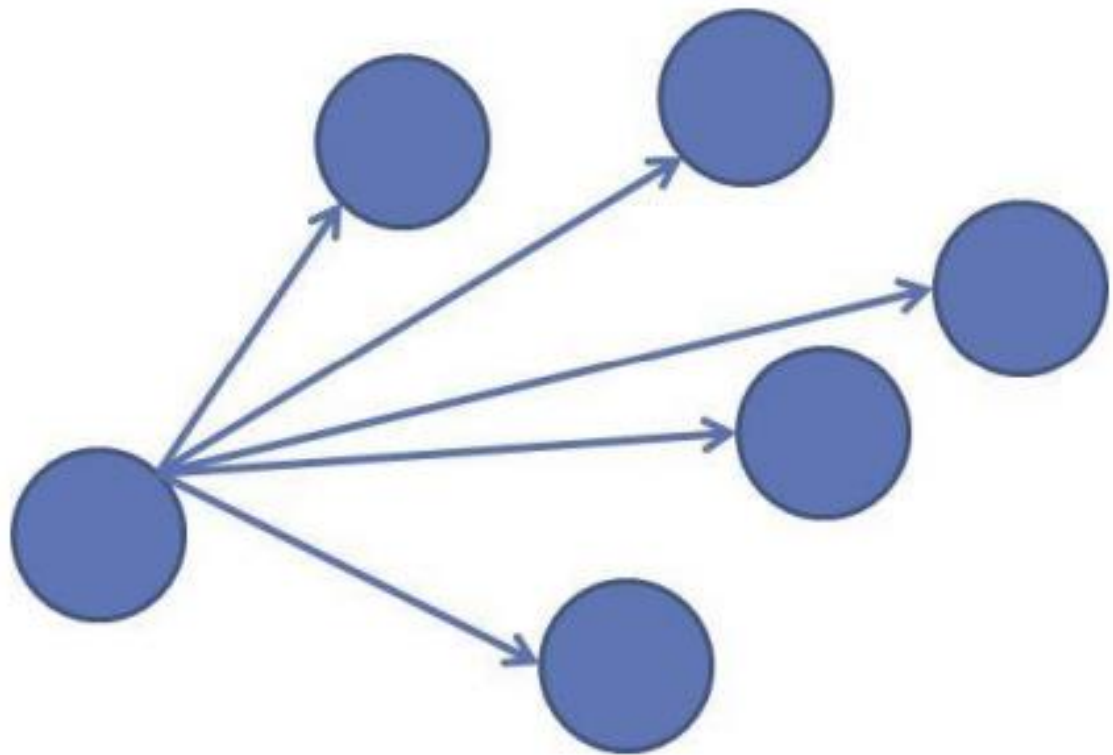
Методы передачи данных

Unicast - передача данных единственному адресату.



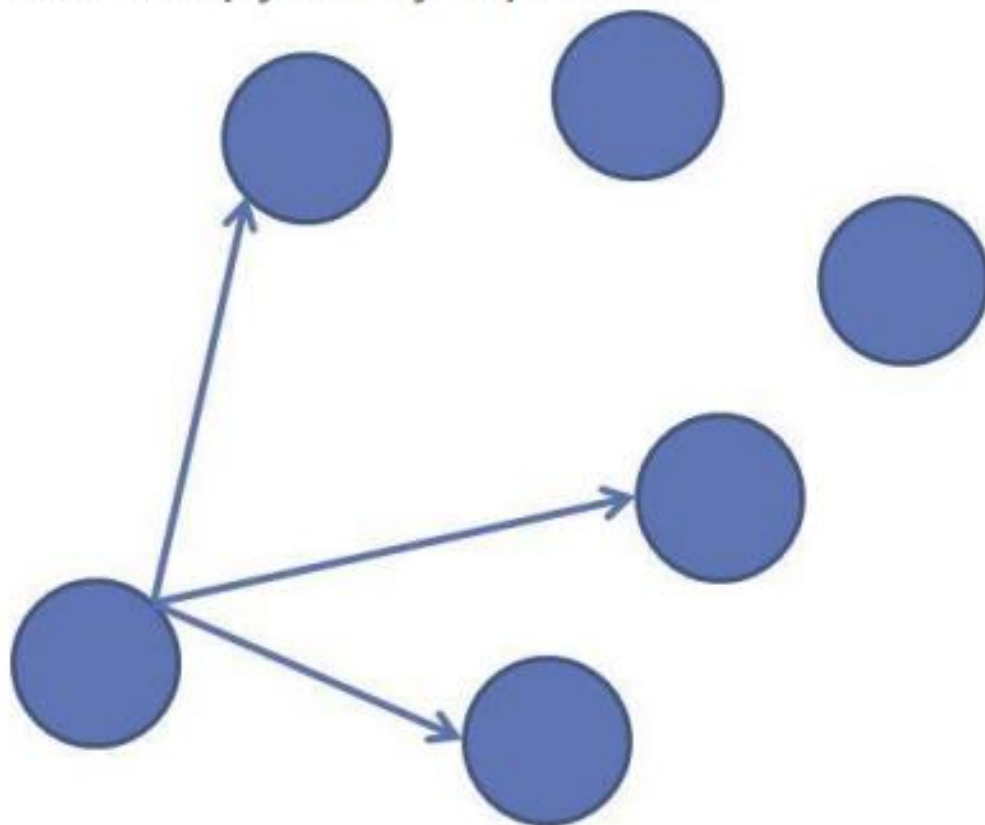
Методы передачи данных

Broadcast - широковещательная передача данных всем устройствам.



Методы передачи данных

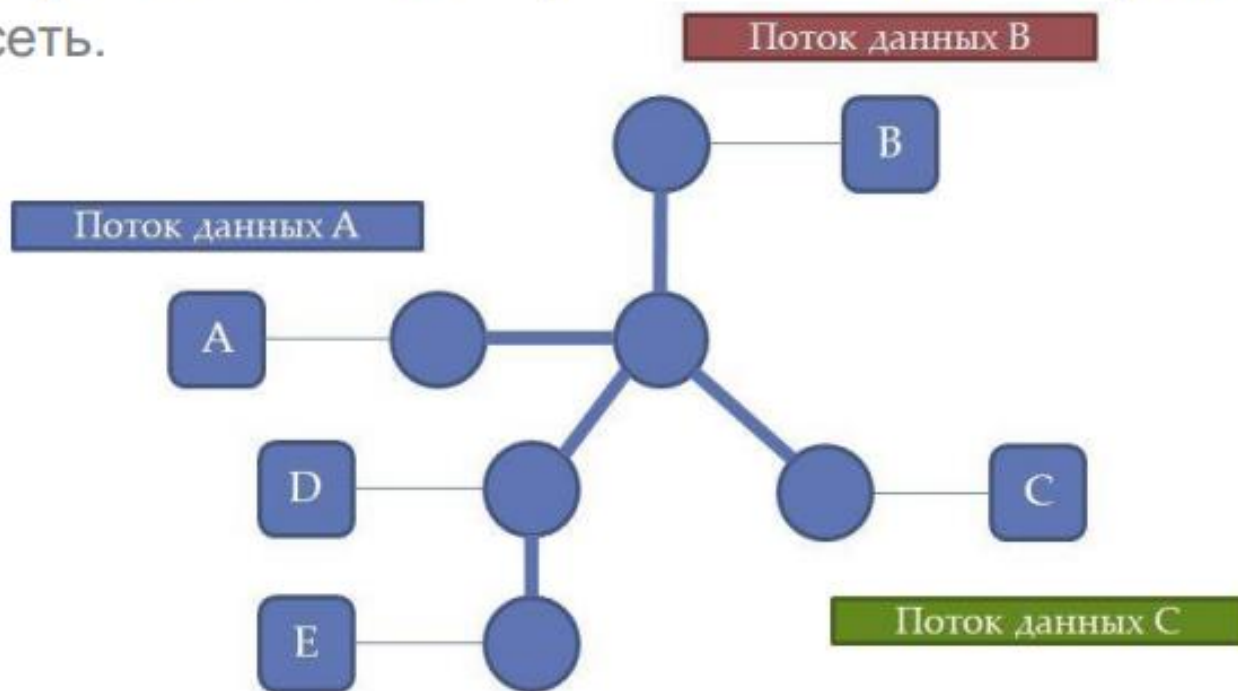
Multicast - передача данных группе устройств.



Виды коммутации.

Коммутация каналов

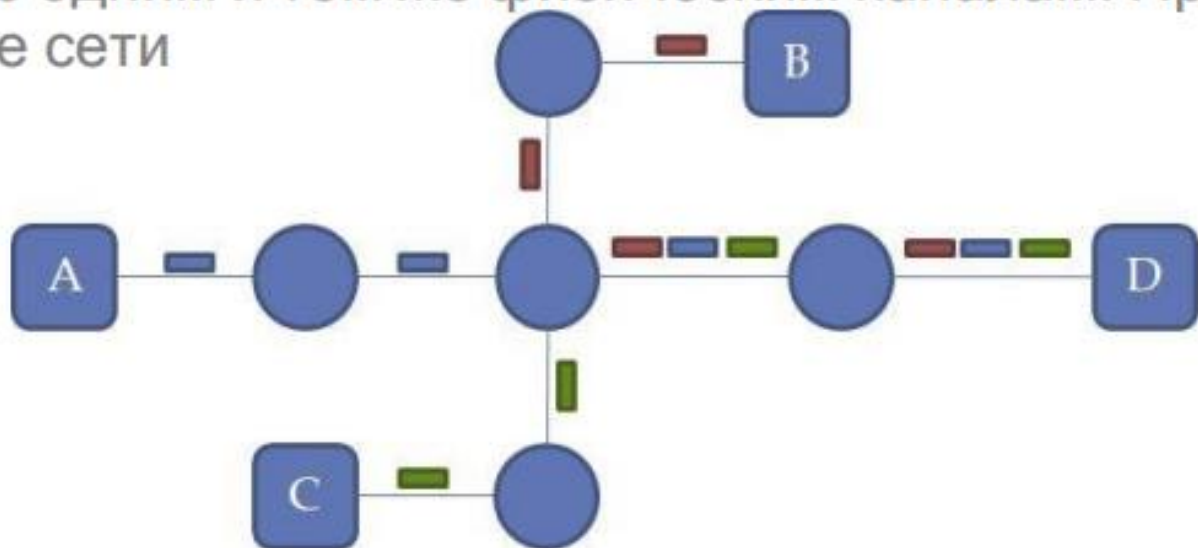
В сети с коммутацией каналов между двумя конечными устройствами устанавливается физический канал. Пример: телефонная сеть.



Виды коммутации.

Коммутация пакетов

В сети с коммутацией пакетов информация от каждого устройства делится на небольшие пакеты, и данные передаются по одним и тем же физическим каналам. Пример: компьютерные сети



Топология сети



Виды топологий

Сетевая топология — это структура графа, на вершинах которого находятся конечные узлы сети (компьютеры/телефоны/принтеры) и сетевое оборудование (коммутаторы, роутеры), а рёбра — физические линии связи между узлами.

Сетевые топологии могут быть.

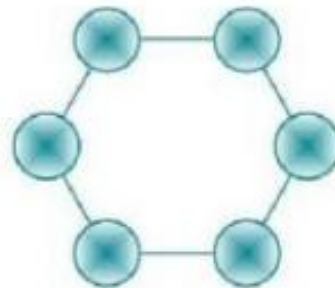
- **Физическими** — определяет как физически соединены устройства в сети.
- **Логическими** — определяет направления потоков данных между узлами сети и способы передачи данных



Полносвязная
топология



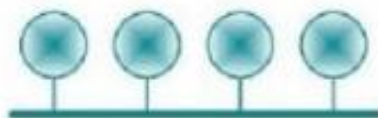
Ячеистая топология
(Mesh-сети)



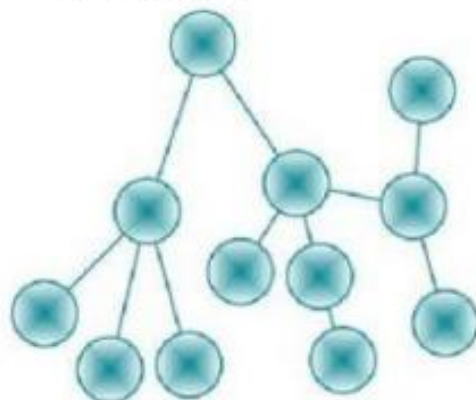
Кольцевая
топология



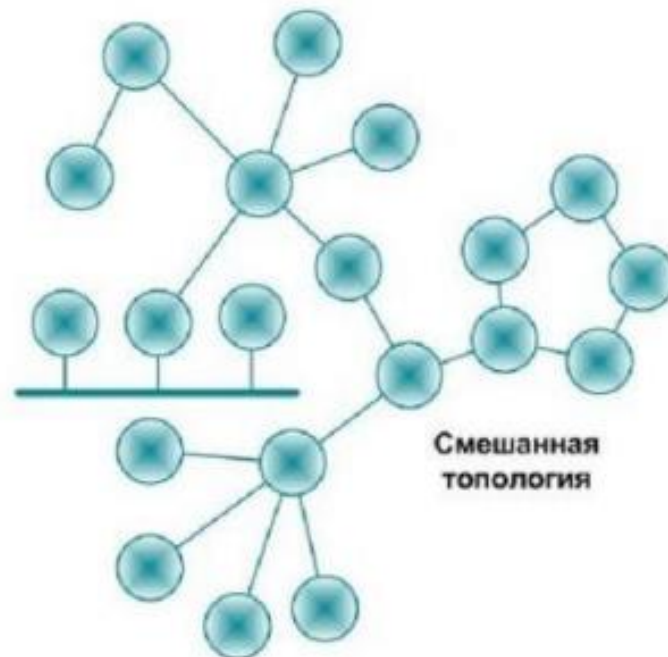
Топология «Звезда»



Топология
«Общая шина»



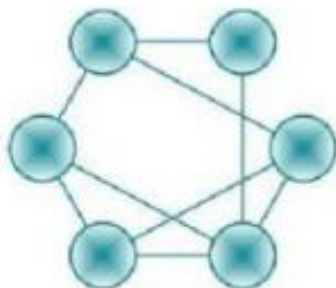
Топология
«Иерархическая звезда»
 («Дерево»)



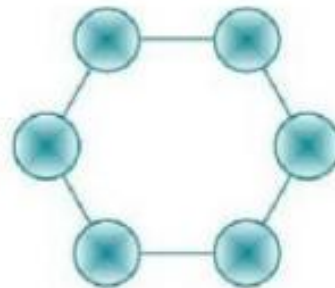
Смешанная
топология



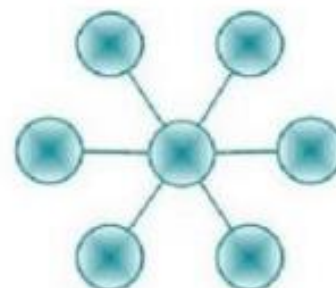
Полносвязная
топология



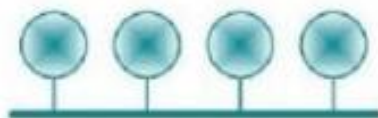
Ячеистая топология
(Mesh-сети)



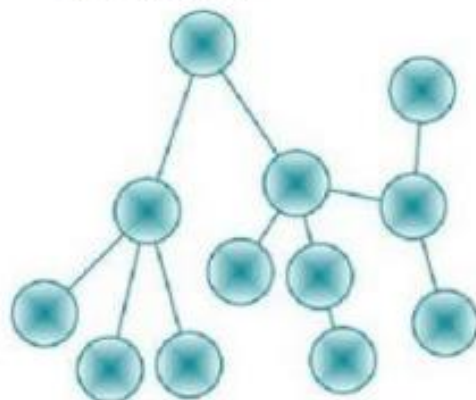
Кольцевая
топология



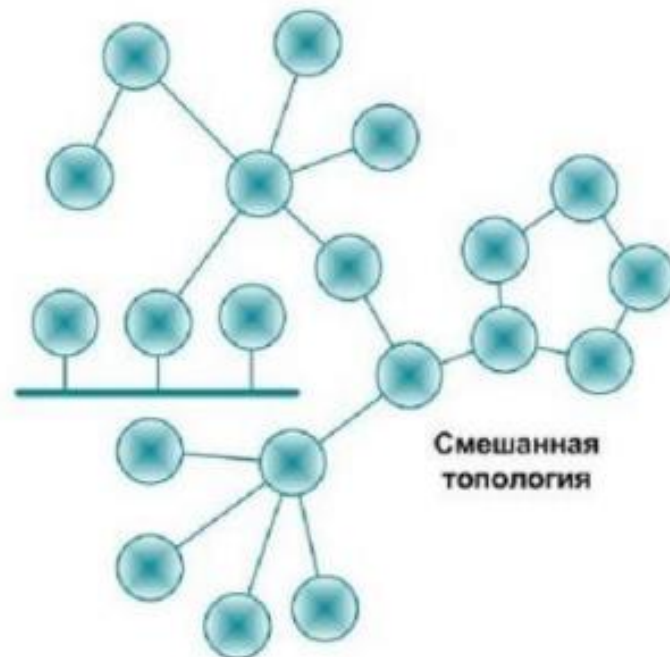
Топология «Звезда»



Топология
«Общая шина»



Топология
«Иерархическая звезда»
 («Дерево»)



Смешанная
топология

Сетевая технология Ethernet

Ethernet - семейство технологий пакетной передачи данных в компьютерных сетях, использующих метод **множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий - CSMA/CD**.

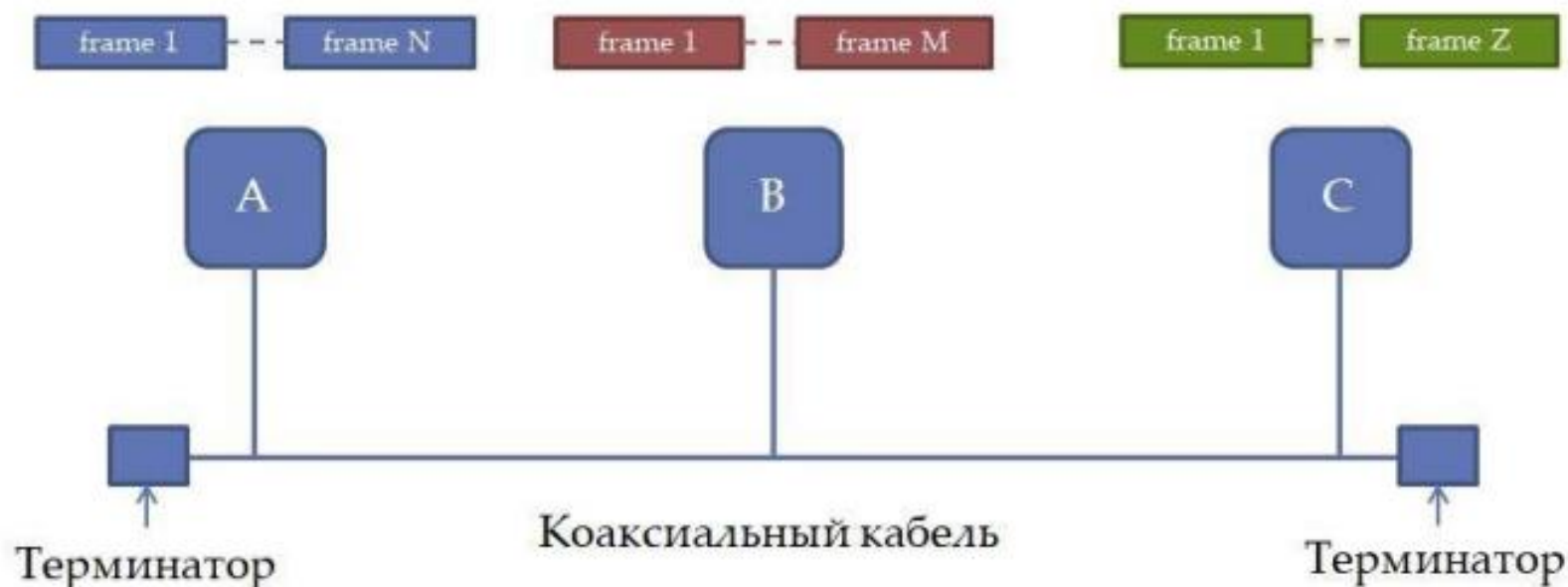
Название «Ethernet» (буквально «эфирная сеть» или «среда сети») связано с тем что первоначально принцип работы этой технологии был заимствован из радио технологии ALOHAnet.

Ethernet описывается стандартами группы IEEE 802.3

Ethernet сейчас является одной из самых распространённых технологий ЛВС. В середине 90-х, он вытеснил такие сетевые технологии, как ARCNET и Token Ring.

Основы Ethernet

Первой физической схемой подключения (физической топологией) Ethernet была «шина». Все устройства **конфликтуют** за среду передачи данных. Передача ведётся в режиме **half-duplex** на скорости до 10Мбит/сек. Технологии имели название 10BASE5 и 10BASE2



Коаксиальный кабель

Имеет всего одну пару проводников для передачи данных.



Проблемы ранних Ethernet.

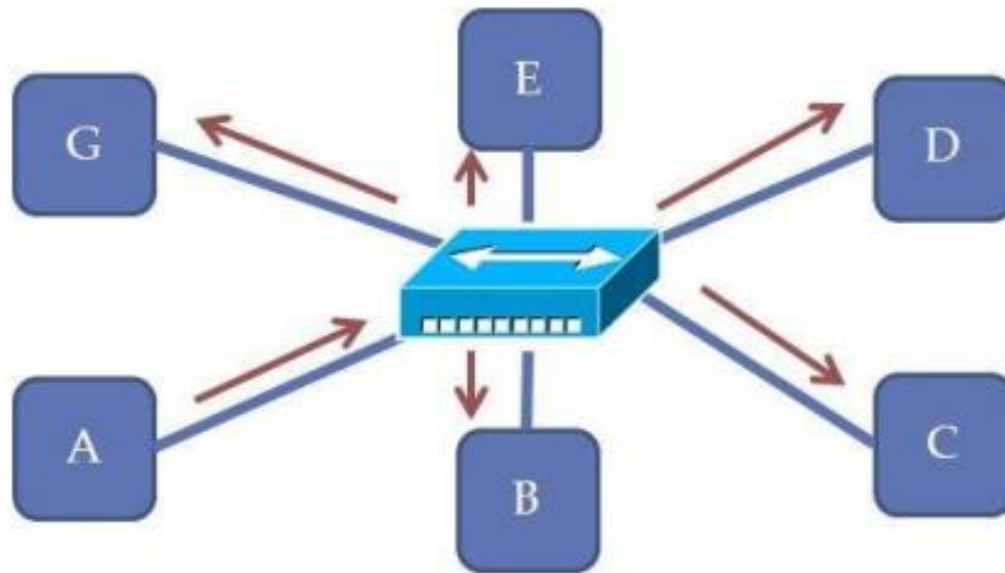
- **Режим half-duplex.** Устройство не может одновременно вести прием и передачу.
- **Обрыв кабеля** выводил из строя всю сеть.
- **Неудобства** при работе с коаксиальным кабелем.



Переход на витую пару со сменой топологии на звезду

Hub (концентратор) – сетевое устройство, работающее на первом уровне модели OSI.

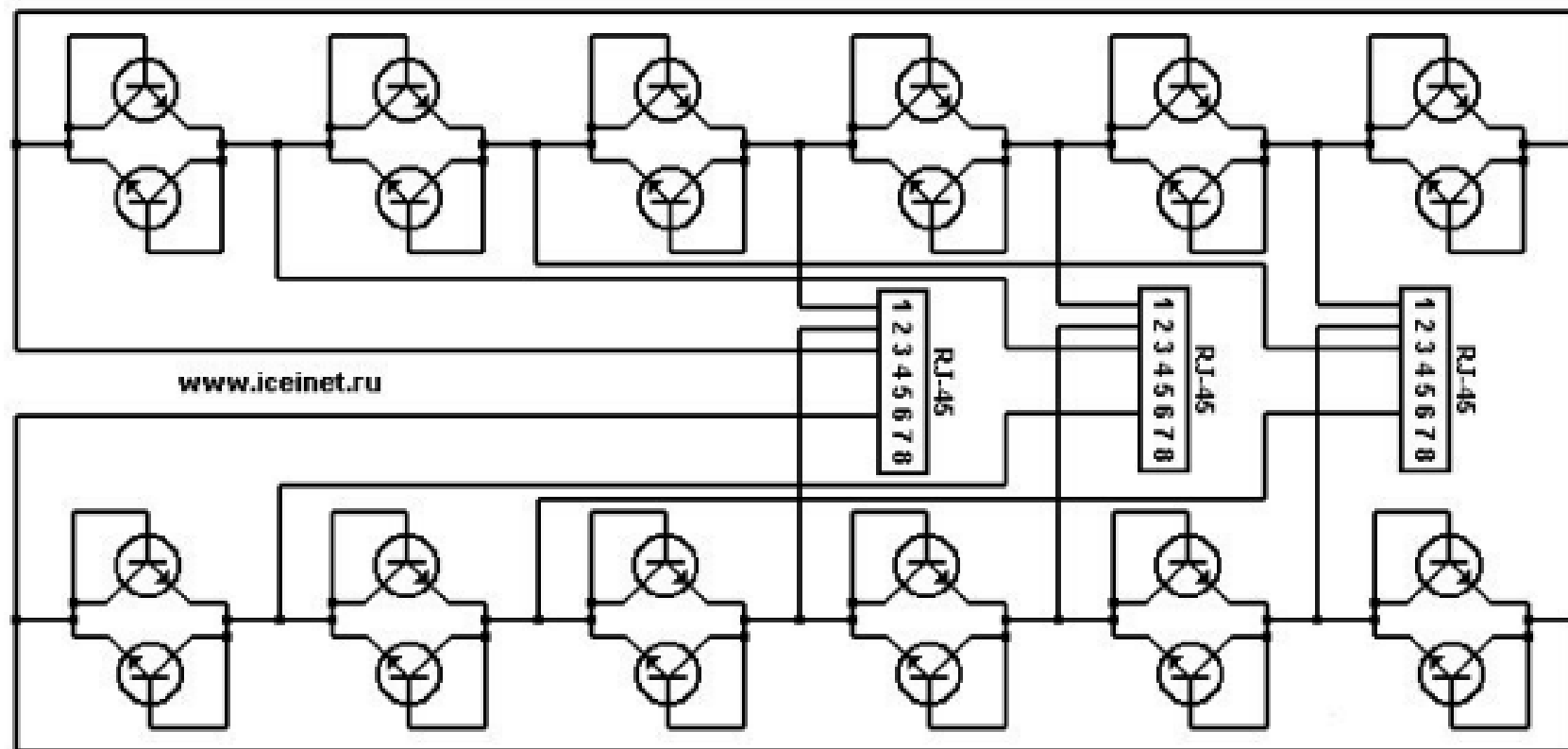
Любой фрейм, пришедший на порт хаба, дублируется на все его порты кроме того, с которого он этот фрейм получил.
10BASE-T



Hub



Hub



8P8C («RJ-45») коннектор



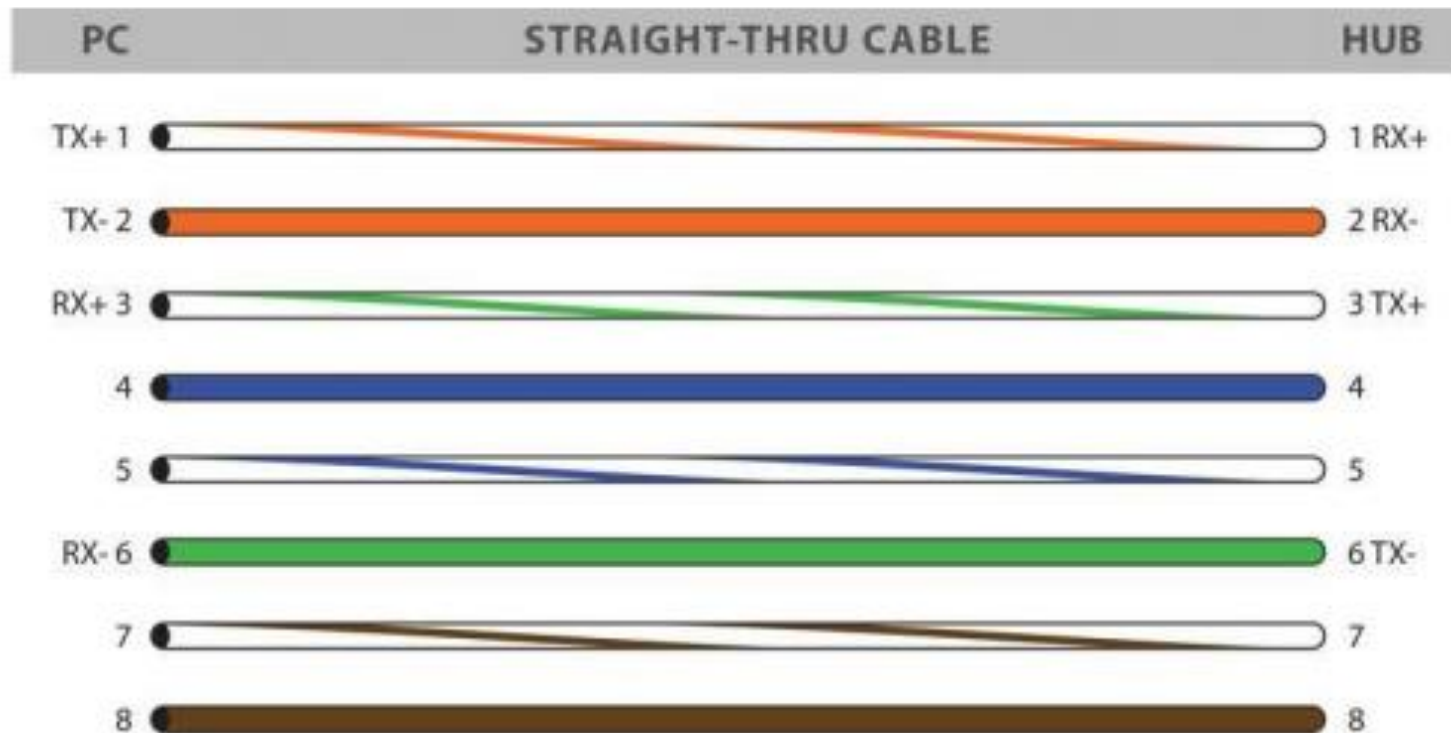
8P8C («RJ-45») коннектор на витой паре



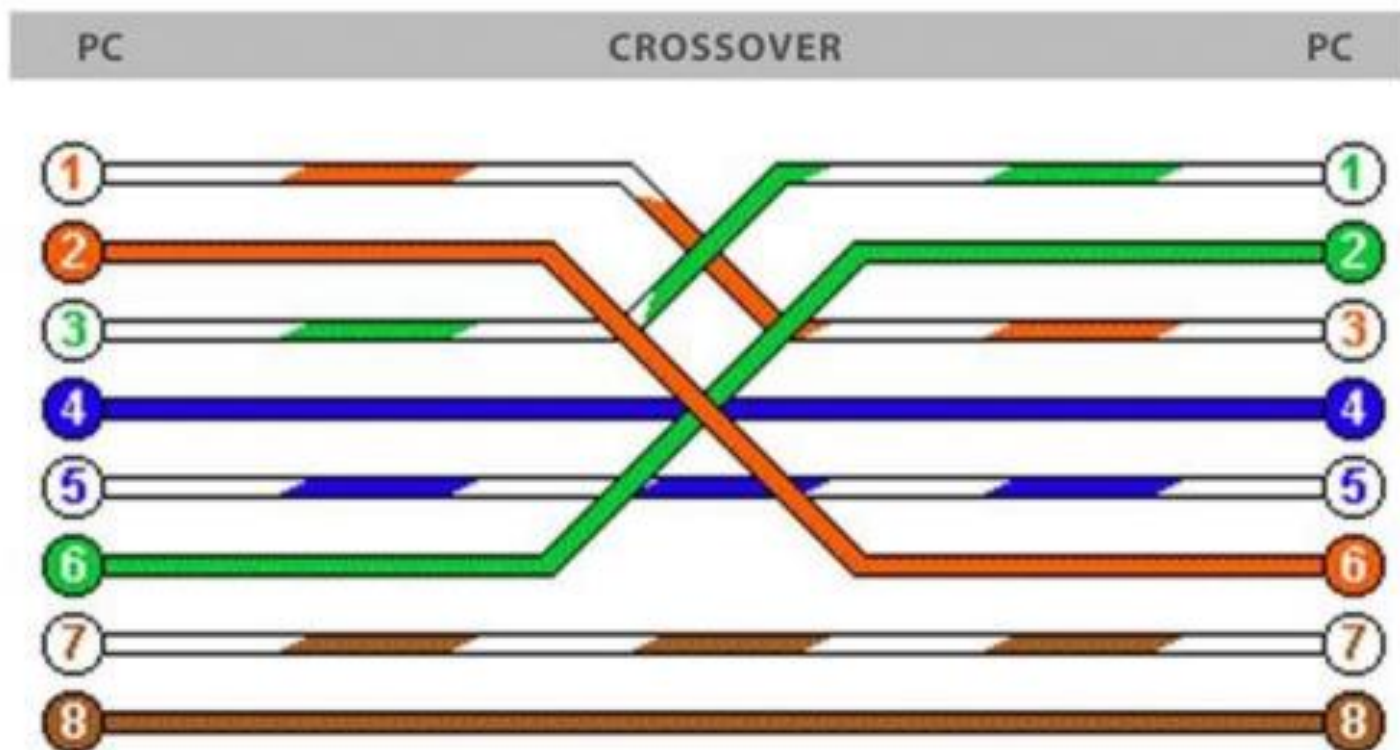
Витая пара



Обжимка витой пары



Обжимка витой пары



Основные протоколы семейства Ethernet, работающие по витой паре

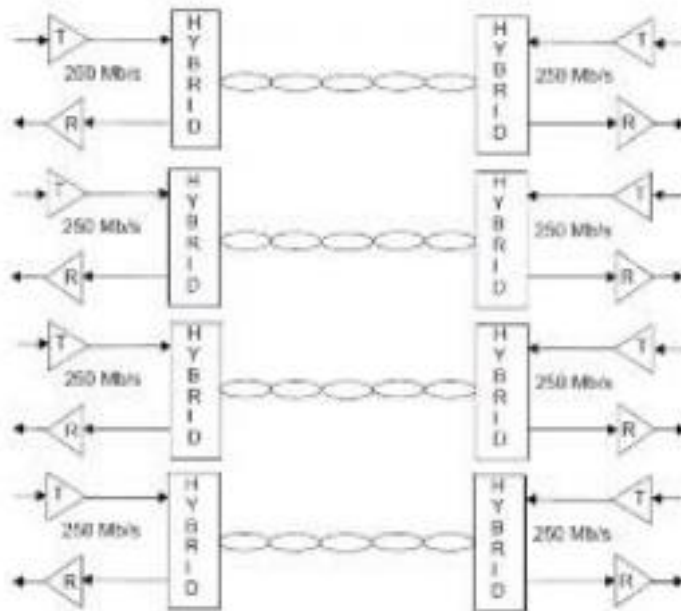
- **10BASE-T** или просто **Ethernet**. Скорость 10Мбит/с, half/full duplex. Используется 2 пары.
- **100BASE-T** или **Fast Ethernet**. Скорость 100Мбит/с, duplex. Используется 2 пары.
- **1000BASE-T** или **Gigabit Ethernet**. Скорость 1000Мбит/с, **только full duplex**, используются **4** пары.
- Для всех стандартов можно применять витую пару UTP(unshielded twisted pair - неэкранированная витая пара) категории **5е**. У всех стандартов ограничение по длине кабеля – **100м**.
- Все эти протоколы поддерживают **обратную совместимость**
- Большинство устройств поддерживает авто-согласование скорости.

> ETHERNET CABLES (COPPER)

- Up to 10G can be a twisted pair with $\leq 100\text{m}$ length limit Different categories support different speed.
- Cost effective coaxial 10G/25G solution exists (twinax). Length up to 15 meters



- For >1G speed over twisted pair Transmit and Receive happens simultaneously over each pair of wires



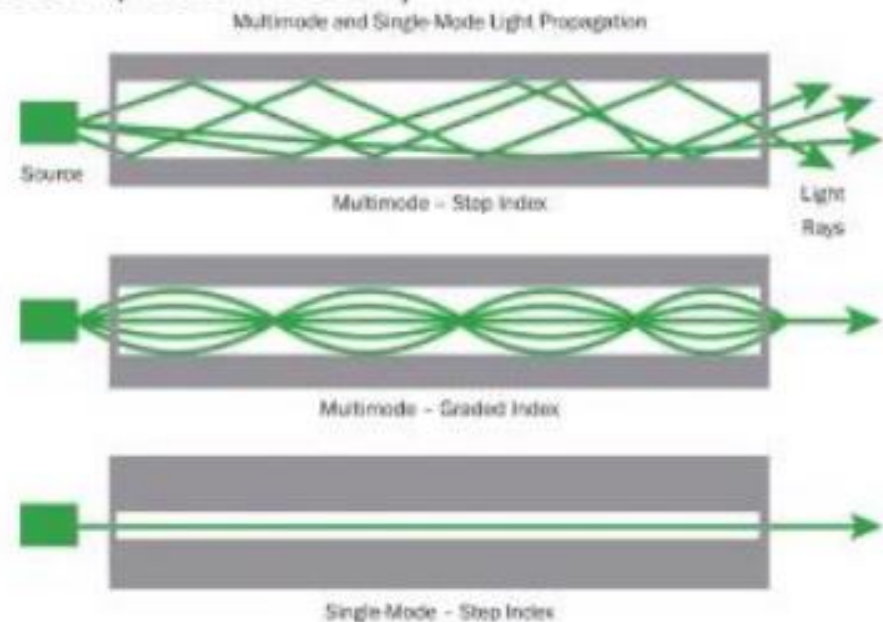
ETHERNET CABLES (FIBER)

- Multimode (MMF):

- Used for shorter distance (10G < 550m, 40G < 150m)
- Less expensive
- LED as light source

- Single mode

- For long distances
- Expensive
- Laser as light source





ETHERNET CABLES (FIBER)

- Color makes sense

Color	Meaning
Orange	multi-mode optical fiber
Aqua	OM3 or OM4 10 G laser-optimized 50/125 μ m multi-mode optical fiber
Erika violet	OM4 multi-mode optical fiber (some vendors)
Yellow	single-mode optical fiber
Blue	Sometimes used to designate polarization-maintaining optical fiber



ETHERNET CABLES (FIBER)

- Connector types (tens of them!)
 - Standard Connector (SC)
 - Lucent Connector (LC)
 - Multi-fiber Push On (MPO)



> ETHERNET CABLES (FIBER)

- Transceiver form factors:
 - SFP+ format for 10G
 - SFP28 for 25G (same size with SFP+)
 - QSFP/QSFP28 format for 25G -> 100G





BREAKOUT CABLES FOR >40G

- For 40G and 100G breakout cables are available
- Can split 1 high speed port into several low speed (1x40G into 4x10G, or 1x100G into 4x25G)

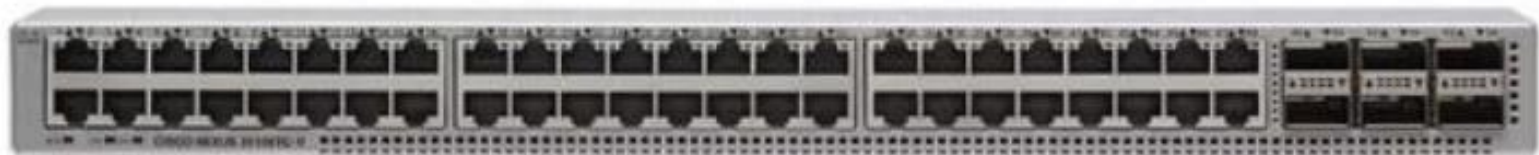


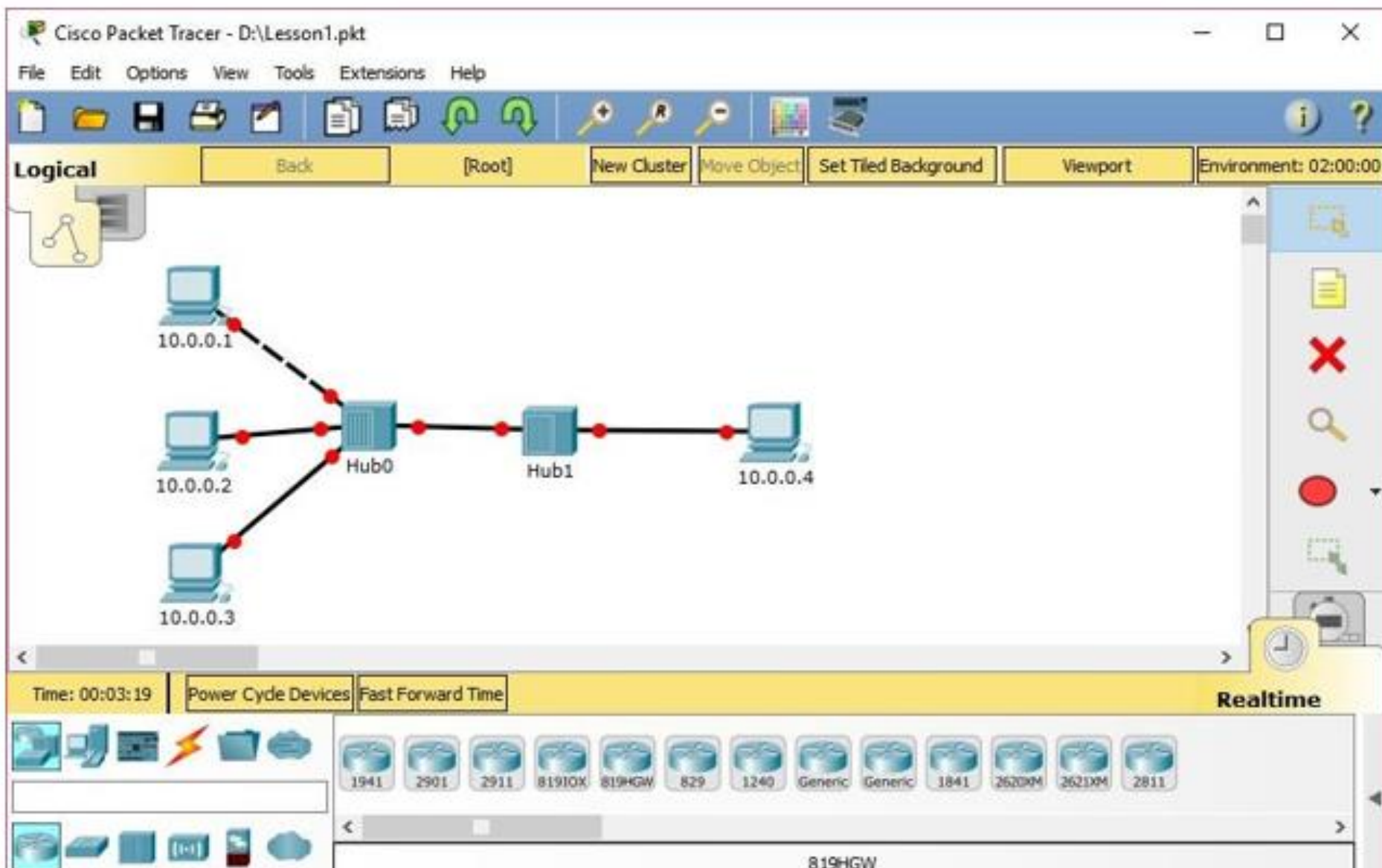
> ETHERNET PORTS

- Fiber



- Copper





Домашнее задание

1. Скачать и установить cisco packet tracer 8.x.
2. Диагностика физического уровня. Скачать файл packet tracer, в котором собрана сеть с несколькими хостами (в центре хаб, а также пара компьютер- компьютер), в каждом из которых проблема с линком по той или иной причине, задача поднять все линки и проверить связь командой ping.