

Сети и телекоммуникации

Часть 1



Содержание

[Лекция 1.](#) Основные понятия.
Классификация сетей.

[Лекция 2.](#) Аппаратура для построения проводных сетей.

[Лекция 3.](#) Топология локальных сетей

[Лекция 4.](#) Стандарты в области компьютерных сетей.

[Лекция 5.](#) Сетевые технологии.

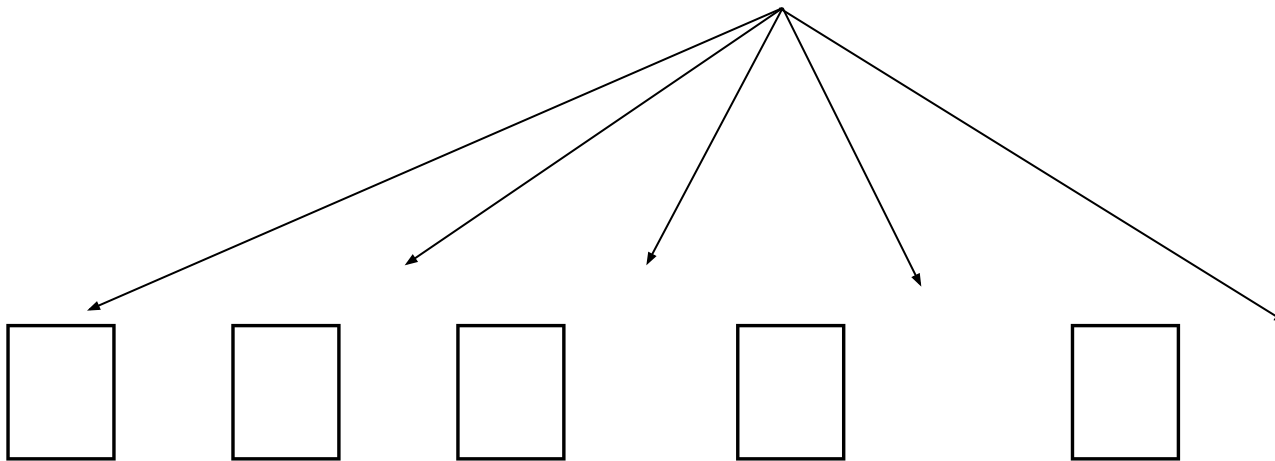
[Лекция 6.](#) Эталонные модели организации сетей.

Телекоммуникации

tele (греч.) – вдаль, далеко

communicatio (лат.) – связь

обмен информацией на расстоянии с помощью
средств связи



Компьютерная сеть



Компьютерная сеть – это совокупность компьютерного и сетевого оборудования, объединенных каналами передачи данных в единую систему.

Целью создания компьютерной сети является предоставление доступа к её ресурсам.

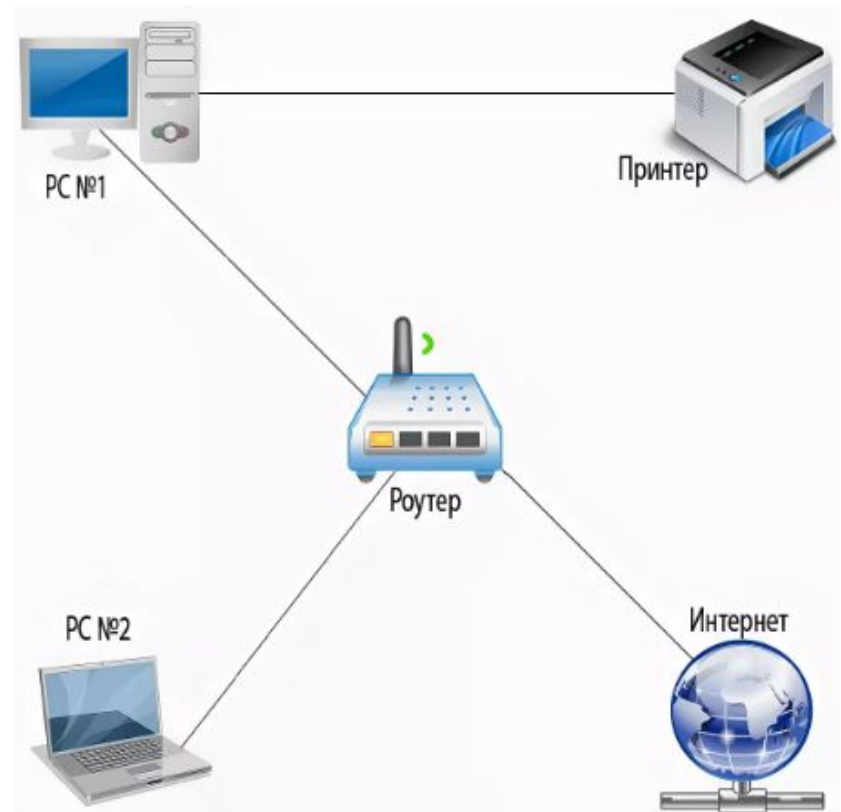
Сетевыми ресурсами могут быть:

- данные;
- устройства;
- вычислительные возможности, обеспечиваемые процессорами.

Компьютерная сеть

Для создания компьютерной сети требуются следующие компоненты:

- 1) компьютеры, имеющие возможности для подключения к сети;
- 2) передающая среда или каналы передачи данных;
- 3) сетевое оборудование;
- 4) сетевое программное обеспечение.



Компьютерная сеть

Достоинства:

- 1) совместное использование информационных ресурсов;
- 2) совместное использование устройств;
- 3) быстрый обмен информацией между компьютерам;
- 4) возможность объединения вычислительных мощностей для решения сложных задач.



Недостатки:

- 1) снижение безопасности ;
- 2) финансовые затраты;
- 3) нужен специалист по обслуживанию.

Системный администратор



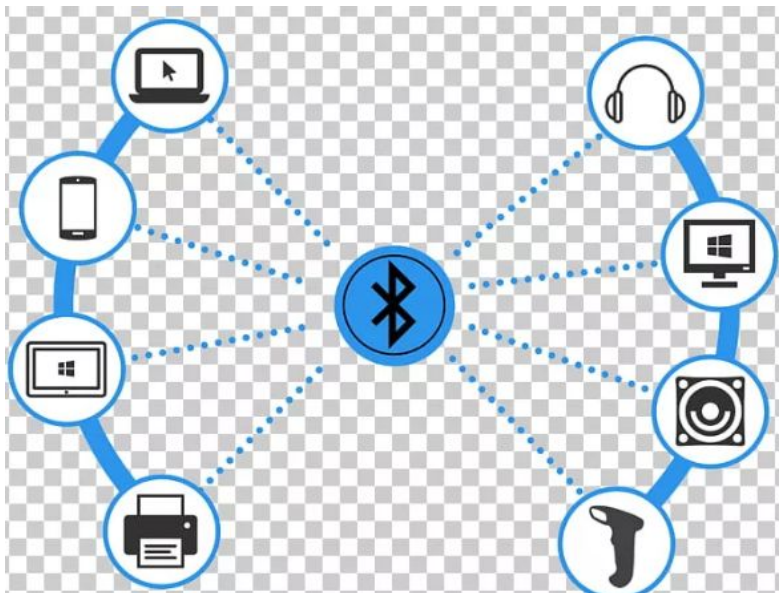
Обязанности системного администратора:

- 1) разграничение прав доступа пользователей к ресурсам сети;
- 2) обеспечение защиты информации;
- 3) предотвращение потери данных в случае сбоя электропитания;
- 4) периодическое копирование и архивирование данных;
- 5) замена оборудования.

Классификация компьютерных сетей

В зависимости от протяженности:

1) Персональная сеть
(Personal Area Network - PAN).



2) Локальная сеть
(Local Area Network – LAN).



Классификация компьютерных сетей

сетей

В зависимости от протяженности:

3) Корпоративная сеть (отраслевая).
(Corporate network).

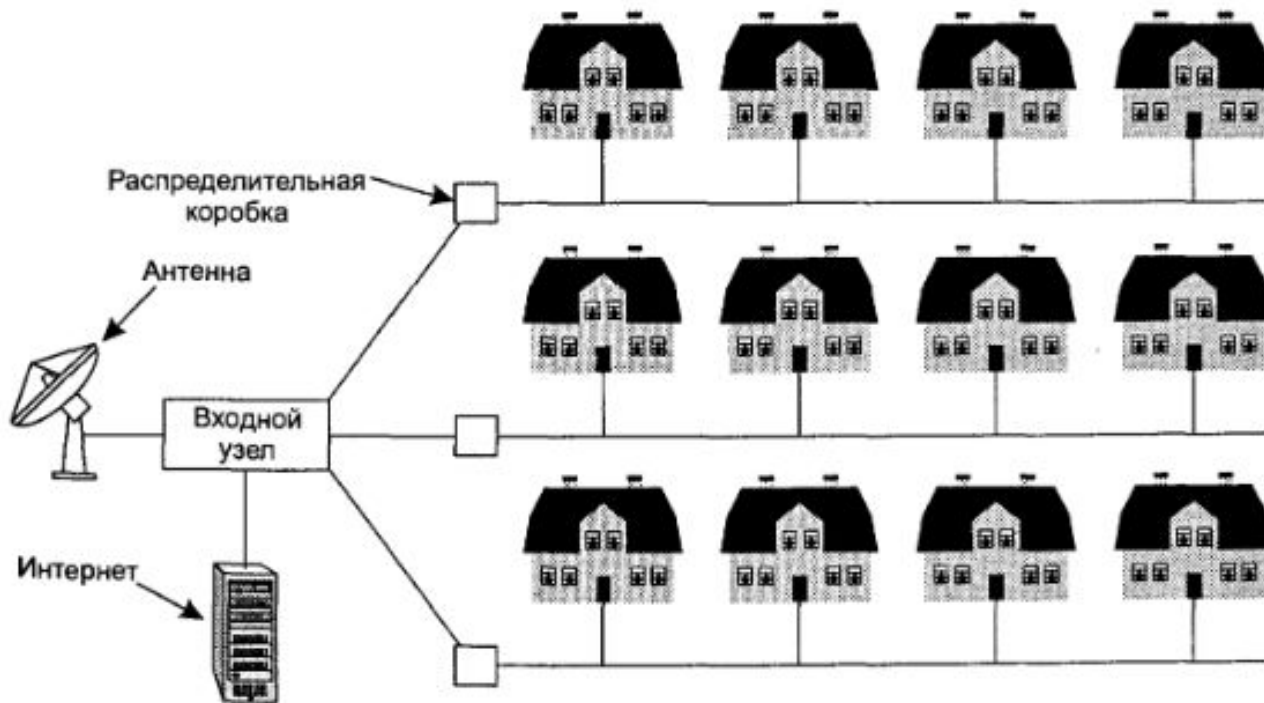


Классификация компьютерных сетей

сетей

В зависимости от протяженности:

4) Муниципальная сеть (общегородские)
(Metropolitan Area Network - MAN)



Муниципальная сеть на базе кабельного ТВ

Классификация компьютерных сетей

сетей

В зависимости от протяженности:

5) Региональная сеть (Regional Computer Network).

6) Глобальная сеть (Wide Area Network – WAN).

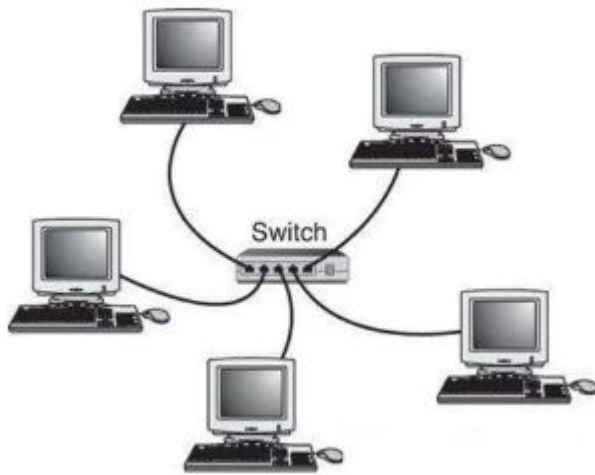


Классификация компьютерных сетей

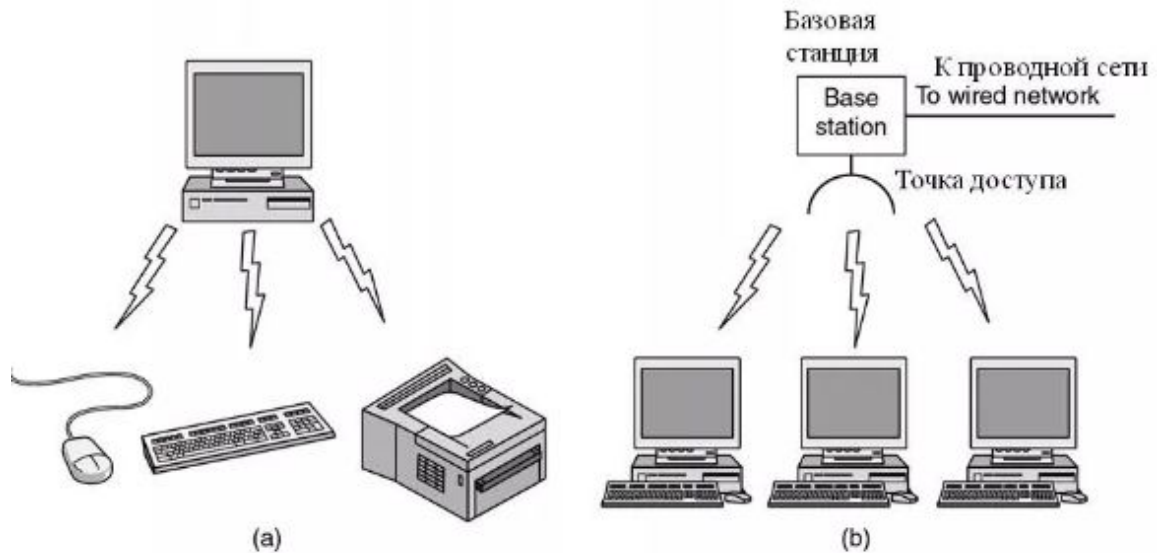
По способу связи компьютеров:

1) Проводные сети

Проводные персональные сети



2) Беспроводные сети.



(a) Конфигурация Bluetooth. Полностью беспроводная сеть

(b) Беспроводная локальная сеть с доступом в проводную

Классификация компьютерных сетей

По способу управления:

1) Сеть с централизованным управлением (сеть с выделенным сервером).



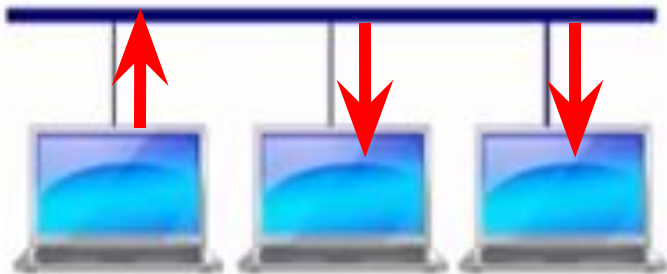
2) Сеть с децентрализованным управлением (одноранговая сеть).



Классификация компьютерных сетей

По технологии передачи:

1) Широковещательные сети.



2) Сети точка-точка.

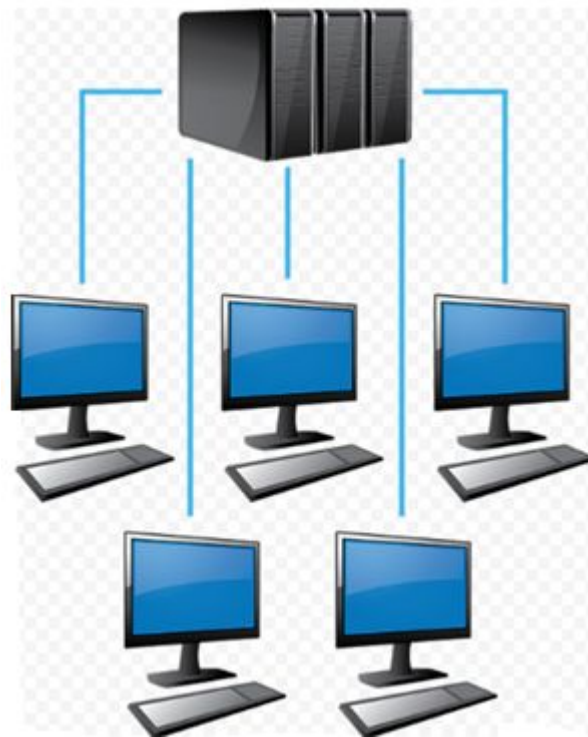


Классификация компьютерных сетей

По составу вычислительных средств:

1) Однородные (гомогенные) (гетерогенные)

2) Неоднородные

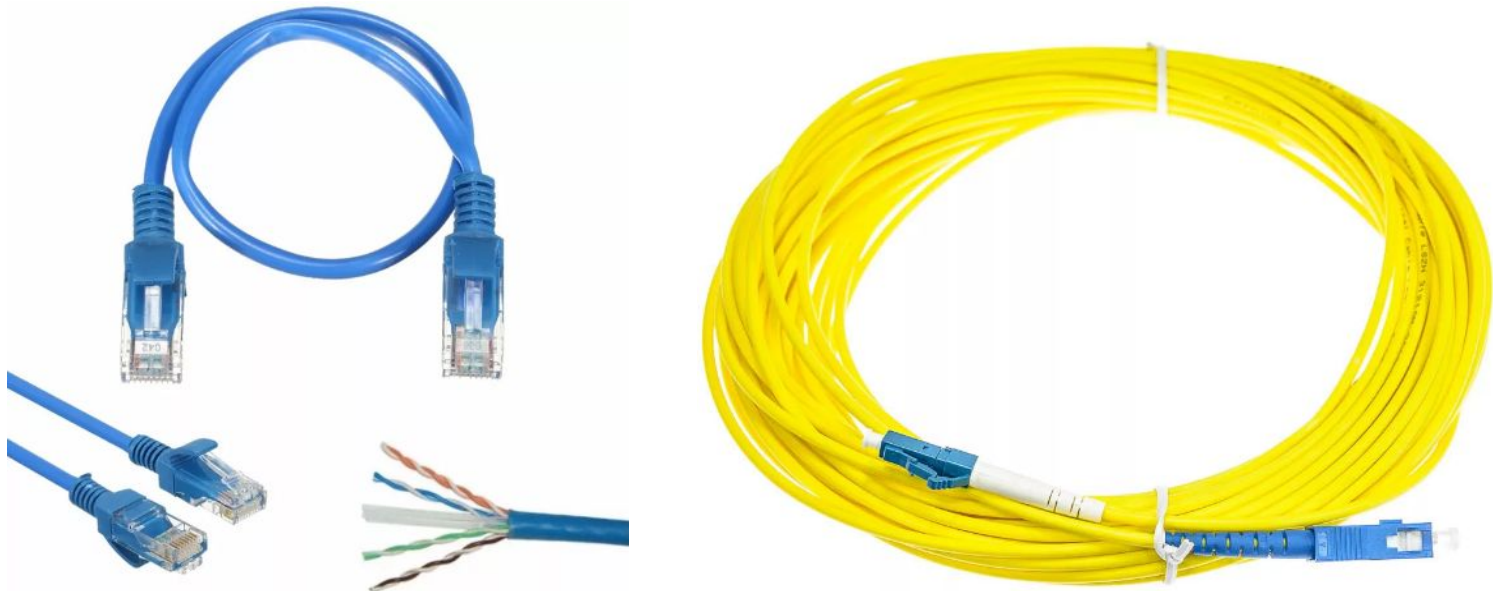


[к содержанию](#)

Сетевые кабели (передающая среда)

Основные группы кабелей:

- 1) коаксиальный кабель (coaxial cable);
- 2) витая пара (twisted pair);
- 3) оптоволоконный кабель (fiber optic).



Сетевые кабели (передающая среда)

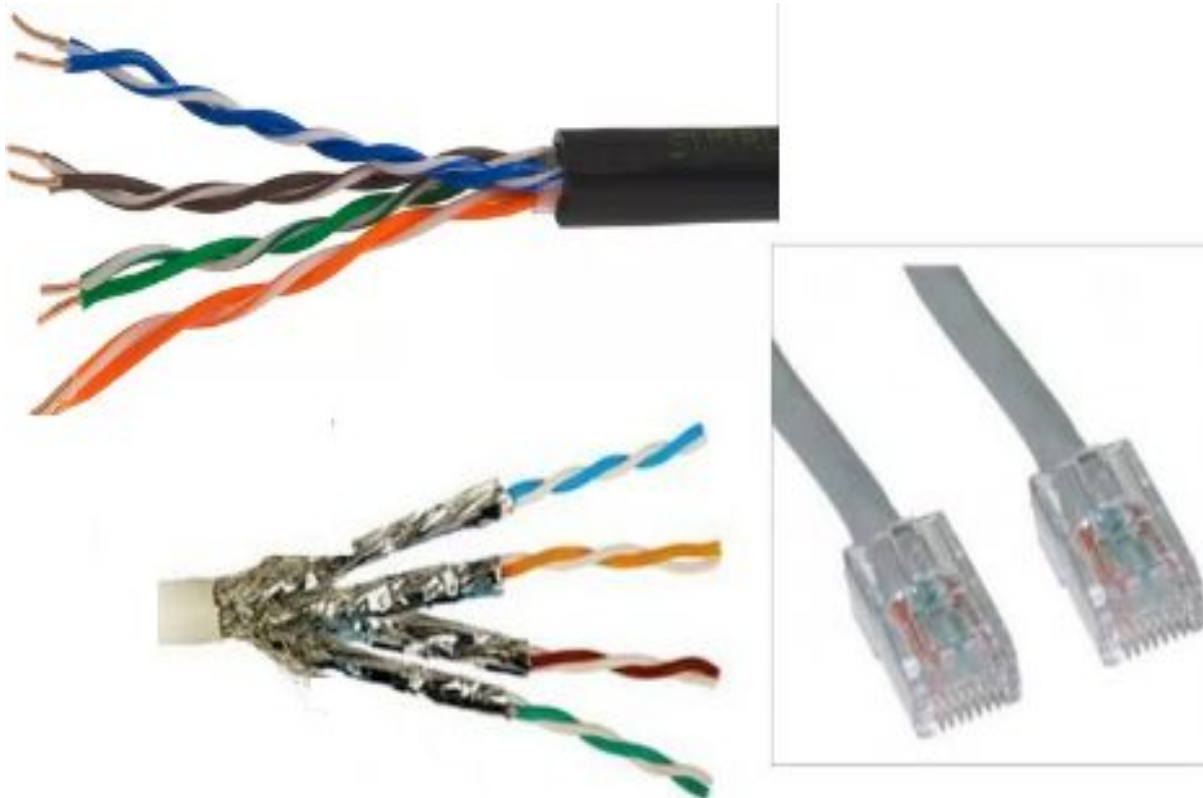
1) Коаксиальный кабель.



Сетевые кабели (передающая среда)

2) Витая пара (twisted pair):

- неэкранированная витая пара (UTP – Unshielded Twisted Pair);
- экранированная витая пара (FTP – Foiled Twisted Pair).



Сетевые кабели (передающая среда)

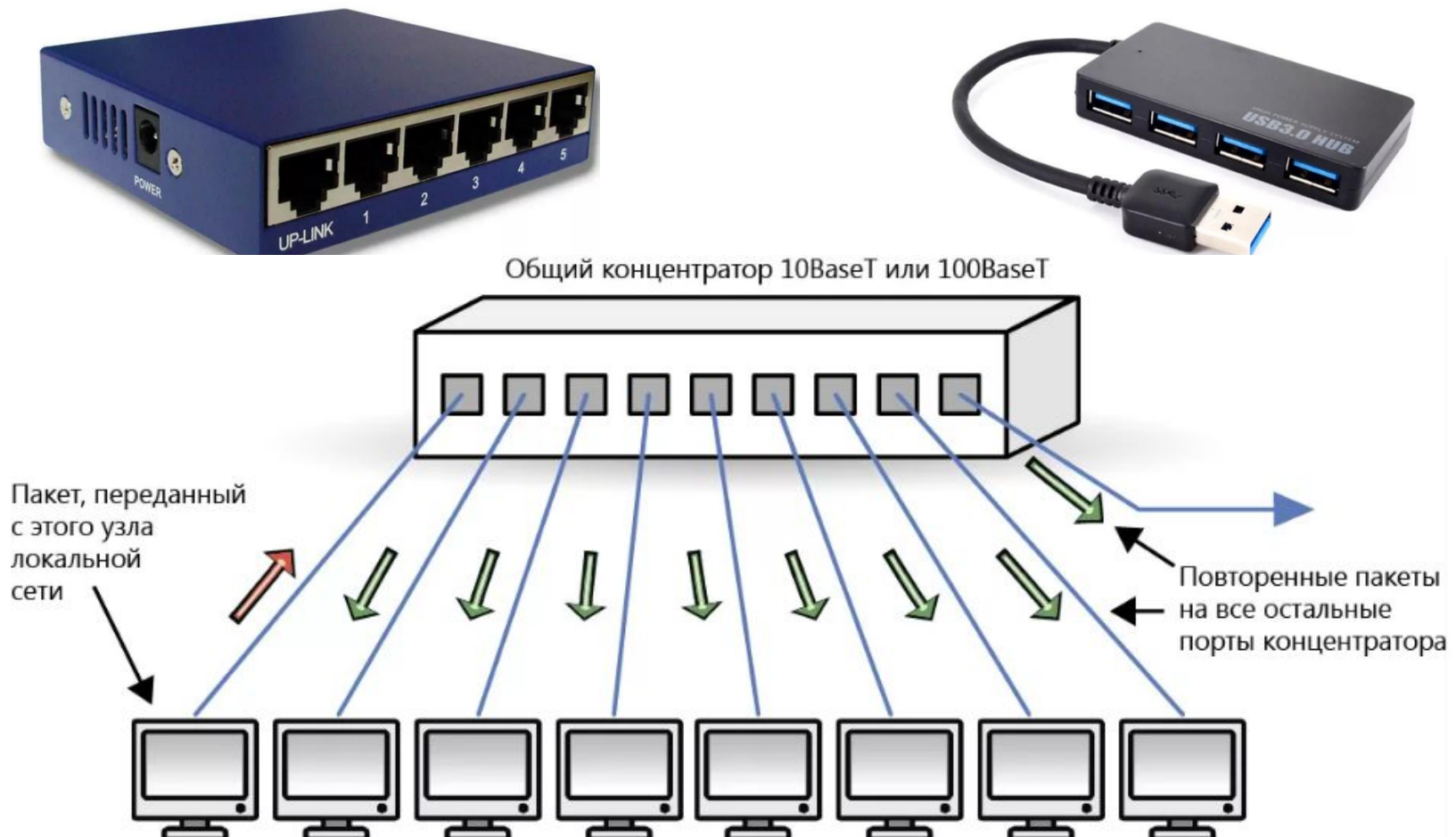
3) Оптоволоконный кабель (Fiber optic):

- многомодовые волоконно-оптические кабели (fiber optic cable multimode);
- одномодовые волоконно-оптические кабели (fiber optic cable singlemode).



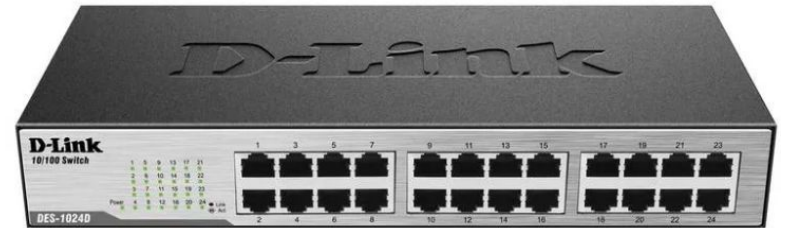
Сетевое оборудование

1) Концентратор (Hub).



Сетевое оборудование

2) Коммутатор (Switch).



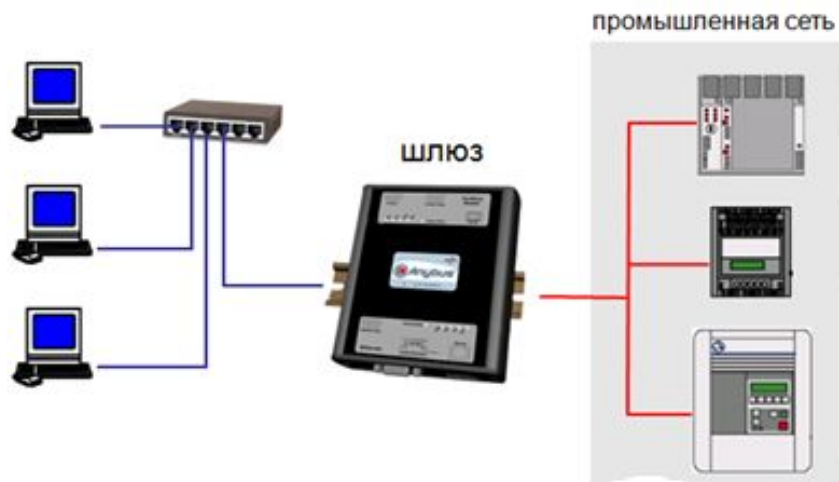
Сетевое оборудование

3) Маршрутизатор (Router).

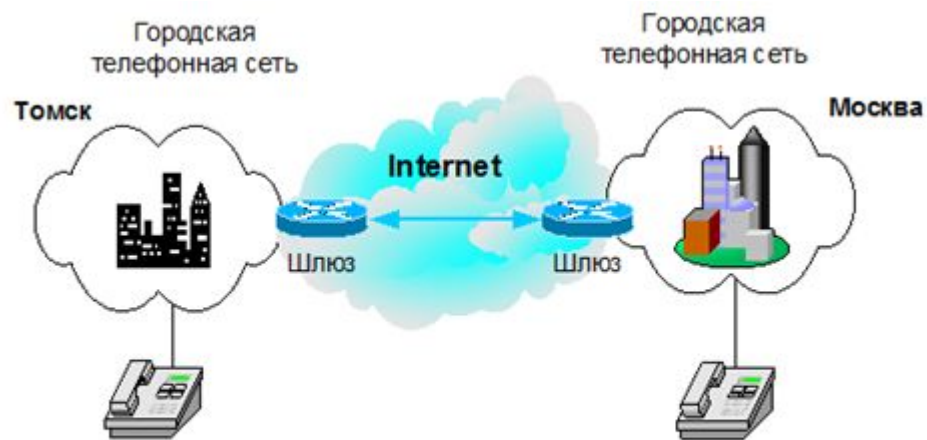


Сетевое оборудование

4) Сетевой шлюз (Gateway).



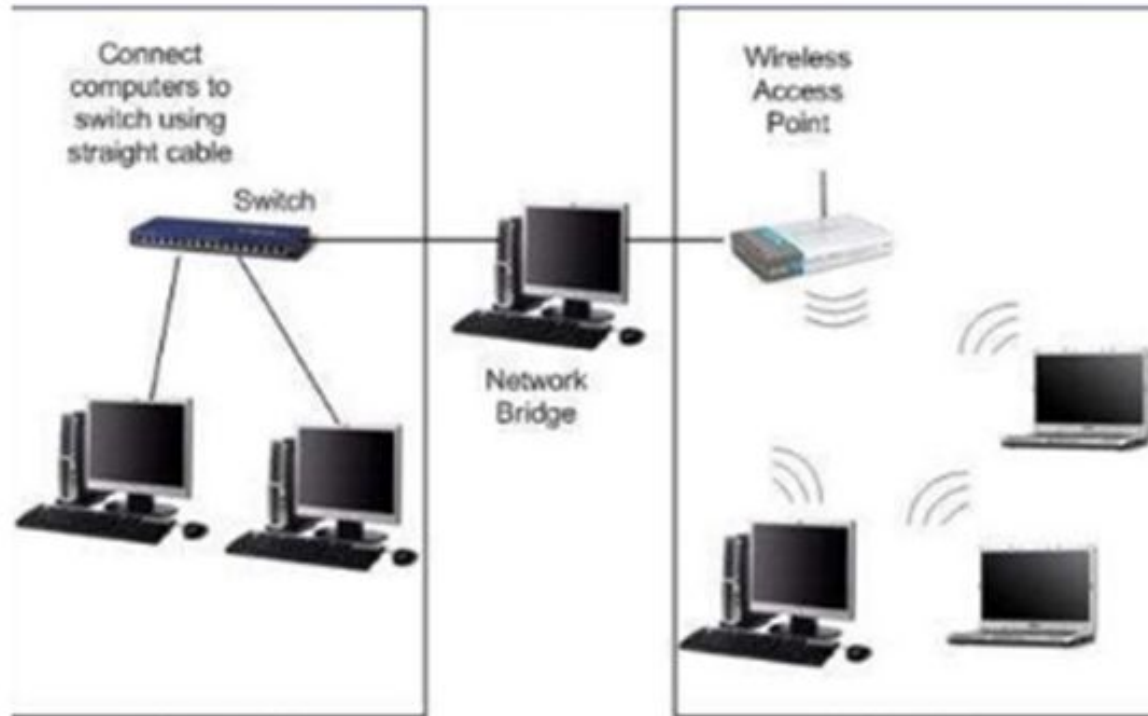
шлюз AddPac AP200 для малого бизнеса



Технология междугородной интернет-телефонии
VoIP (Voice over IP)

Сетевое оборудование

5) Сетевой мост (Bridge network).



Сетевое оборудование

6) Сетевая карта (Network Interface Controller/Card - NIC).

Виды сетевых плат:

1) интегрированные;



2) беспроводные;



Сетевая карта D-Link DWA-566 802.11n
Wireless LAN

3) внешние сетевые карты.



Сетевое оборудование

7) Беспроводная точка доступа (Wireless Access Point, WAP)



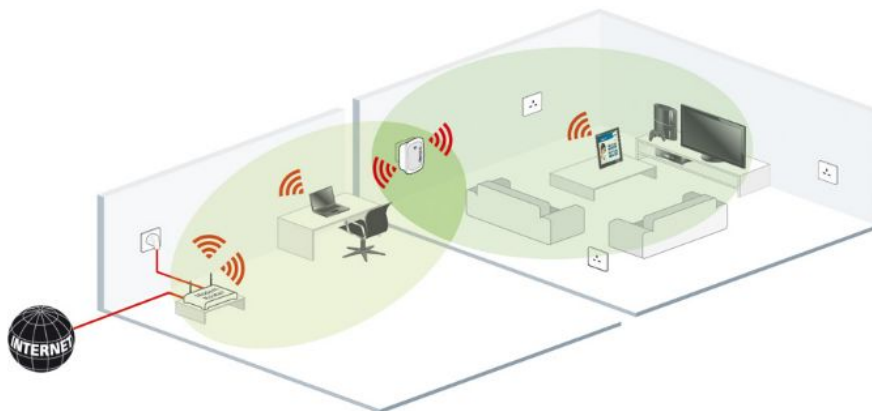
Точка доступа d-link DAP



AP7110SN-GN Точка доступа Huawei

В зависимости от использования:

1. Домашняя или SOHO (Small Office/Home Office).
2. Промышленная.



Точка доступа 5 Ghz NanoStation Loco M5

Сетевое оборудование

7) Беспроводная точка доступа (Wireless Access Point, WAP)

Точки доступа разделяют на:

1. Внешние .
2. Внутренние.



Внешняя точка доступа
Ubiquiti NanoBeam M2-18



Внешняя точка доступа
MikroTik SXT Lite 2



По способу подключения к электропитанию:

1. Розеточные.
2. Настольные.

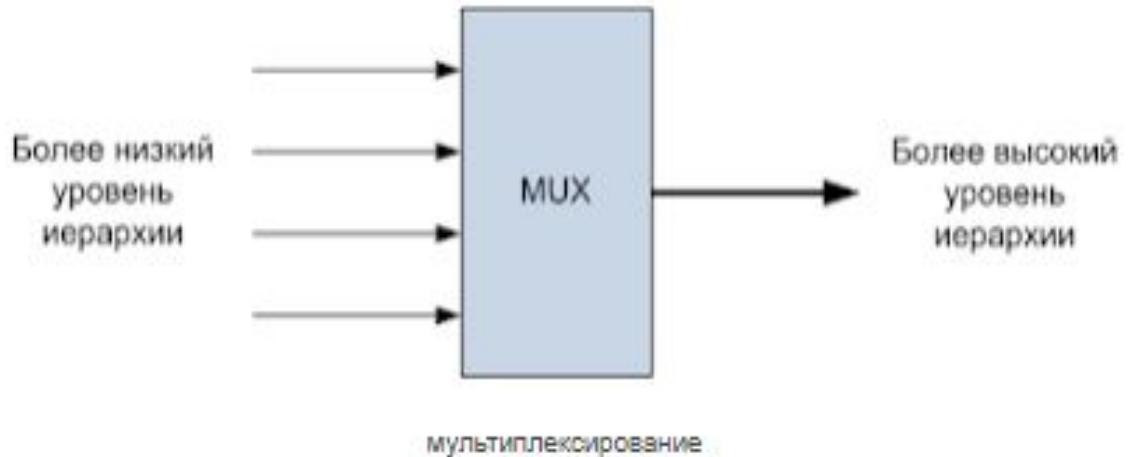


Сетевое оборудование

8) Мультиплексор.



Оптический мультиплексор

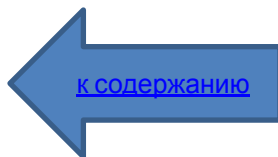


Сетевое оборудование

9) Модем.



ADSL модем D-LINK DSL-2520U ADSL2+

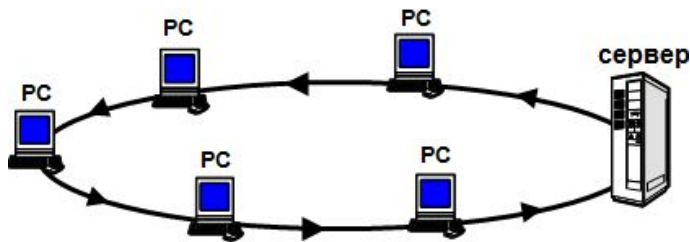
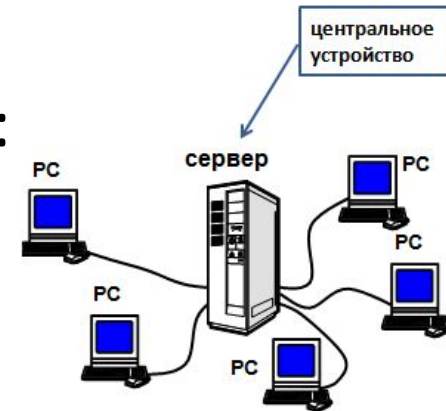


Топология локальных сетей

Термин **топология сети (структура сети или конфигурация сети)** означает способ соединения компьютеров в сеть.

К базовым топологиям относятся:

- 1) Звезда (Star).
- 2) Шина (Bus).
- 3) Кольцо (Ring).



Топология локальных сетей

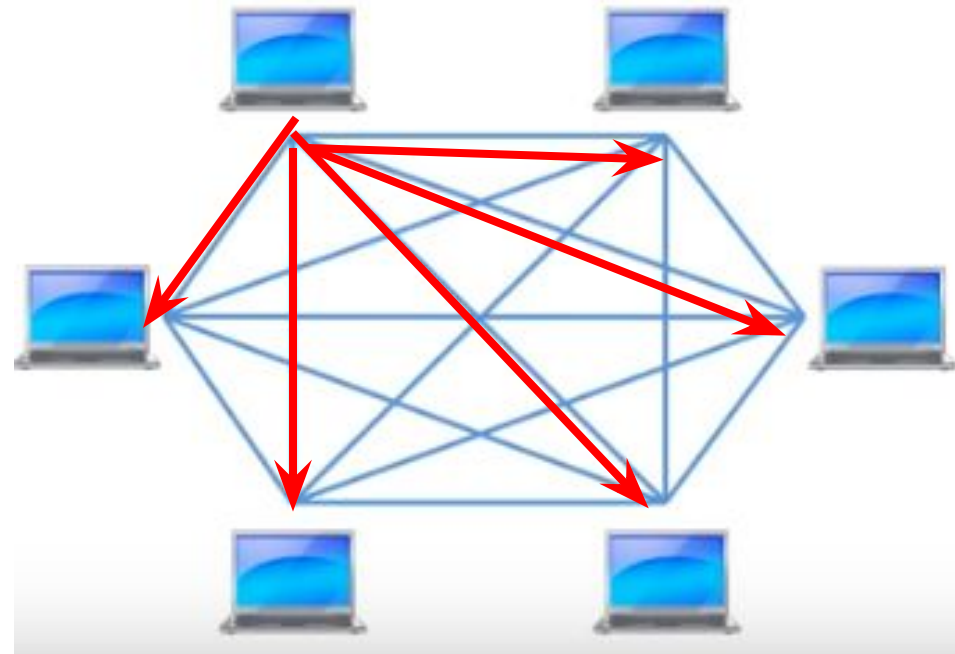
1) Полносвязная топология.

Достоинства:

- 1) наличие прямого канала передачи данных для каждого компьютера в сети;
- 2) высокий уровень безопасности.

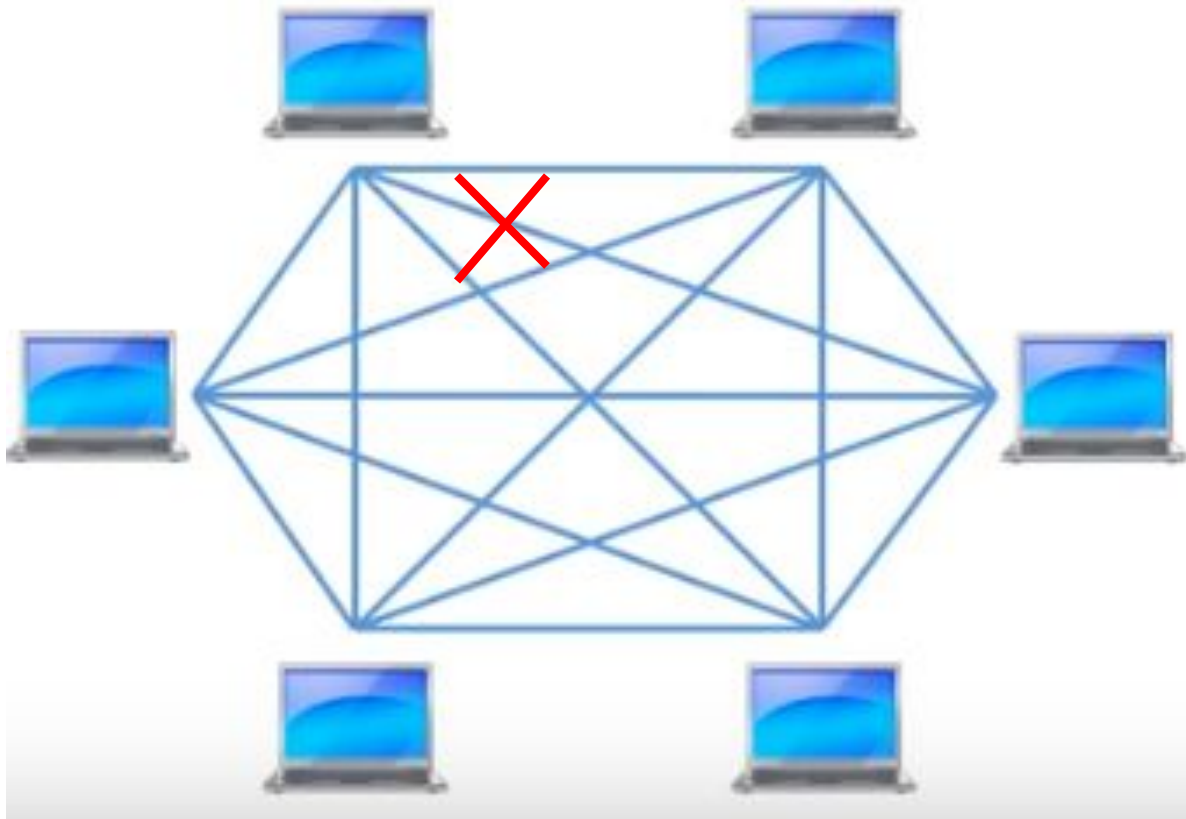
Недостатки:

- 1) необходимость в большом количестве сетевых адаптеров, достаточном для связи с каждым из остальных компьютеров сети;
- 2) для каждой пары компьютеров должна быть выделена отдельная физическая линия связи => нужно реализовать большое количество соединений.
- 3) сложное расширение сети.



Топология локальных сетей

2) Ячеистая топология.



Топология локальных сетей

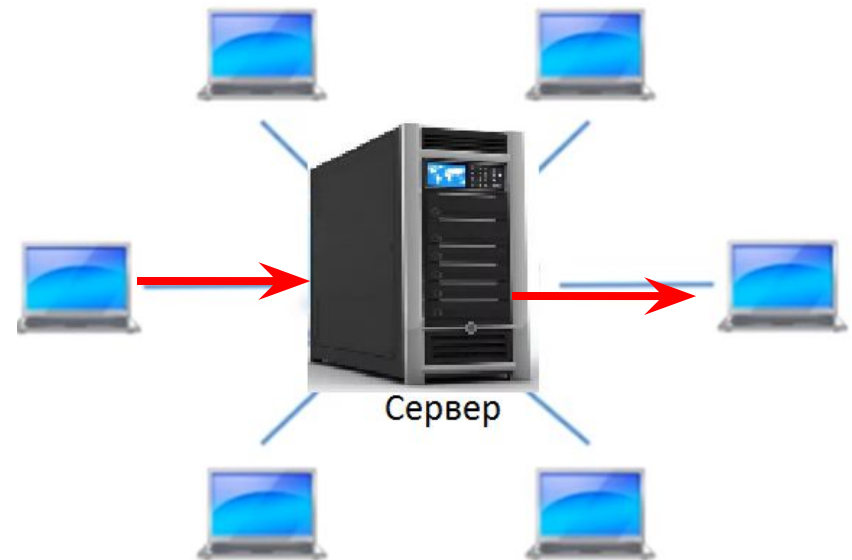
3) Топология звезда (активная звезда).

Достоинства:

- 1) единый центр управления;
- 2) высокий уровень безопасности;
- 3) на каждой линии только 2 компьютера
—>проще обмен данными;
- 4) обрыв кабеля и выход из строя компьютера не влияет на работу сети;
- 5) все точки подключения собраны в одном месте .

Недостатки:

- 1) если сервер вышел из строя, сеть не работает;
- 2) большой расход кабеля;
- 3) ограничение количества сетевых компьютеров (8 или 16).



Топология локальных сетей

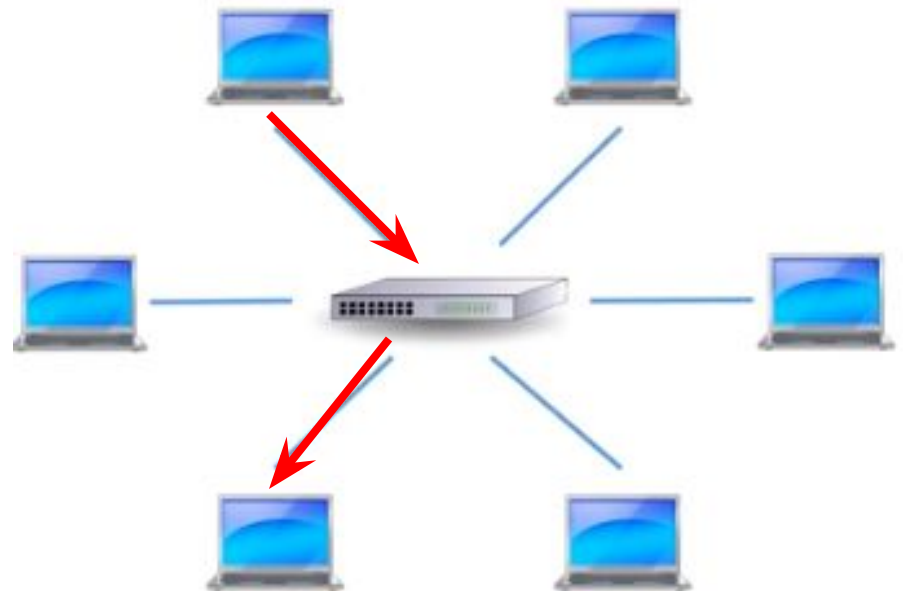
4) Топология пассивная звезда.

Достоинства:

- 1) обрыв кабеля и выход из строя компьютера не влияет на работу сети;
- 2) все точки подключения собраны вместе;
- 3) можно наращивать сеть.

Недостатки:

- 1) нет центрального компьютера => низкий уровень безопасности;
- 2) если центральное устройство вышло из строя, сеть не работает;
- 3) большой расход кабеля.



Топология локальных сетей

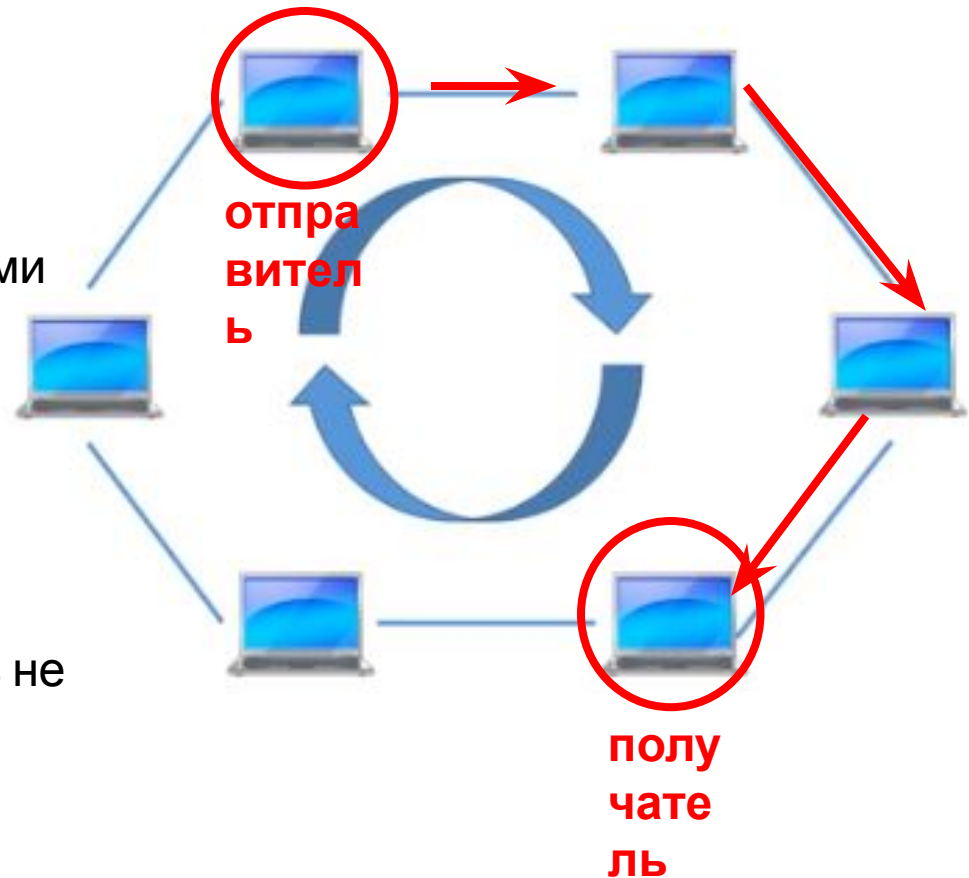
5) Топология кольцо.

Достоинства:

- 1) возможность резервирования связей, поскольку любая пара компьютеров соединена двумя путями — по часовой стрелке и против нее;
- 2) размер сети.

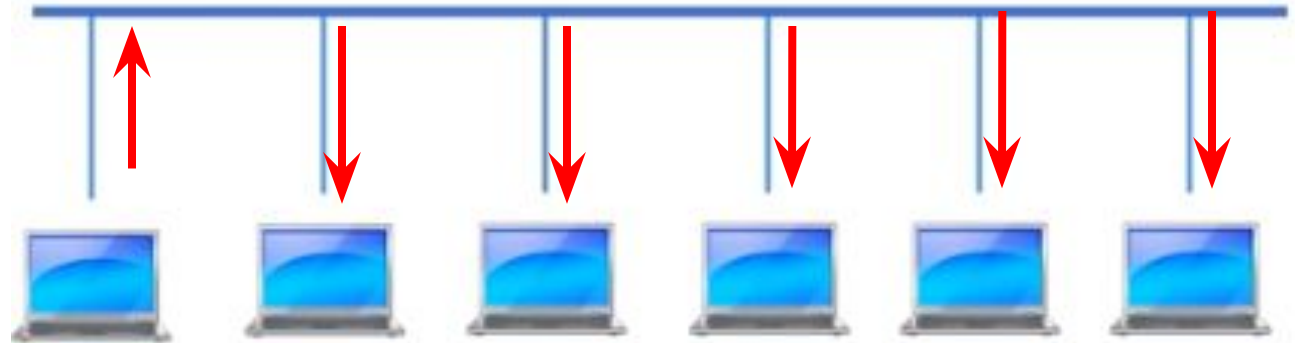
Недостатки:

- 1) при выходе из строя любого компьютера или разрыве линии сеть не работает;
- 2) низкая безопасность;
- 3) скорость передачи данных падает при увеличении размеров сети;
- 4) сложно подключать новый компьютер.



Топология локальных сетей

6) Топология шина (общая шина).

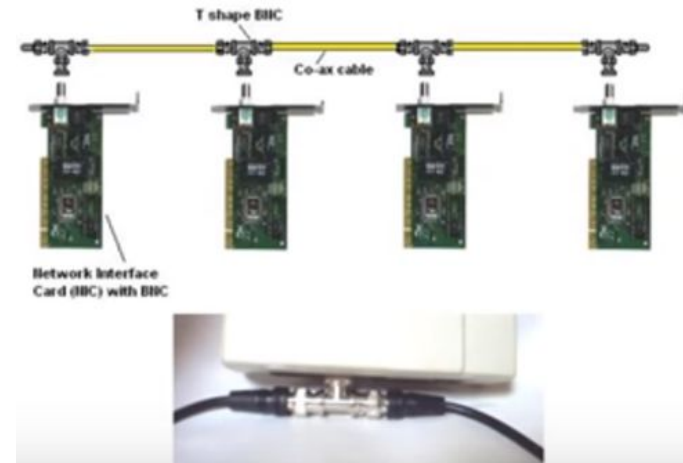


Достоинства:

- 1) простота, малый расход кабеля;
- 2) легко подключать новые компьютеры в беспорядной сети;
- 3) при выходе из строя ПК сеть работает.

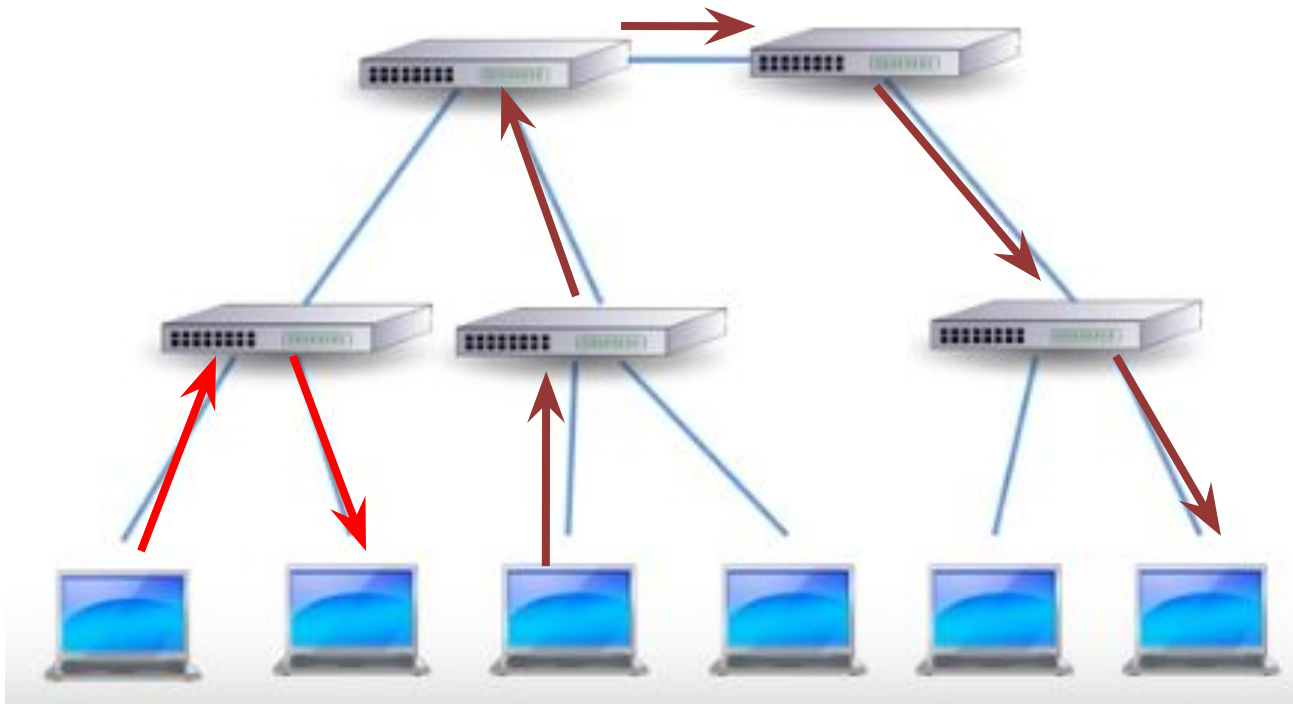
Недостатки:

- 1) при разрыве шины сеть выходит из строя;
- 2) низкий уровень безопасности;
- 3) низкая пропускная способность;
- 4) возможны конфликты из-за одновременной передачи данных;
- 5) сложно искать неисправности;
- 6) длина шины ограничена =>затухание сигнала.



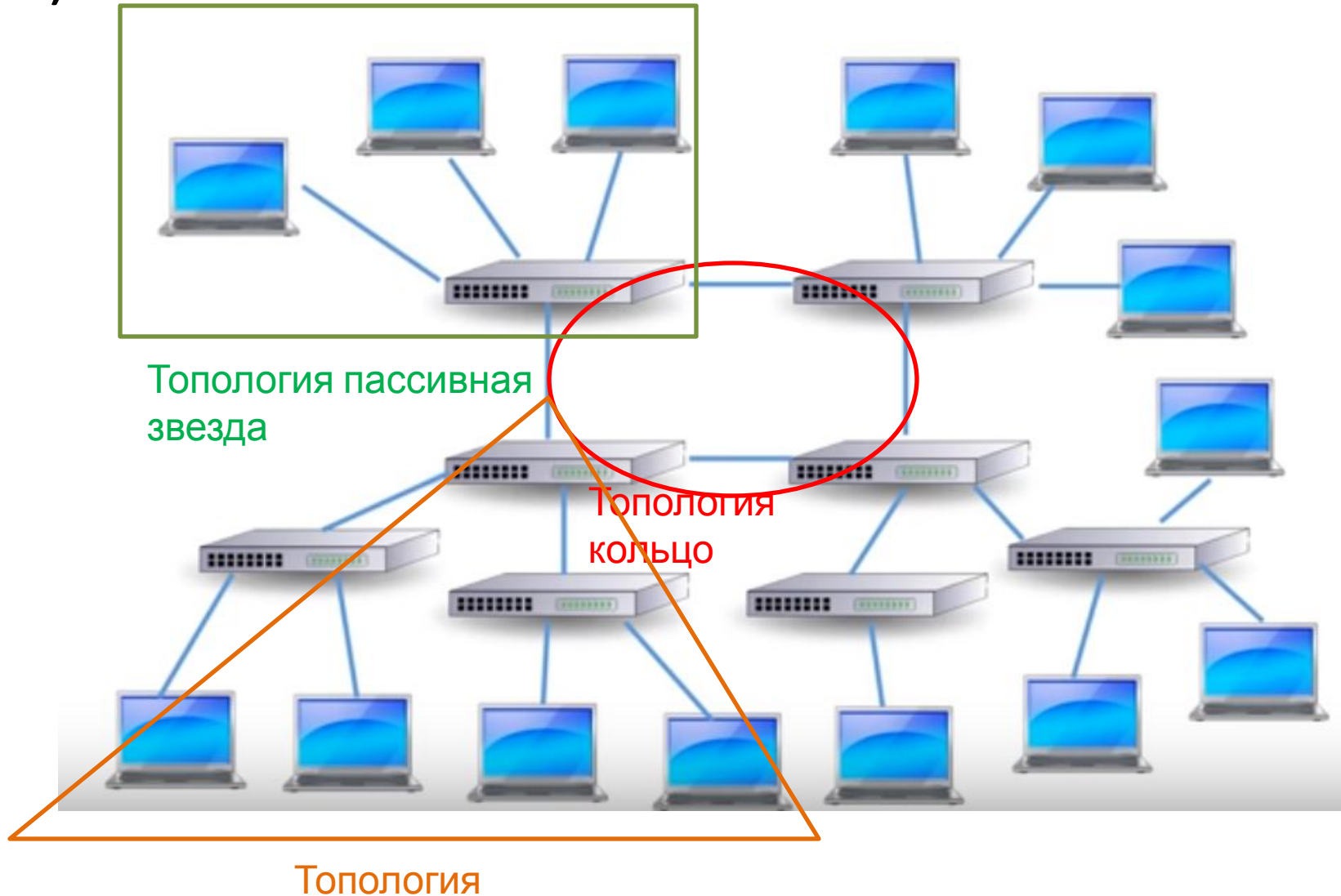
Топология локальных сетей

7) Топология дерево (иерархическая звезда).



Топология локальных сетей

8) Смешанная топология.



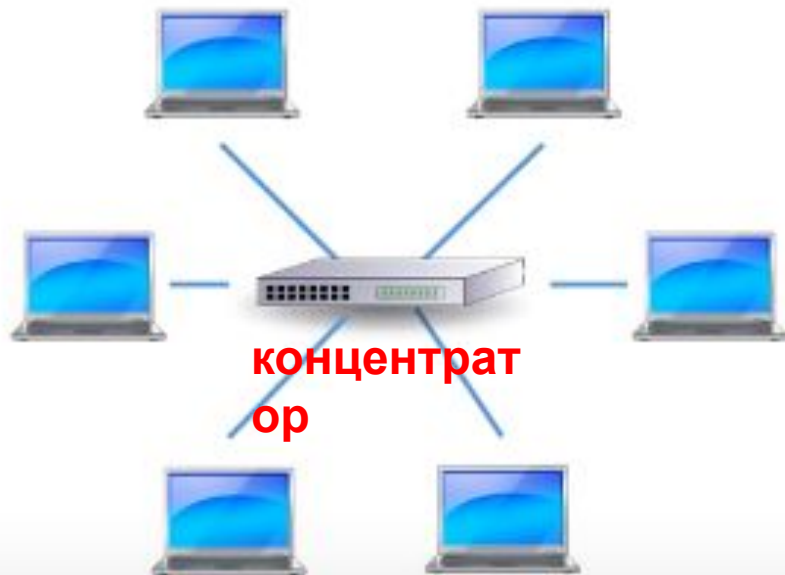
Физическая и логическая ТОПОЛОГИЯ

- 1) Физическая топология – соединение устройств в сети.
- 2) Логическая топология – правила распространения сигналов в сети.

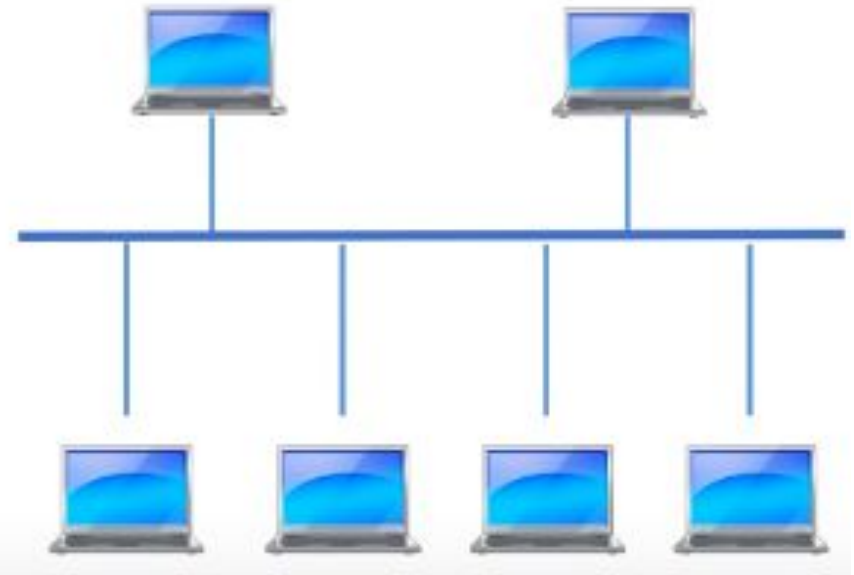
Физическая и логическая ТОПОЛОГИЯ

Например, в проводной технологии Ethernet (классический Ethernet)

Физическая топология

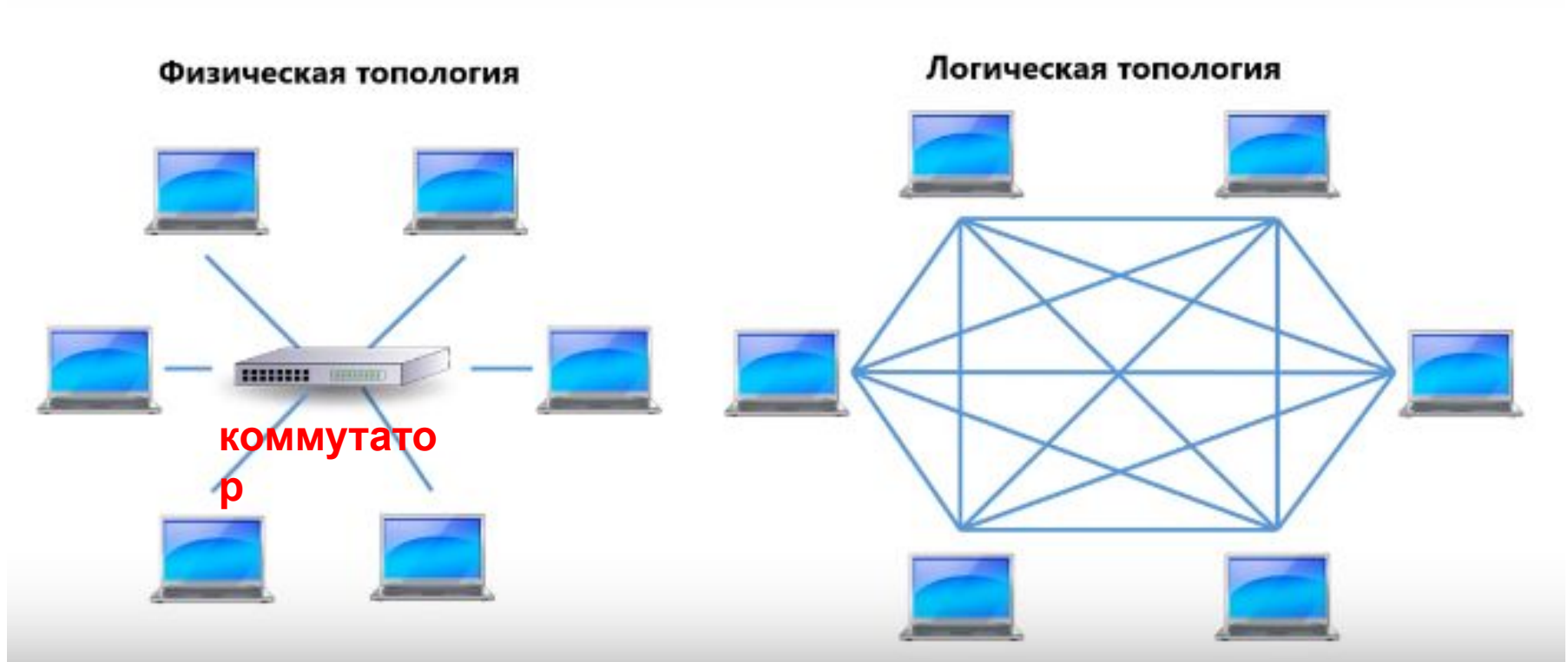


Логическая топология



Физическая и логическая ТОПОЛОГИЯ

Например, в технологии коммутируемый Ethernet



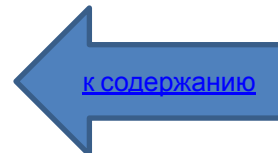
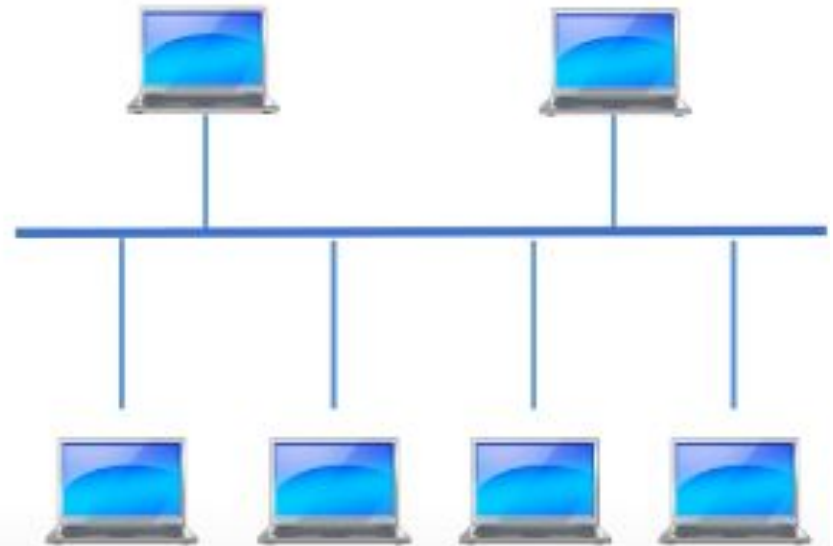
Физическая и логическая ТОПОЛОГИЯ

Например, в беспроводной технологии Wi-Fi

Физическая топология



Логическая топология



Стандарты компьютерных сетей

На начальном этапе развития компьютерных сетей стандарты отсутствовала (60-70-е г.).



Сетевое оборудование и компьютеры разных производителей не могло взаимодействовать по сети.

Причины:

- Несовместимость сетевого оборудования.
- Несовместимость программного обеспечения.
- Разные протоколы.

Стандарты компьютерных сетей

Стандарты позволяют организовать компьютерную сеть с использованием:

- 1) Оборудования разных поставщиков.
- 2) Программного обеспечения разных производителей.
- 3) Разных операционных систем и платформ.
- 4) Разных устройств.

Типы стандартов:

- 1) De jure (формальные, юридические).
- 2) De facto (фактические).

Стандарты компьютерных сетей

сетей

Организации, разрабатывающие стандарты и рекомендации для компьютерных сетей:

- 1) Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, **ISO**).
- 2) Институт инженеров по электронике и электротехнике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, **IEEE**) входит в группу технических советников ISOC (Internet Society - Общество Интернета).
- 3) Совет по архитектуре интернета (Internet Architecture Board, **IAB**).
- 4) Консорциум W3C (World Wide Web Consortium, **W3C**).



Стандарты компьютерных сетей

Стандарты IEEE:

Номер стандарта	Назначение
802.3	Проводная сеть Ethernet
802.11	Беспроводная локальная сеть Wi-Fi
802.15	Персональные сети Bluetooth
802.16	Широкополосные беспроводные сети WiMAX

Стандарты компьютерных сетей

Совет по архитектуре интернета –(IAB)
состоит из нескольких частей:

- 1) IRTF (Internet Research Task Force -Группа исследователей Интернет) – долгосрочные исследования на перспективу;
- 2) IETF (Internet Engineering Task Force - Группа проектирования Интернет) – готовит информационные документы RFC
 - RFC (запрос комментариев) – документы, описывающие работу различных протоколов (формально это не стандарты).

Стандарты компьютерных сетей

Документы RFC:

- 1) RFC 793 – protocol TCP (Transmission Control Protocol)
- 2) RFC 791 – protocol IP (Internet protocol).
- 3) RFC 826 – protocol ARP (Address Resolution Protocol).
- 4) RFC 2616 – protocol HTTP (HyperText Transfer Protocol).
- 5) RFC 2131 – protocol DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).
- 6) et al.

RFC documents are free: <https://tools.ietf.org/rfc/index>

Стандарты компьютерных сетей

Консорциум W3C (World Wide Web Consortium, W3C):

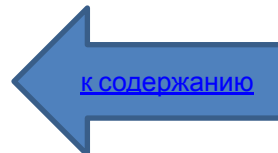
- 1) Стандарты Web.
- 2) Документы называются рекомендациями W3C.

Наиболее важные рекомендации:

- 1) Язык разметки HTML (HyperText Markup Language).
- 2) Таблицы стилей CSS (Cascading Style Sheets).
- 3) Архитектура Web-сервисов (Web Services Architecture).
- 4) Расширяемый язык разметки XML (eXtensible Markup Language).

Другие рекомендации общедоступны:

<https://www.w3.org/standards/>

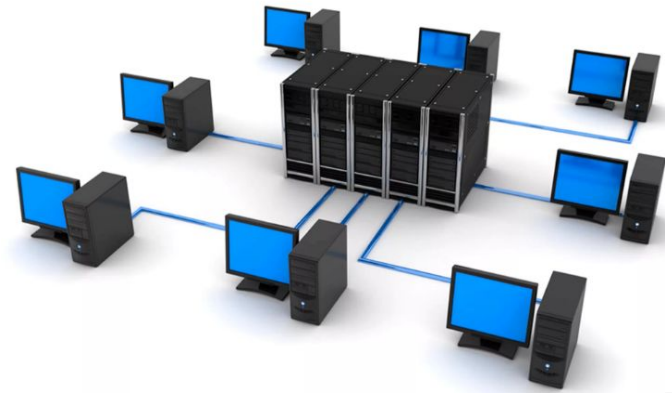


Сетевые технологии

Сетевая технология — это согласованный набор программных и аппаратных средств, а также механизмов передачи данных по линиям связи, достаточный для построения вычислительной сети.

Стандартные технологии объединения проводных компьютерных сетей:

- 1) [Ethernet.](#)
- 2) [Arcnet.](#)
- 3) Token Ring.
- 4) [Token Bus.](#)
- 5) [FDDI.](#)



Беспроводные технологии:

- 1) [Bluetooth \(*Wireless Personal Area Network, WPAN*\).](#)
- 2) [Wi-Fi \(*Wireless Local Area Network, WLAN*\).](#)
- 3) [WiMAX \(*Wireless Metropolitan Area Network, WMAN*\).](#)



Технология Ethernet

- Разработана в 1973 г.
- Роберт Меткалф (Robert Melancton Metcalfe).
- Компания Xerox.
- Сеть ALONAnet (среда передачи радио эфир).
- **Xerox, DEC, Intel** используют сеть Ethernet в качестве стандартного сетевого решения.
- 1982 г. утвержден стандарт 802.3



Типы сетей Ethernet

Название технологии	Скорость передачи данных	Вид кабеля	Стандарт
Ethernet	10 Мбит/с	коаксиальный, витая пара, оптоволокно	802.3
Fast Ethernet	100 Мбит/с	витая пара, оптоволокно	802.3u
Gigabit Ethernet	1 Гбит/с	витая пара, оптоволокно	802.3z, 802.3ab
5G Ethernet	2,5 Гбит/с 5 Гбит/с	витая пара	802.3bz
10G Ethernet	10 Гбит/с	витая пара, оптоволокно	802.3ae 802.3an
100G Ethernet	40 Гбит/с 100 Гбит/с	оптоволокно	802.3ba

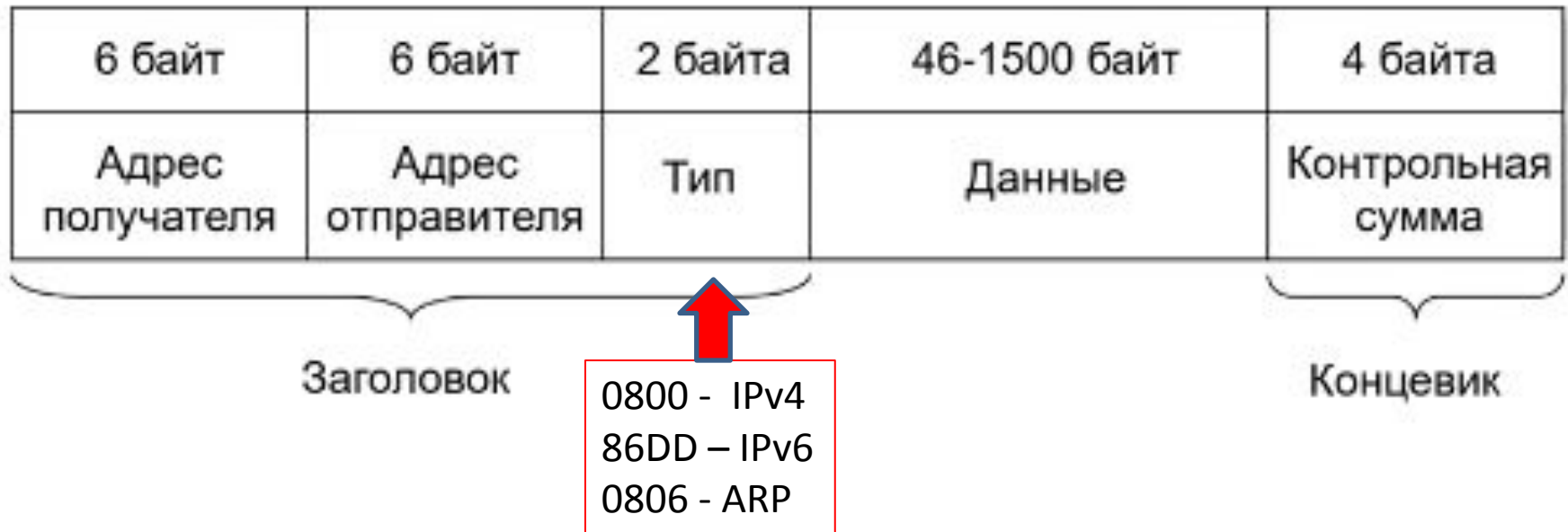
Стандарты кадра Ethernet

Варианты стандартов кадра:

- Экспериментальная реализация в Xerox.
- Ethernet II (Ethernet DIX) – фирменный стандарт Ethernet компаний Xerox, Intel, DEC
- IEEE 802.3 – юридический стандарт Ethernet

Ethernet II и IEEE 802.3 незначительно отличаются.

Формат кадра в Ethernet



Формат кадра Ethernet II (DIX) в других стандартах незначительно отличается.

Формат кадра в Ethernet

Место Ethernet в модели OSI

Модель OSI

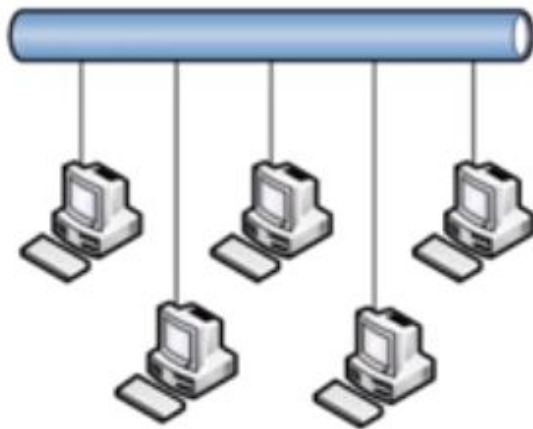


Технология Ethernet

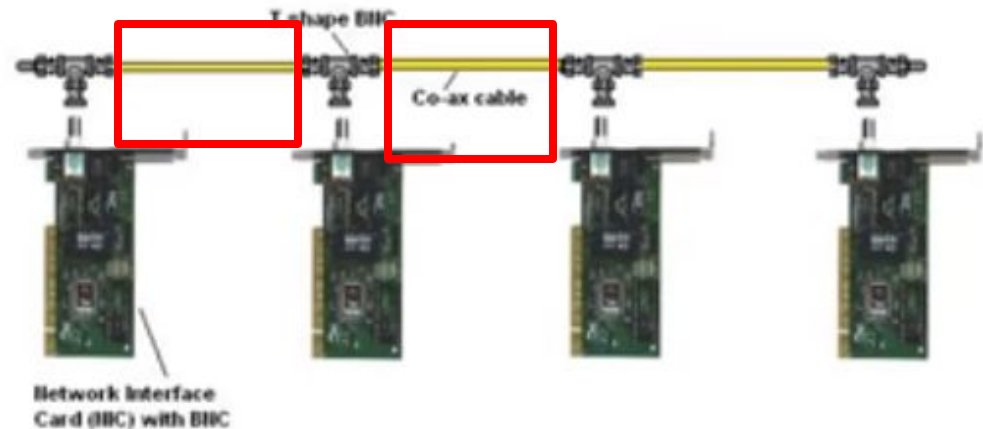
Две технологии Ethernet:

1) Классический Ethernet :

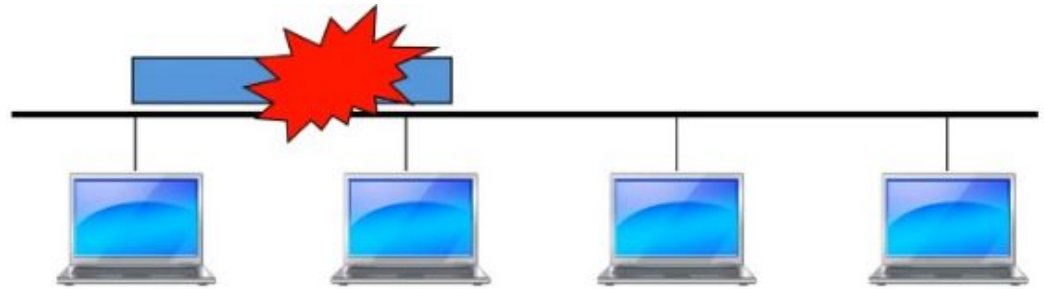
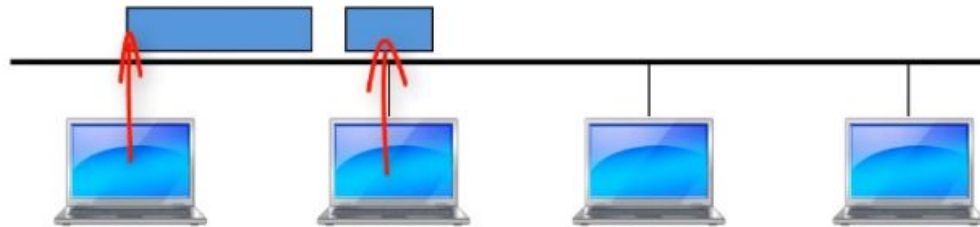
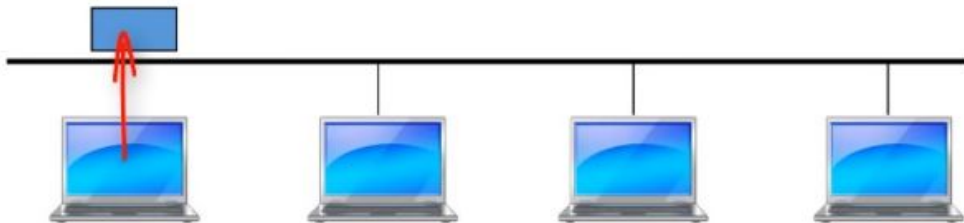
- Появление технологии 1973 г.
- Разделяемая среда => коллизии.
- Метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- Недостатки: плохая масштабируемость, низкая безопасность и др.



Общая шина



Коллизии



Технология Ethernet

2) Коммутируемый Ethernet :

- Появление усовершенствованной технологии 1995 г. (Fast Ethernet).
- Замена разделяемой среды на соединение точка-точка.
- Разработка нового устройства – коммутатор (switch)
 - полносвязная топология.



Технология Wi-Fi



Wi-Fi – технология беспроводных локальных сетей

- Разработана 1998 г. Джоном О’Салливан.
- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)
- Wi-Fi Alliance.
- Стандарт IEEE 802.11.

Аббревиатура Wi-Fi ни как не расшифровывается

- Первоначальный вариант Wireless Fidelity.

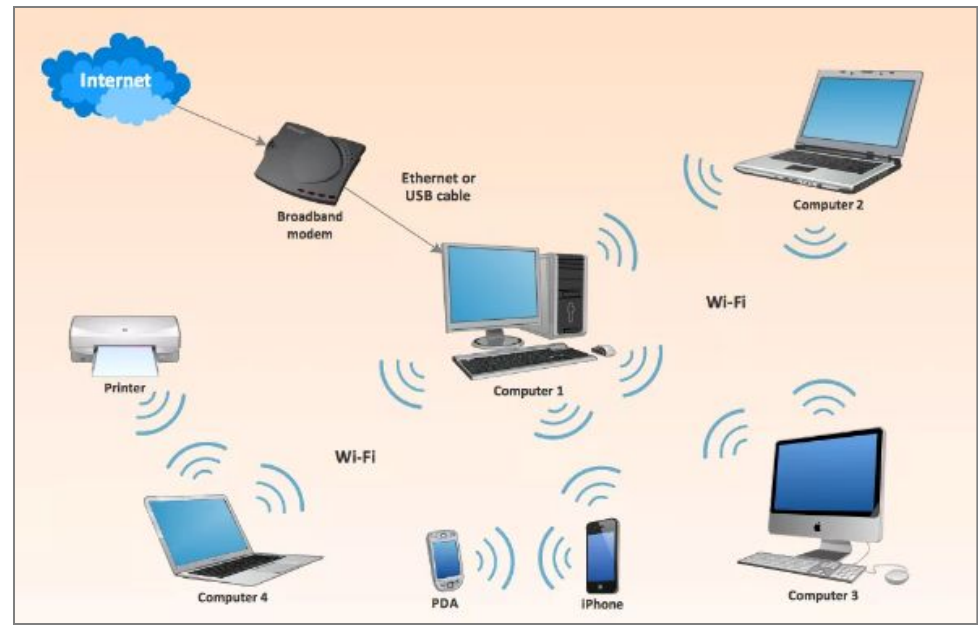
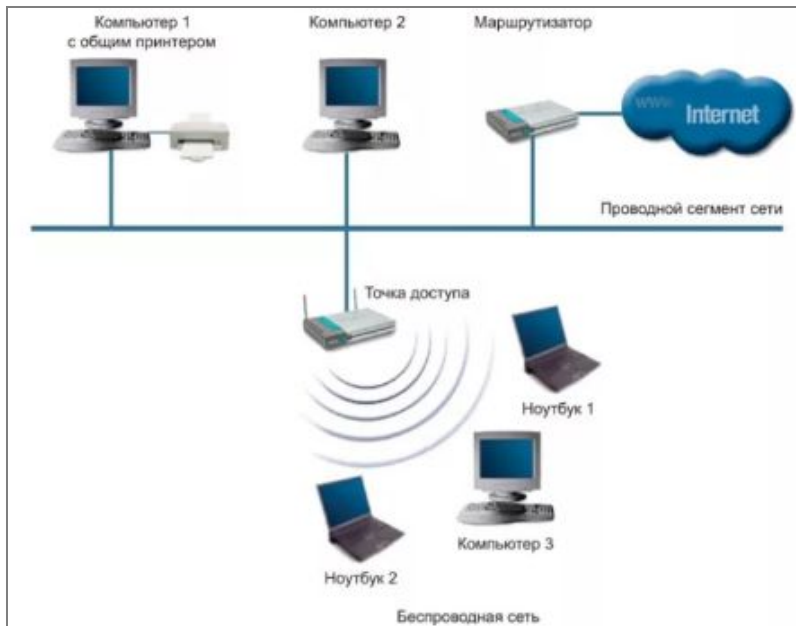
Компания Wi-Fi Alliance проверяет оборудование на соответствие стандарту.

Технология Wi-Fi

Режимы работы Wi-Fi:

1) Инфраструктурный режим.

2) Одноранговый режим (ad-hoc).



Технология Wi-Fi

Место Wi-Fi в модели OSI (Open Systems Interconnection Basic Reference Model - эталонную модель взаимодействия открытых систем)

Модель OSI



Технология Wi-Fi

Формат кадра Wi-Fi уровня MAC

2 байта	2 байта	6 байт	6 байт	6 байт	2 байта	6 байт	0-2304 байт	4 байта
Управление кадром	Длительность	Адрес 1	Адрес 2	Адрес 3	Управление очередностью	Адрес 4	Тело кадра	Контрольная сумма

Адрес 1 (Receiver Address, RA)

Адрес 2 (Transmitter address, TA- Адрес устройства получателя).

Адрес 3 (Destination Address, DA).

Адрес 4 (Source Address, SA).

Технология Wi-Fi

Пример, фрагментация кадра Wi-Fi:



Технология Wi-Fi

Поколени е	Стандарт	Год выпуска	Скорость	Частота
1	802.11	1997	1 или 2 Мбит/с	2,4 ГГц
2	802.11b	1999	11 Мбит/с	2,4 Гц
3	802.11a	1999	54 Мбит/с	5,0 ГГц
	802.11g	2003	54 Мбит/с	2,4 ГГц
4	802.11n	2009	до 600 Мбит/с (4 антенны) до 150 Мбит/с (1 антенна)	2,4 или 5,0 ГГц
5	802.11ac	2013	6,77 Гбит/с 1,69 Гбит/с	5,0 ГГц
6	802.11ax	2019	1,15 Гбит/с 9,6 Гбит/с	2,4 или 5,0 ГГц
7	802.11be	-	до 40 Гбит/с	-

Технология Wi-Fi

Инфракрасное излучение

- 802.11, устаревший метод.

Электромагнитное излучение:

- 2.4 ГГц – 802.11b, 802.11g, 802.11n.
- 5 ГГц – 802.11a, 802.11ac, 802.11n.

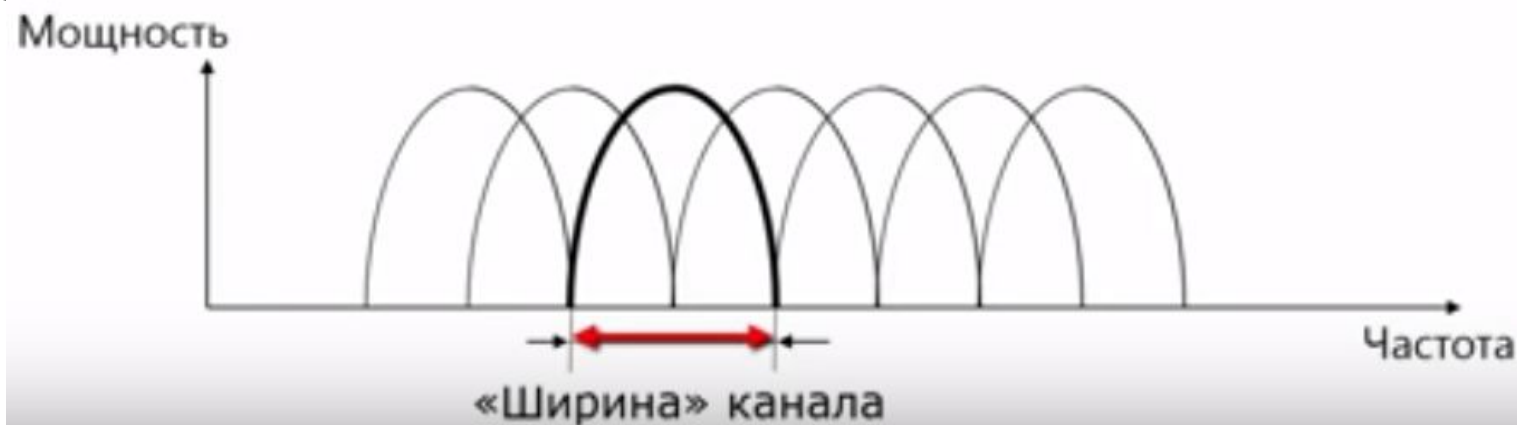
Диапазоны частот 2.4 и 5 ГГц не требуют лицензирования:

- Можно использовать свободно.
- Другие устройства также используют этот диапазон и создают помехи.

Технология Wi-Fi

Ширина канала передаваемого сигнала:

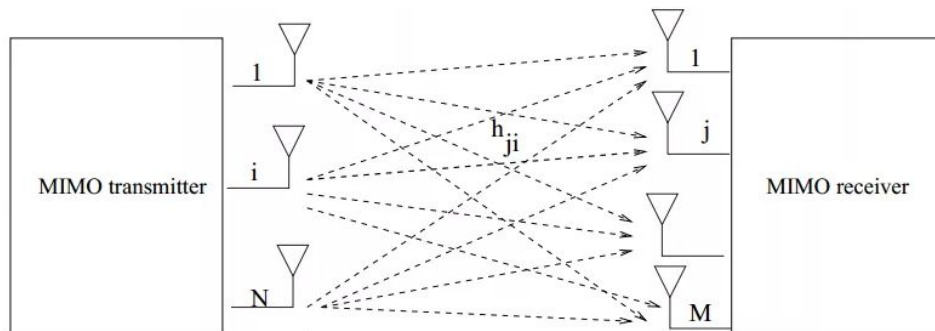
- 20 МГц – первые стандарты Wi-Fi
- 40 МГц – 802.11n
- 80 МГц – 802.11ac (поддержка обязательна)
- 160 МГц – 802.11ac (поддержка по желанию)



Технология Wi-Fi

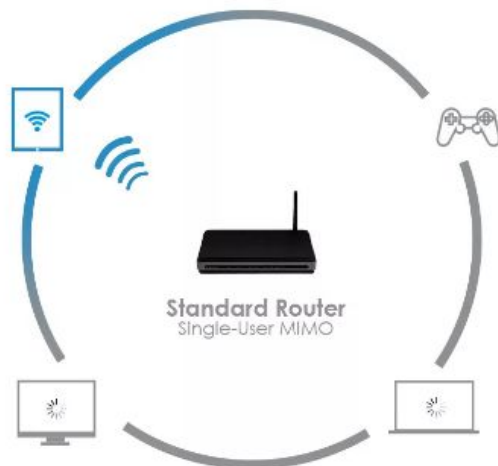
Для передачи и приема сигнала возможно использование нескольких антенн:

- Стандарт 802.11n.
- Пространственный поток – сигнал, распространяется от одной антенны до другой.



MIMO (Multiple Input Multiple Output) - метод кодирования сигнала для использования нескольких антенн:

- SU-MIMO (Single User MIMO).
- MU-MIMO (Multi User MIMO).



Технология Wi-Fi

В технологии Wi-Fi скорость передачи зависит от качества сигнала:

- Высокое качество – скорость увеличивается.
- Низкое качество – скорость уменьшается.

Адаптация скорости передачи сигнала реализуется за счет изменения:

- «Ширины» используемых каналов.
- Методов модуляции.
- Интервала между сигналами (Guard Interval).

Технология Wi-Fi

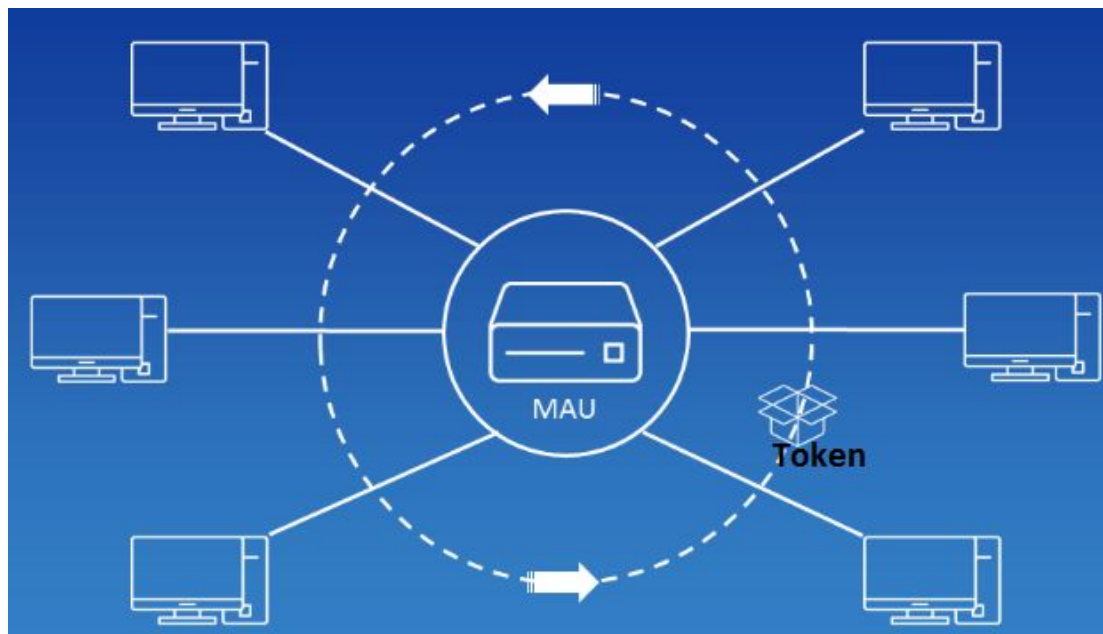
Варианты скорости для одного пространственного потока Wi-Fi:

Theoretical throughput for single Spatial Stream (in Mbit/s)										
MCS index	Modulation type	Coding rate	20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI
0	BPSK	1/2	6.5	7.2	13.5	15	29.3	32.5	58.5	65
1	QPSK	1/2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
2	QPSK	3/4	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
3	16-QAM	1/2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
4	16-QAM	3/4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
5	64-QAM	2/3	52	57.8	108	120	234	260	468	520
6	64-QAM	3/4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
7	64-QAM	5/6	65	72.2	135	150	292.5	325	585	650
8	256-QAM	3/4	78	86.7	162	180	351	390	702	780
9	256-QAM	5/6	N/A	N/A	180	200	390	433.3	780	866.7

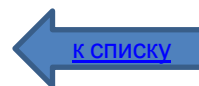


Технология Token Ring

- Разработана в 1984 г.
- Стандарт IEEE 802.5 принят в 1985 г.
- Физическая топология – звезда, логическая – кольцо.
- Разделяемая среда передачи данных.
- Метод доступа – маркерный.
- Среда передачи – витая пара (экранированная и неэкранированная), оптоволоконный кабель.

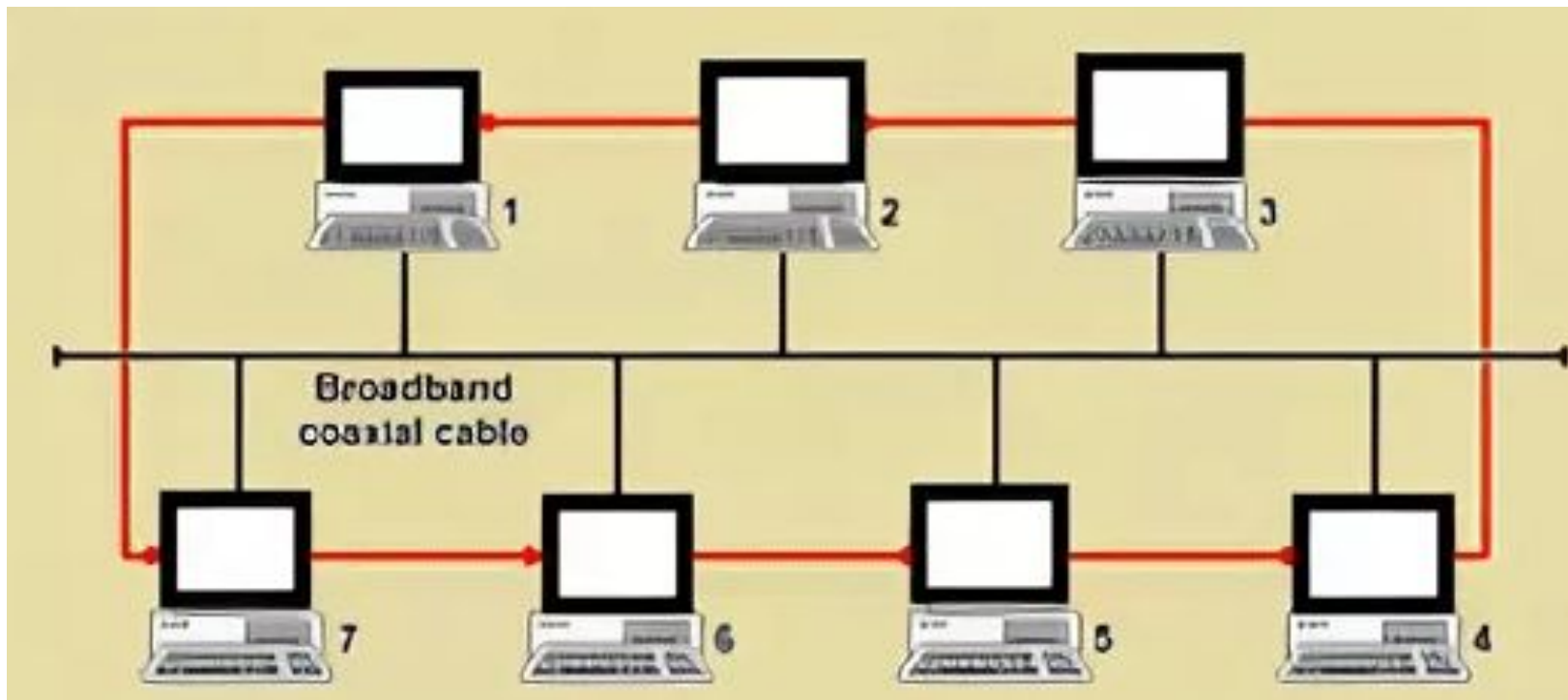


MAU (Multistation Access Unit)



Технология Token Bus

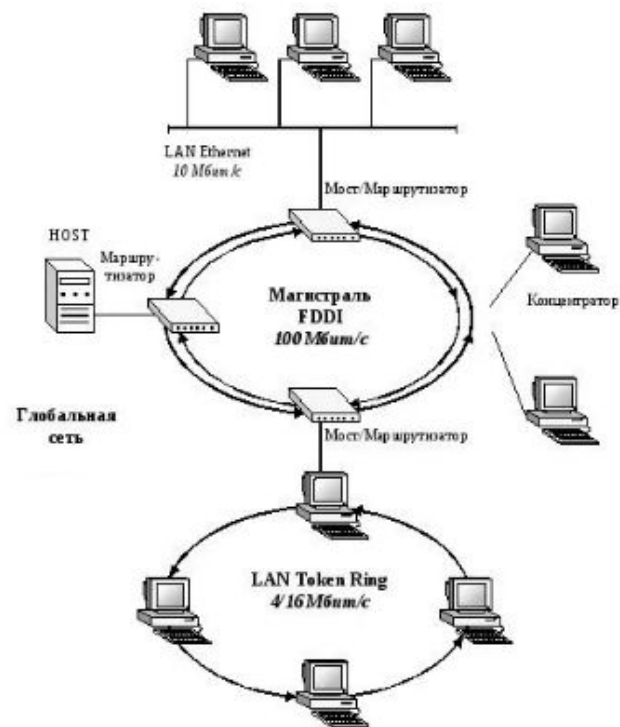
- Стандарт IEEE 802.4
- Физическая топология – шина или дерево, логическая – кольцо.
- Среда передачи – коаксиальный кабель или оптоволокно.
- Метод доступа – маркерный.



Технология FDDI

Fiber Distributed Data Interface (FDDI)

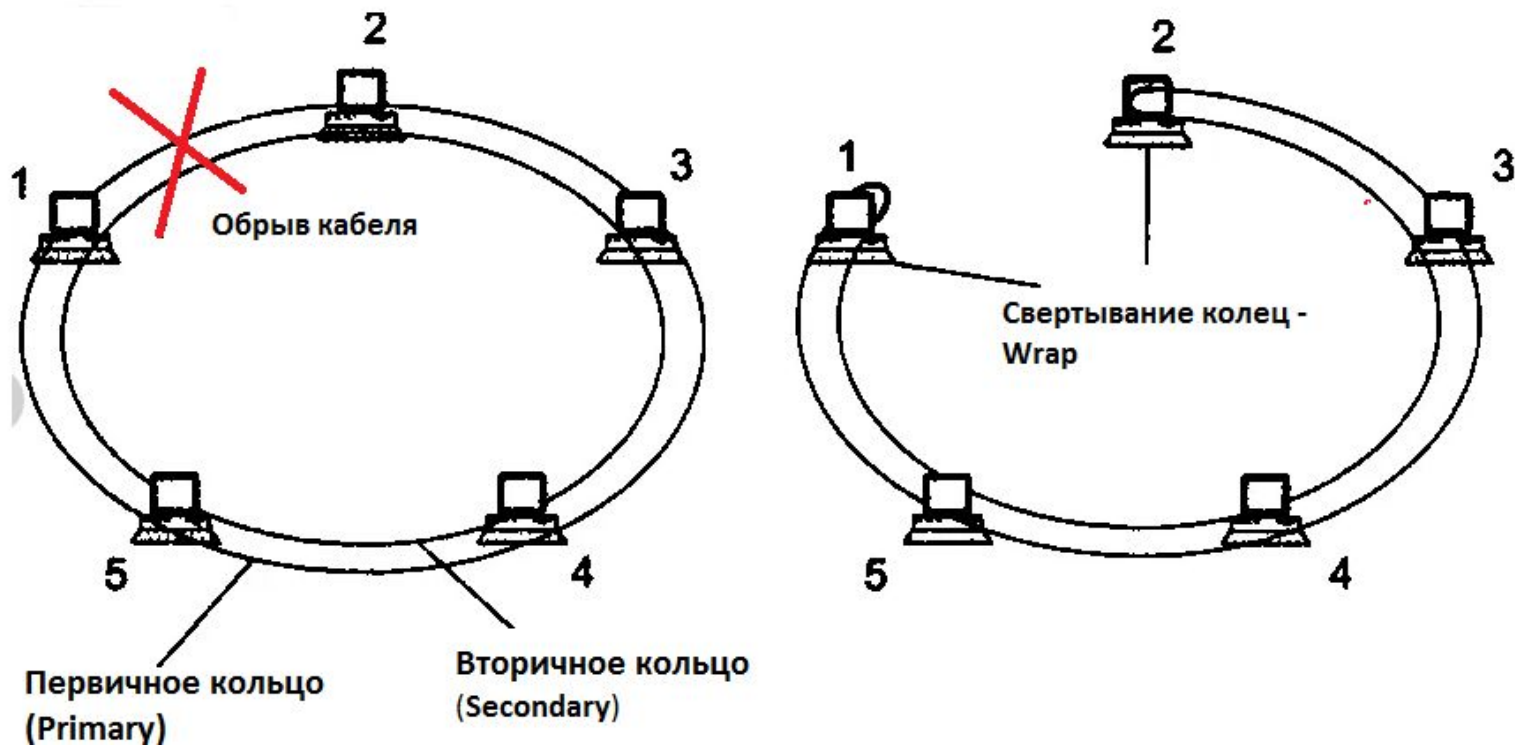
- Стандарт ANSI X3T9.5.
- Середина 80-х г.
- Метод доступа - маркерный;
- Физическая топология – кольцо (двойное) возможна смешанная: включение звездообразных или древовидных подсетей в главную сеть через концентратор, логическая – кольцо.
- Среды передачи данных – оптоволокно, неэкранированная витая пара.
- Используется алгоритм раннего освобождения маркера.



Пример применения технологии FDDI для построения WAN

Технология FDDI

Fiber Distributed Data Interface (FDDI) — Волоконно-оптический распределенный интерфейс передачи данных.



Режимы работы:

- 1) Thru.
- 2) Wrap

Области применения технологии FDDI:

- 1) Магистральные соединения между крупными ЛВС;
- 2) Сети класса MAN.

Технология Arcnet

Технология ARCNet (Attached Resource Computer Network)

- Разработана в 1976 г.
- Джон Мерфи инженер Datapoint.
- Международные стандарты отсутствуют.
- Логическая топология — кольцо, физическая — пассивная звезда, шина или смешанная.
- Среда передачи данных — коаксиальный кабель, витая пара, волоконно-оптический кабель.

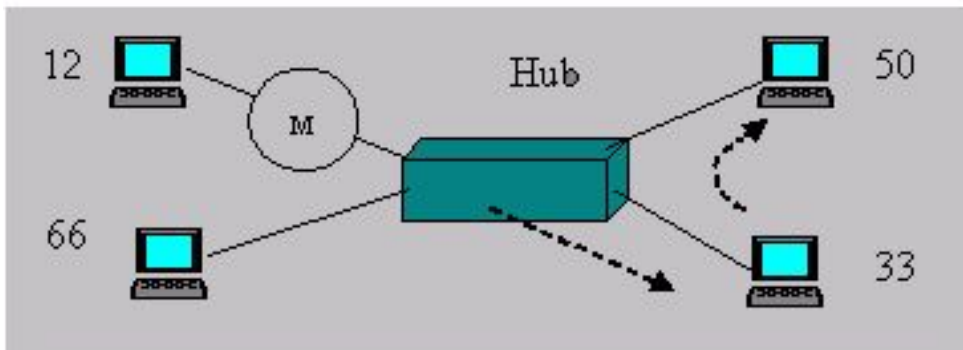


Пассивный концентратор сети Arcnet

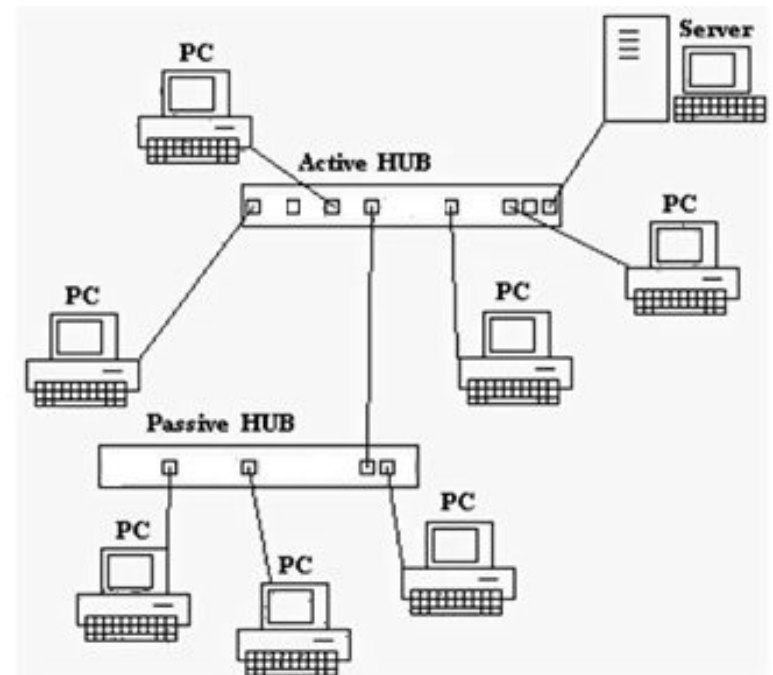


Технология Arcnet

Технология ARCNet (Attached Resource Computer Network, компьютерная сеть с присоединяемыми ресурсами).

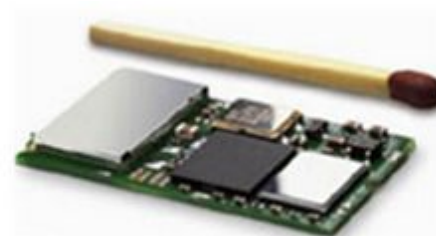


Архитектура
ArcNet



Технология Bluetooth

- Компания Ericsson.
- Первая концепция в 1994 г.
- 1998 год объединение компаний — Ericsson, Nokia, IBM, Intel и Toshiba для работы над созданием и продвижением технологии.
- В 2000 г. спецификация Bluetooth стала частью стандарта IEEE 802.15.1
- Использование радиоволн.
- Диапазоне 2,4–2,4835 ГГц (Industry, Science and Medicine).
- Потребляемая мощность 1мВт.



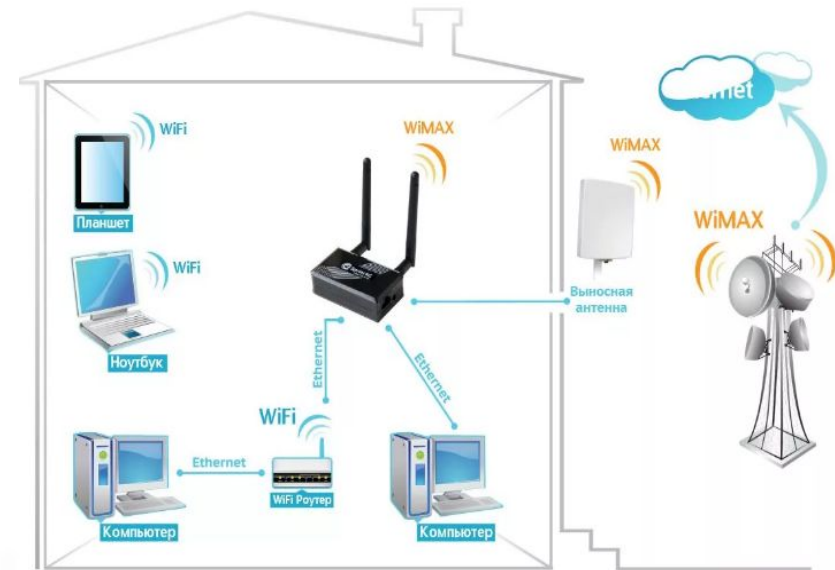
Bluetooth-чип и рядом спичка



Технология WiMax

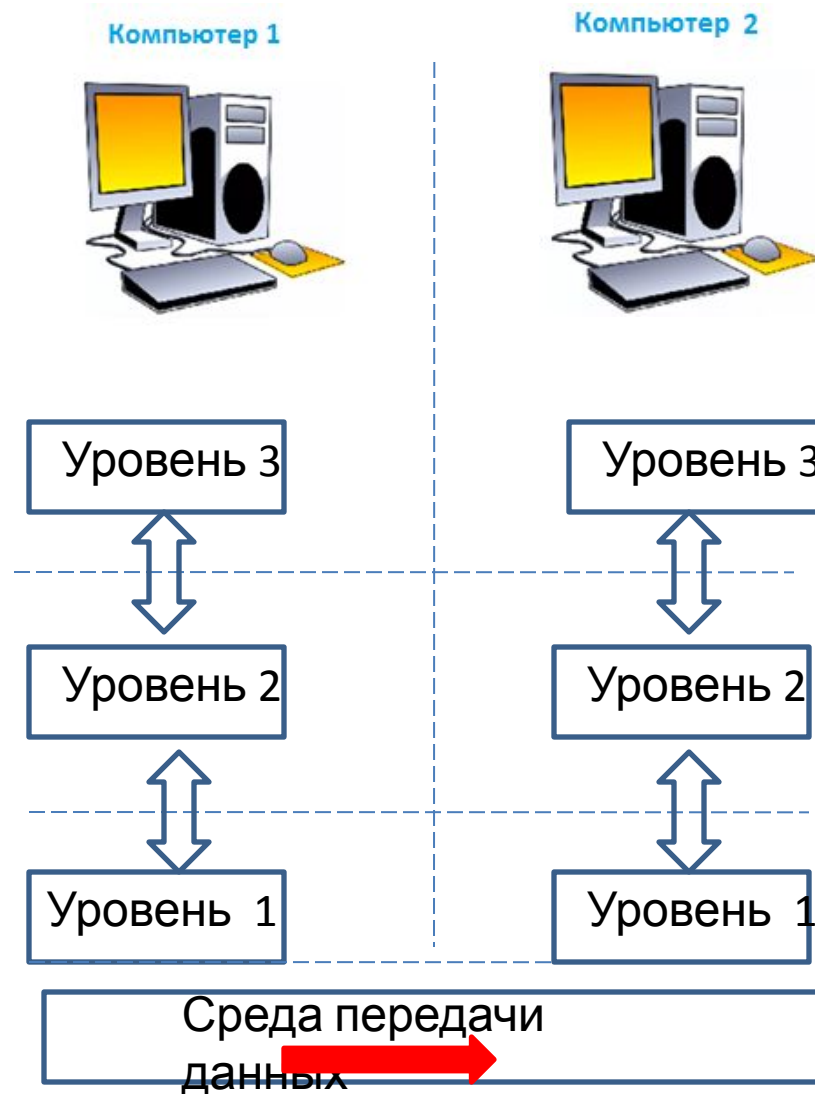
WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- Стандарт IEEE 802.16.
- WiMAX Forum 2001г.
- В 2007 г. International Telecommunication Union (ITU-R) включил технологию WiMAX стандарт IEEE 802.16 в семейство стандартов мобильной связи.



Подход в организации сети на основе уровней

Пример, некоторой гипотетической сети состоящей из 3-х уровней.



Определения

Сервис (служба) это те функции, которые реализует уровень.

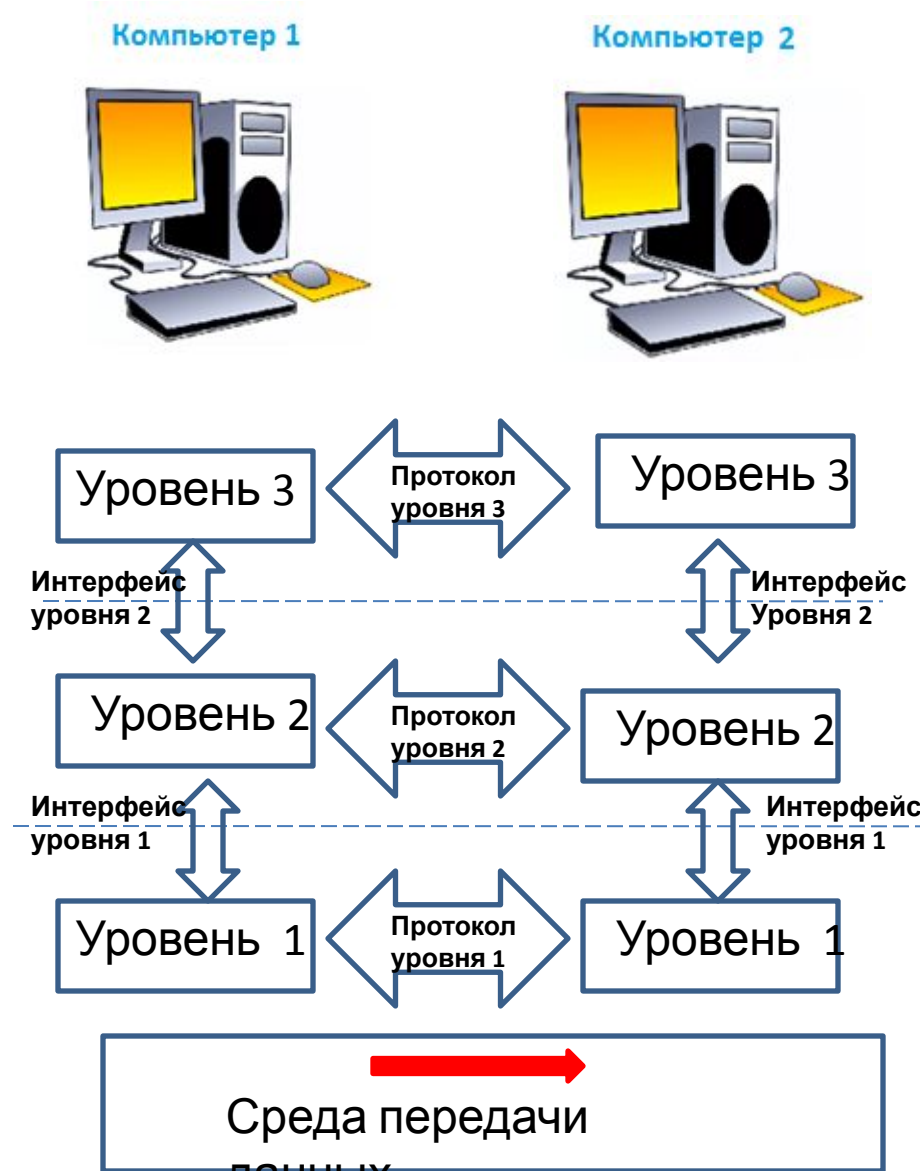
Интерфейс это набор примитивных операций, которые нижний уровень предоставляет верхнему.

Протокол это правила и соглашения, используемые для связи уровня N одного компьютера с уровнем N другого компьютера.

Набор протоколов разных уровней, достаточный для организации межсетевого взаимодействия называется **стеком протоколов**.

Протокол и интерфейс

Пример, некоторой гипотетической сети состоящей из 3-х уровней.



Эталонные модели организации сетей

1. Модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI):

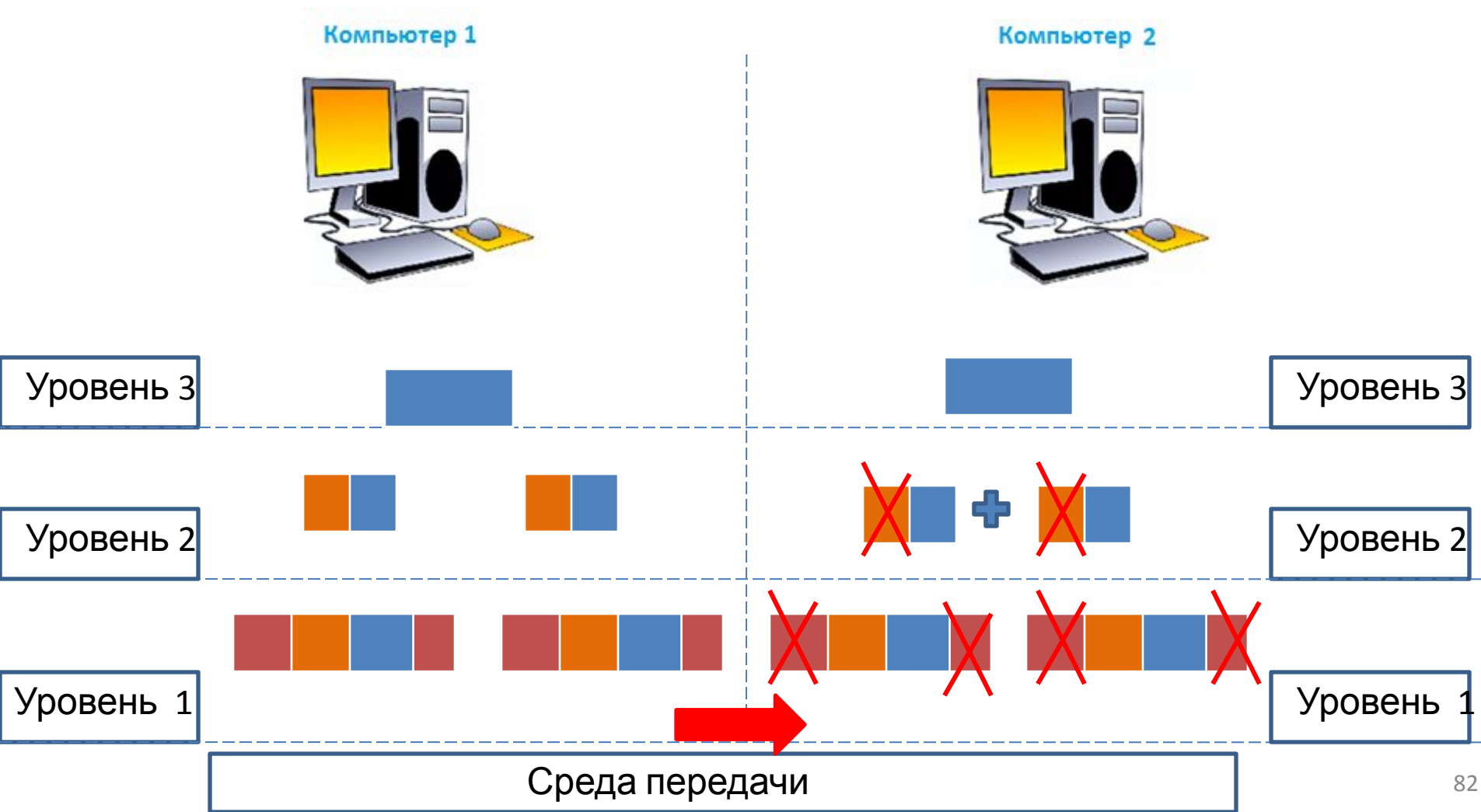
- Разработка модели с 1977- 1984 г.
- Стандарт Международной организации по стандартизации (ISO - International Standards Organization).
- Состоит из 7 уровней, не включает протоколы.
- Хорошая теоретическая проработка.

2. Модель TCP/IP (Стек TCP/IP):

- Разработан для связи экспериментальной сети ARPAnet (Advanced Research Projects Agency Network).
- Период разработки с 1972 -1983 г.
- 1 января 1983 г. принято считать официальной датой рождения Интернета.
- Фактический стандарт на основе известного протокола TCP/IP.
- Состоит из 4-х уровней.
- Основа Интернет.

Модель сетевого взаимодействия

Пример, инкапсуляция в некоторой гипотетической сети.



Модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI)

Компьютер 1



Компьютер 2



Концентратор



Коммутатор



AP7110SN-GN Точка доступа Huawei

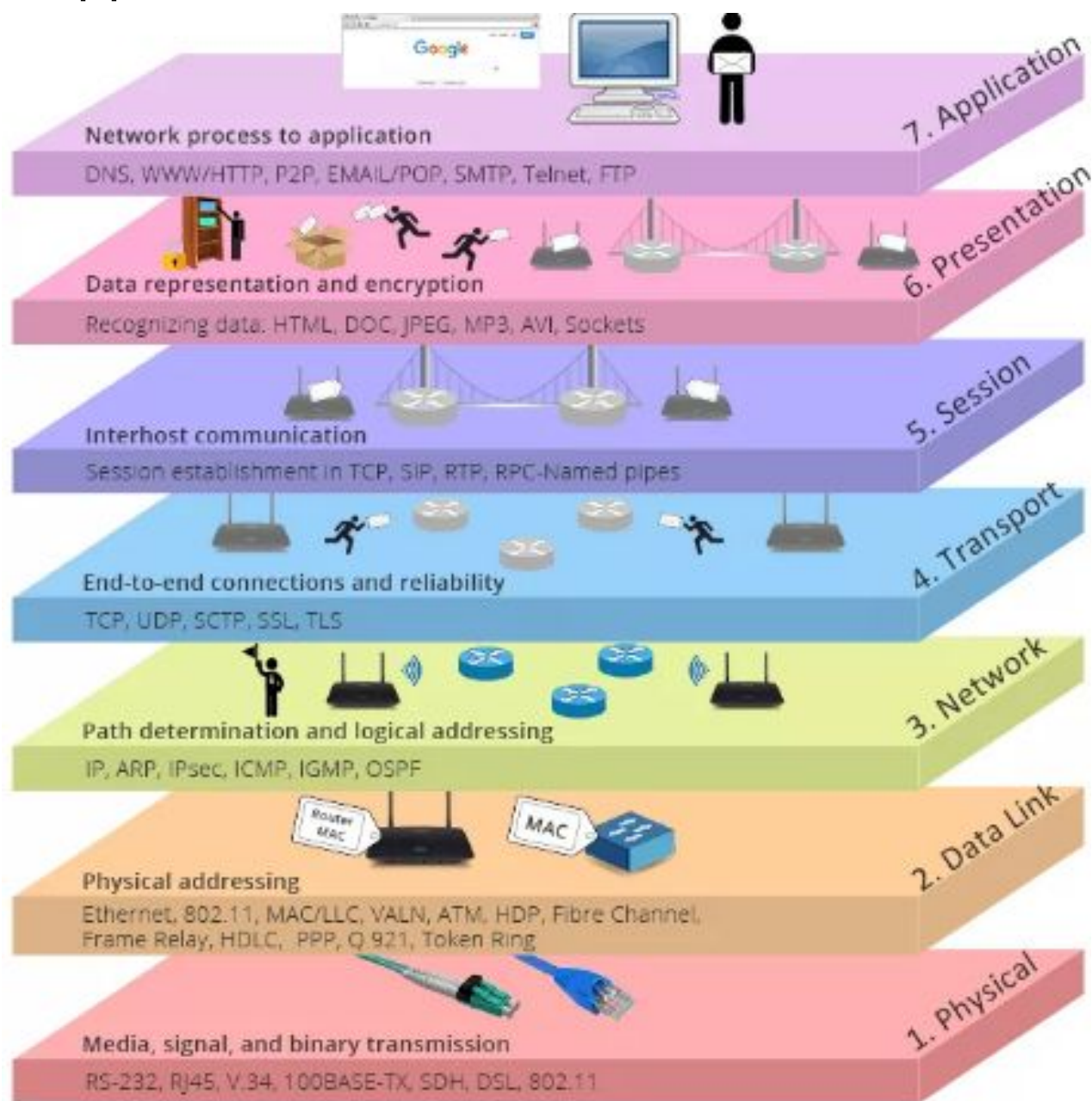
Точка доступа



Маршрутизатор

Соответствие функций различных сетевых устройств уровням

Уровни модели OSI

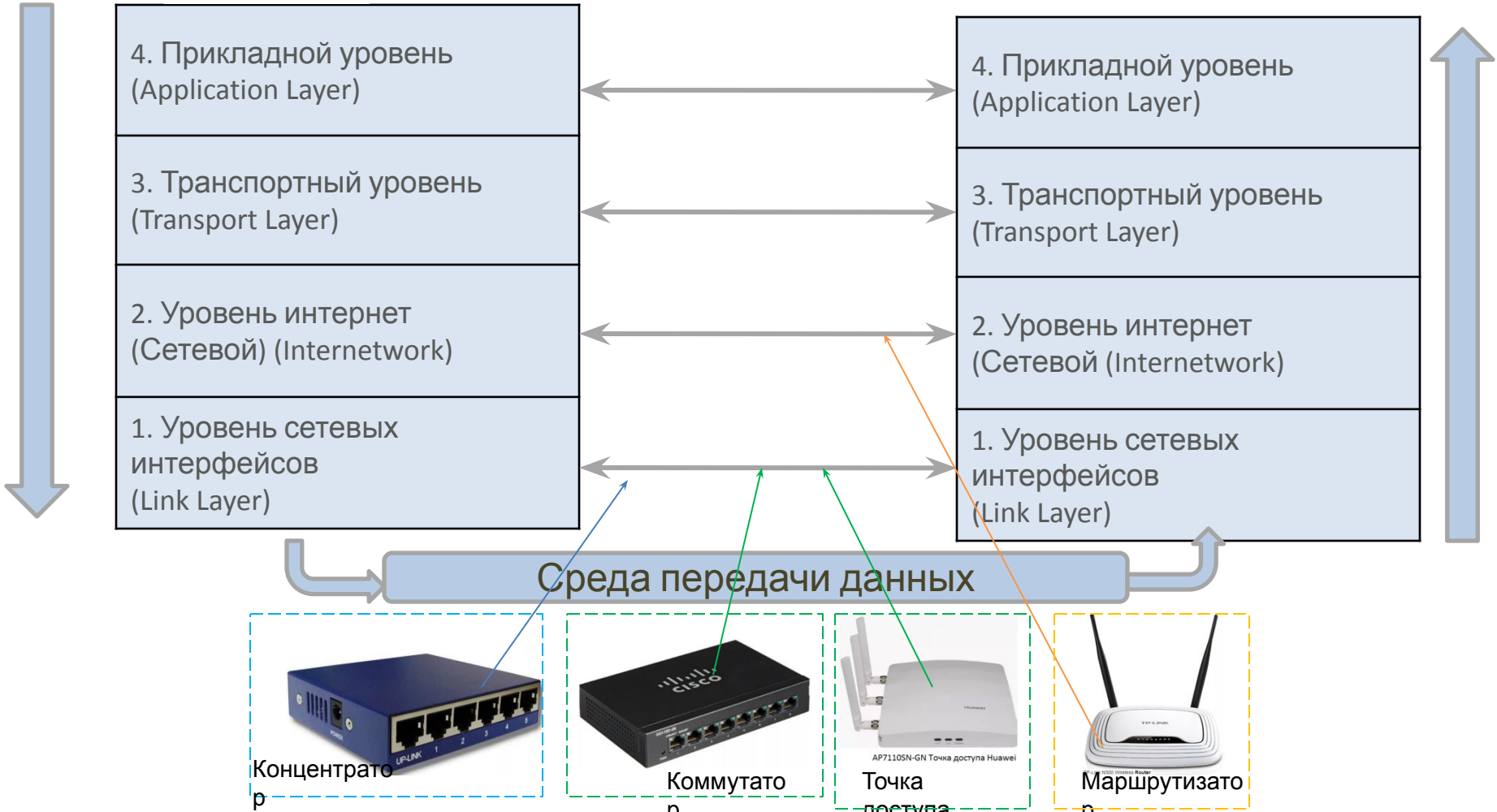


Модель TCP/IP (Стек TCP/IP)

Компьютер 1



Компьютер 2



Соответствие функций различных сетевых устройств уровням модели

Соотношение архитектуры модели TCP/IP и архитектуры модели OSI

Уровни	OSI Model	TCP/IP Model
Верхние уровни (уровни приложений)	Прикладной уровень (Application Layer)	Прикладной уровень (Application Layer)
	Уровень представления данных (Presentation Layer)	
	Сеансовый уровень (Session Layer)	
Нижние уровни (уровни потоков данных)	Транспортный уровень (Transport Layer)	Транспортный уровень (Transport Layer)
	Сетевой уровень (Network Layer)	Уровень интернет (Сетевой) (Internetwork)
	Канальный уровень (Data link Layer)	Уровень сетевых интерфейсов (Link Layer)
	Физический уровень (Physical Layer)	

Протоколы

TCP/IP Model	Протоколы
Прикладной уровень (Application Layer)	HTTP (HyperText Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), DNS(Domain Name System), POP3 (Post Office Protocol Version 3), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), IMAP (Internet Message Access Protocol) Telnet, SNMP (Simple Network Management Protocol)и др.
Транспортный уровень (Transport Layer)	TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol) и др.
Уровень интернет (Сетевой) (Internetwork)	IP (Internet Protocol), ICMP (Internet Control Message Protocol), ARP (Address Resolution Protocol), RARP (Reverse Address Resolution Protocol), IPsec (IP Security), ARP (Address Resolution Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), RIP (Routing Information Protocol) и др.
Уровень сетевых интерфейсов (Link Layer)	Ethernet, Token Ring, Wi-Fi, Bluetooth и др.

Источники информации

- Гриценко, Ю.Б. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
- Чекмарев, Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
- *Котельников Е.В., Созыкин А.В. и др.*