Пример тестовых заданий по вступительному испытанию **«ОСНОВЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»**

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Список тем
по вступительному испытанию
«Основы телекоммуникаций»

1. Типы, топологии, методы доступа к среде передачи.
2. Принципы работы основного сетеобразующего оборудования.
3. Задачи и типы коммутации.
4. Сущность модели взаимодействия открытых систем BOC/OSI.
5. Алгоритм прозрачного моста. Назначение таблиц коммутации.
6. Принципы работы телекоммуникационных систем с коммутацией каналов, коммутацией сообщений, коммутацией пакетов.
7. Адресация в сетях (IPv4).
8. Методы цифрового кодирования, логическое кодирование.
9. Основы маршрутизации.

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Размеры сетей по возрастанию

- *Personal Area Network, PAN - персональная;*
- ***Local Area Network, LAN - локальная;***
- *Campus Area Network, CAN – сеть кампуса;*
- *Metropolitan Area Network, MAN - городская;*
- ***Wide Area Network, WAN - глобальная.***

Уровни модели OSI

Уровни хост-машины (host layers)	Уровень приложений	7
	Уровень представлений	6
	Сеансовый уровень	5
	Транспортный уровень	4
Уровни среды передачи данных (media layers)	Сетевой уровень	3
	Канальный уровень	2
	Физический уровень	1

	Уровень	Тип обрабатываемых данных	Функции
7	Уровень приложений	Пользовательские данные	Предоставление сервисов для сетевых приложений
6	Уровень представлений	Пользовательские данные	Общий формат представления данных, сжатие и шифрование
5	Сеансовый уровень	Пользовательские данные	Установление, управление и завершение сессий между приложениями
4	Транспортный уровень	Сегменты	Адресация процессов, сегментация/ повторная сборка данных, управление потоком, надежная доставка
4	Сетевой уровень	Пакеты/дейтаграммы	Передача сообщений между удаленными устройствами, выбор наилучшего маршрута, логическая адресация
2	Канальный уровень	Кадры/фреймы	Доступ к среде передачи, передача сообщений между локальными устройствами, физическая адресация
1	Физический уровень	Биты	Передача электрических и оптических сигналов между устройствами

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Описание уровней модели TCP/IP

Уровень приложений *(Application layer)* включает в себя функции представления, кодирования и контроля над установлением соединения.

Транспортный уровень *(Transport layer)* выполняет те же функции, что и одноименный уровень в модели OSI.

Уровень Интернет *(Internet layer)* аналогичен по функциям сетевому уровню модели OSI и обеспечивает организацию связи между сетями и подсетями, образующими составную сеть.

Уровень доступа к сети *(Network access layer)* объединяет функции канального и физического уровня модели OSI, обеспечивая физическую передачу данных в сети.

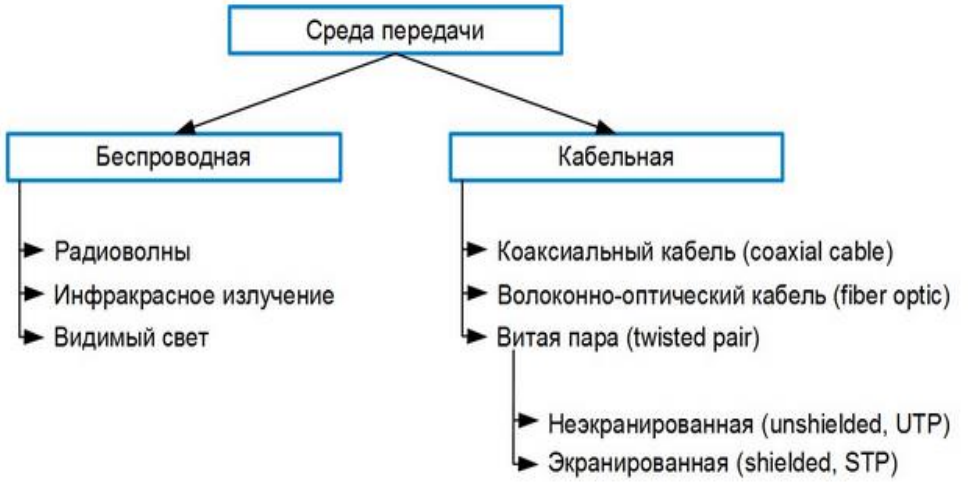
Соответствие между уровнями модели OSI и модели TCP/IP

Модель OSI	Модель TCP/IP
Уровень приложений	Уровень приложений (Application)
Уровень представлений	
Сеансовый уровень	
Транспортный уровень	Транспортный уровень (Transport)
Сетевой уровень	Уровень Интернет (Internet)
Канальный уровень	Уровень доступа к среде (Network Access)
Физический уровень	

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Примеры протоколов

- Прикладной: FTP, HTTP, POP3, TELNET
- Представлений: TSL, SSI
- Сеансовый: SSH
- Транспортный: ICMP, UDP, TCP
- Сетевой: ARP, OSPF, IP
- Канальный: Ethernet, Token Ring, Frame Relay
- Физический: сигналы



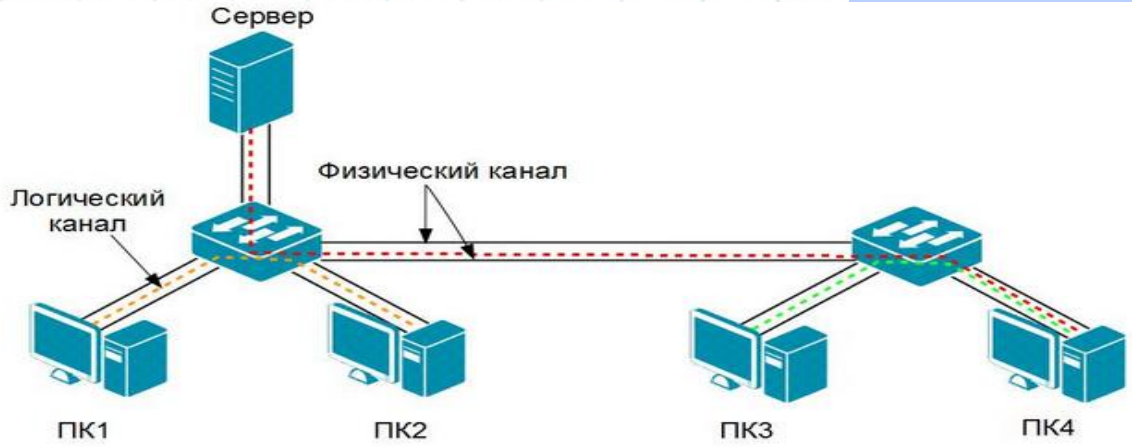
Канал связи

Канал связи (channel, data link) представляет собой совокупность одной или нескольких физических сред передачи и каналообразующего (сетевого) оборудования, которые обеспечивают передачу данных между взаимодействующими системами в виде сигналов, соответствующих типу физической среды.

Физические и логические каналы

Физический канал связи представляет собой средство передачи сигналов между взаимодействующими системами. В зависимости от типа передаваемых сигналов и физической среды, используемой для их распространения, физические каналы подразделяются на электрические, оптические и беспроводные.

Логические каналы устанавливаются между протоколами любых уровней модели OSI взаимодействующих систем и определяют путь, по которому данные передаются от источника к приемнику через один или последовательность физических каналов.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация каналов связи

В зависимости от направления передачи данных различают каналы:

- симплексные (simplex), в которых передача осуществляется только в одном направлении;
- полудуплексные (half-duplex), в которых передача ведется поочередно в прямом и обратном направлении;
- дуплексные (duplex), в которых передача ведется одновременно в двух направлениях - прямом и обратном.

Основные характеристики канала связи

К основным характеристикам канала (линии) связи, существенно влияющим на качество передачи сигнала, можно отнести:

- полосу пропускания;
- затухание;
- помехоустойчивость;
- пропускную способность;
- достоверность передачи данных.

Коаксиальный кабель

Коаксиальный кабель (Coaxial cable) – электрический кабель, состоящий из соосно-расположенных центрального проводника и экрана, и служащий для передачи высокочастотных сигналов. Он характеризуется высокой помехозащищенностью и малым затуханием сигналов.

Коаксиальный кабель содержит внутренний проводник, представляющий собой монолитный медный провод или скрученный провод.

Внутренний проводник окружает изолирующая пластиковая оболочка (диэлектрик), вокруг которой находится внешний проводник. Внешний проводник представляет собой фольгу, служащую экраном от электромагнитных помех покрытую медной оплеткой. Снаружи кабель защищен жесткой пластиковой трубкой, формирующей его внешнюю оболочку.

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Твинаксиальный кабель

В настоящее время коаксиальный кабель используется в основном для передачи телевизионных сигналов.

Одной из разновидностей коаксиального кабеля является твинаксиальный кабель (Twinaxial cable).

Твинаксиальный кабель – это высококачественный электрический кабель, похожий по конструкции на коаксиальный кабель, но содержащий два внутренних проводника. Диаметр проводников кабеля лежит в диапазоне от 30 AWG до 24 AWG. Его волновое сопротивление 100 Ом.

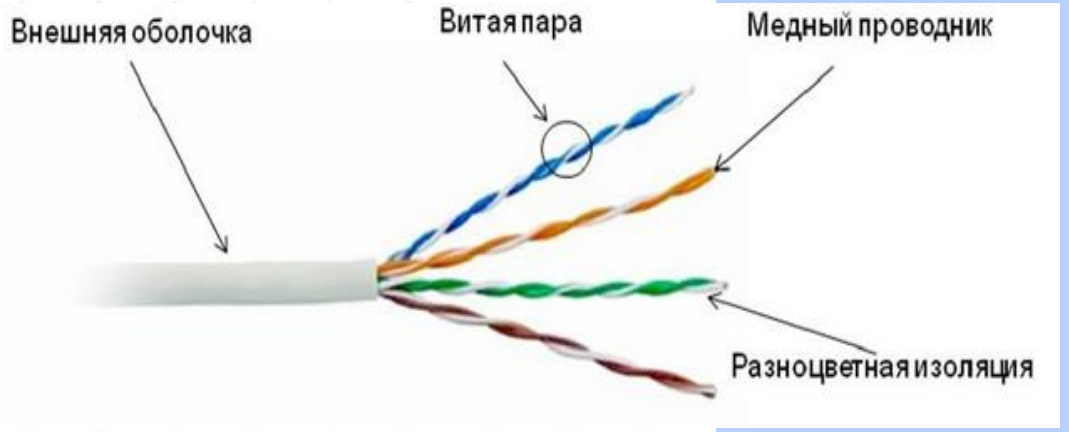
Кабель на основе витой пары

Витая пара (twisted pair) – изолированные проводники, попарно скрученные между собой с необходимым числом раз на единицу длины и заключенные в пластиковую оболочку.

Кабель содержит несколько витых пар: обычно в пучке 2, 4, 6, 8, 25, 50 или 100 пар.

Существуют два основных типа кабелей на основе витой пары:

- неэкранированная витая пара (UTP, Unshielded Twisted Pair);
- экранированная витая пара (STP, Shielded Twisted Pair).



Кабель UTP

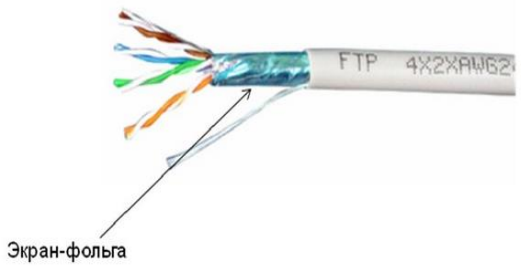
Экранированные кабели

Экранированные кабели имеют дополнительную защиту. В зависимости от используемой технологии существует несколько разновидностей кабелей на основе экранированной витой пары.

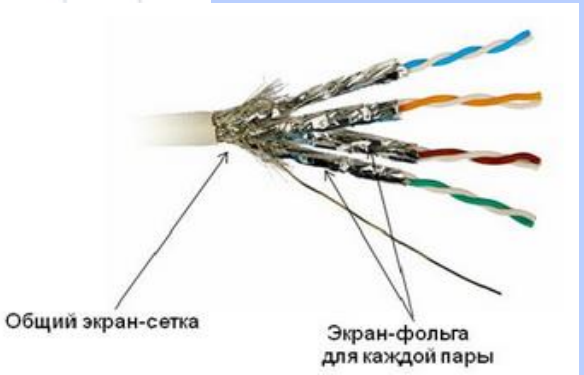
- экранированная витая пара (STP, Shielded Twisted Pair);
- защищенная витая пара (ScTP, Screened Twisted Pair);
- защищенная экранированная витая пара (SSTP, Screened Shielded Twisted Pair).

Кабель STP

Кабель F/UTP



Кабель S/FTP



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Категории кабелей

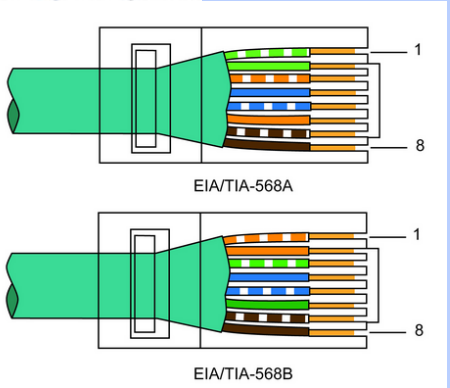
Для неэкранированных кабелей в стандарте EIA/TIA-568 определены категории 3, 4, 5, 5e, 6, в стандарте ISO/IEC 11801 классы A, B, C, D, E. Для экранированных кабелей в стандарте EIA/TIA-568 определены категории 6a, 7, 7a, в стандарте ISO/IEC 11801 классы Ea, F, Fa.

Максимальное расстояние передачи по кабелю на основе витой пары равно 100 м, если не существует каких-либо ограничений соответствующего стандарта. Волновое сопротивление у кабелей витой пары всех типов и категорий – 100 Ом.

Для подключения кабеля на основе витой пары к сетевым устройствам используется разъем 8P8C (8 Position 8 Contact). Данный разъем также называют RJ-45.

Кабель UTP Cat. 5e с разъемами 8P8C (RJ-45)

Последовательность расположения проводников в разъеме



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Сетевые адаптеры

Для подключения компьютера к сети и взаимодействия с другими сетевыми устройствами используется сетевой адаптер (Network Interface Card, NIC.

По конструкторской реализации сетевые адаптеры делятся на:

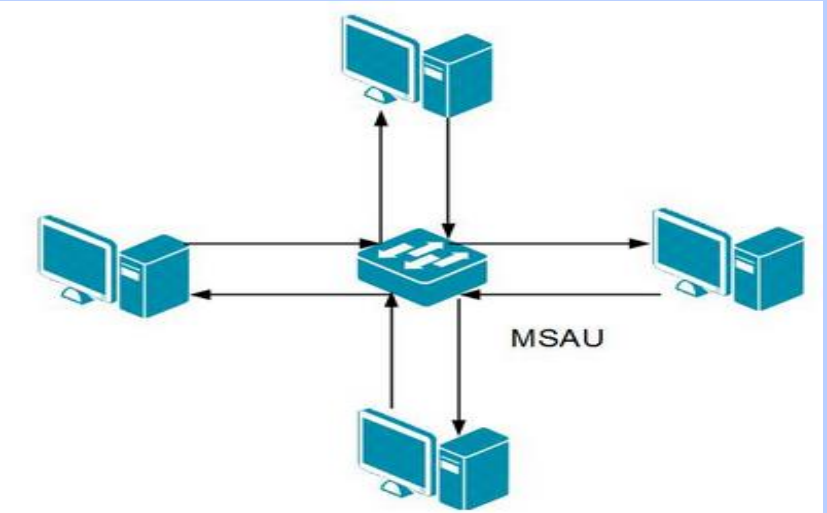
- интегрированные в материнскую плату;
- внутренние, представляющие собой отдельную печатную плату, устанавливаемую в слот PCI, PCI Express, PCIe компьютера;
- внешние, подключающиеся к компьютеру или ноутбуку через интерфейс USB или CardBus.

Технология Token Ring

Сети Token Ring относятся к сетям с маркерным методом управления доступом, в которых отсутствует конкуренция за доступ к среде передачи.

Логически сеть Token Ring представляет собой кольцо, а физически - звезду. Сети Token Ring работают с двумя битовыми скоростями - 4 и 16 Мбит/с. Смешение станций, работающих на различных скоростях, в одном кольце не допускается.

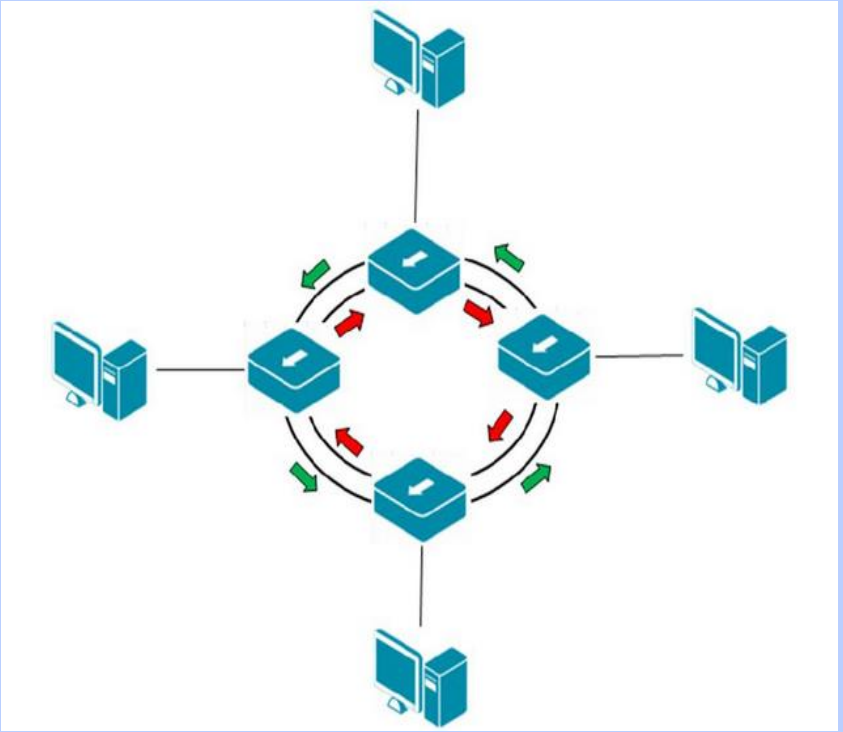
Для объединения компьютеров в сетях Token Ring используются концентраторы - т.н. устройства многостанционного доступа (MSAU, MultiStation Access Unit). Рабочие станции отдельными кабелями подключаются к MSAU по топологии «звезда». Технология Token Ring позволяет использовать для соединения экранированную или неэкранированную витую пару.



Технология FDDI

Стандарт FDDI (Fiber Distributed Data Interface - волоконно-оптический интерфейс передачи данных), разработанный в середине 80-х годов, определяет кольцевую сеть с маркерным доступом и скоростью передачи до 100 Мбит/с на основе волоконно-оптического кабеля, способную охватить очень большую площадь (до 100 км).

Стандарт FDDI во многом основывается на технологии Token Ring (стандарт IEEE 802.5) и обеспечивает совместимость с ней, т.к. у обеих технологий одинаковые форматы кадров. Однако у этих технологий имеются существенные различия.



Технология Ethernet

В начале 1990-х годов появились спецификации на основе витой пары (10BASE-T) и оптоволокна (10BASE-FL).

- В 1995 г. – стандарт Fast Ethernet (IEEE 802.3u).
- В 1998 г. – стандарт Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z и 802.3ab).
- В 2002 г. – 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae).
- В 2010 г. – стандарт 40 и 100 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ba).

В настоящее время стандарты Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, 40 и 100 Gigabit Ethernet объединены в один стандарт IEEE 802.3-2012

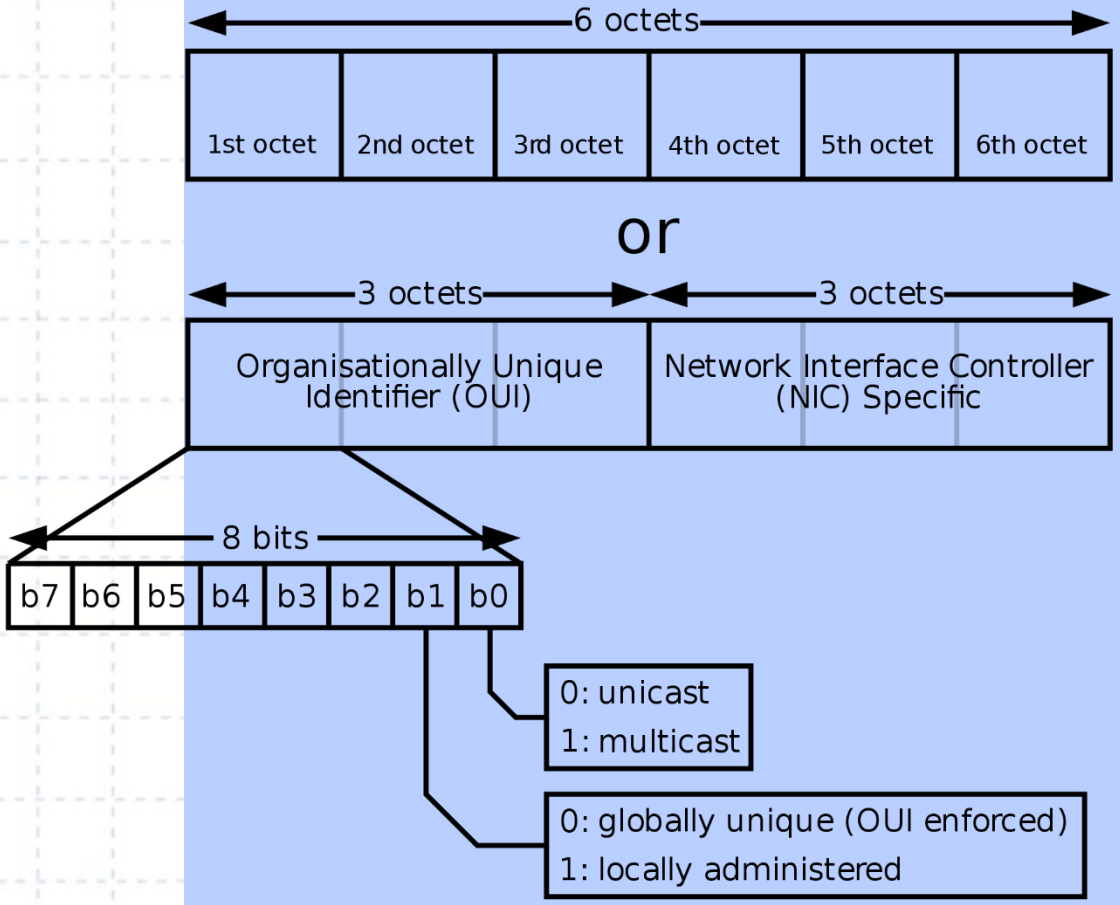
На практике существует четыре формата кадров Ethernet:

- кадр Ethernet II (Ethernet версии 2 или Ethernet DIX);
- кадр IEEE 802.3 /LLC;
- кадр Ethernet SNAP;
- кадр Raw 802.3 (Novell 802.3).

Понятие MAC-адреса

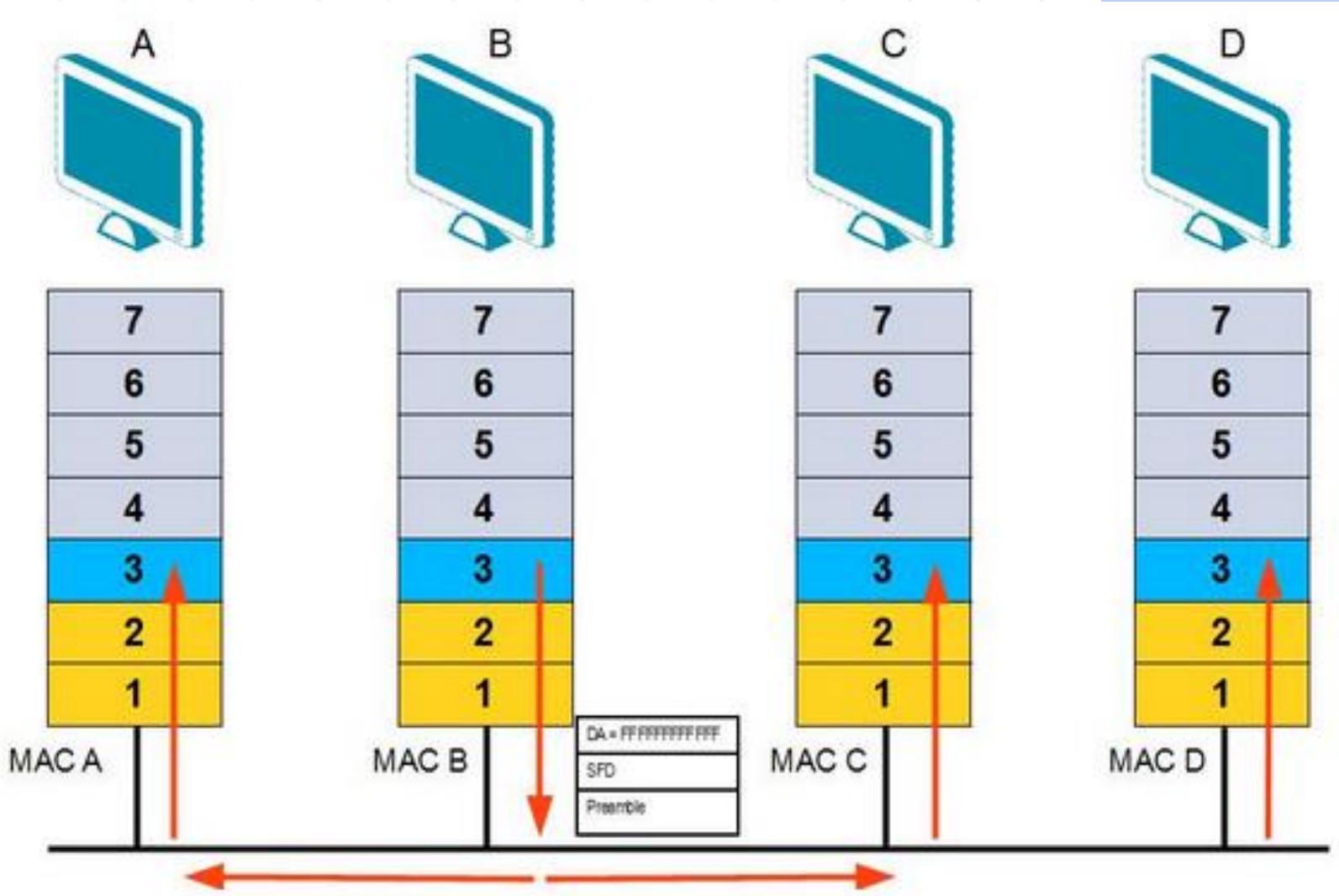
MAC-адрес (Media Access Control) — это уникальный идентификатор, который присваивается каждому сетевому устройству во время изготовления. Он позволяет уникально идентифицировать каждый узел сети и доставлять данные только этому узлу.

Если первый бит в первой октете равен 1, то такой адрес является групповым (multicast)

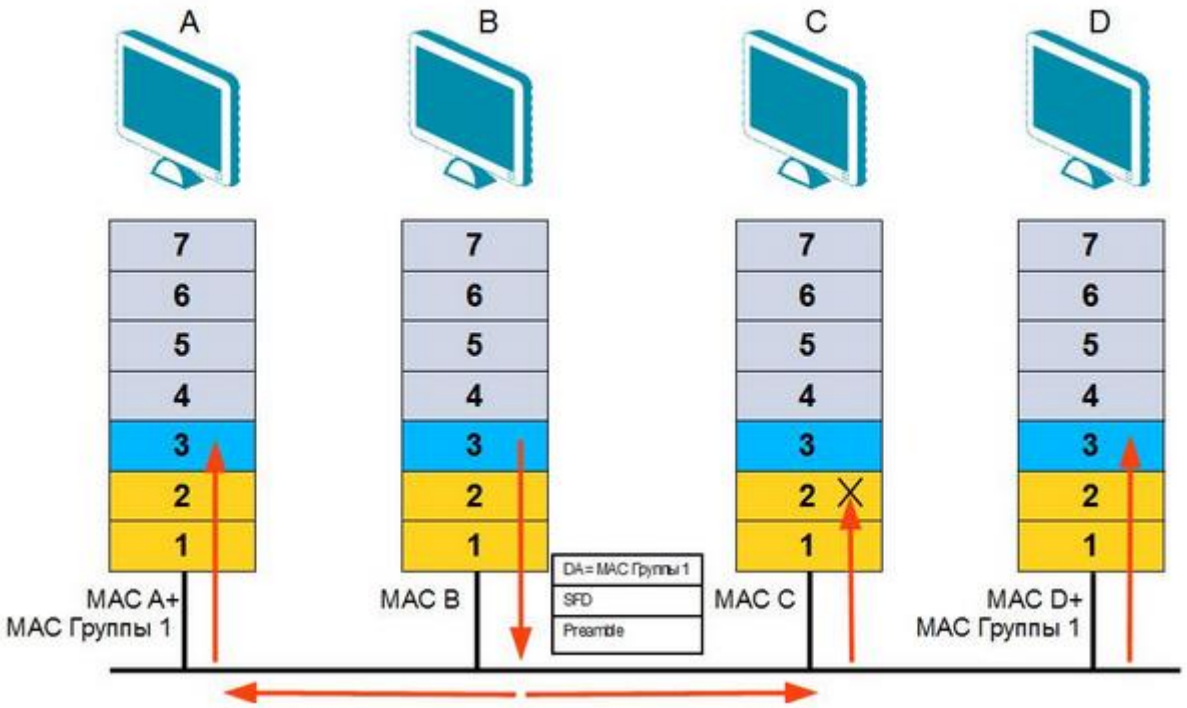


ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Broadcast MAC



Multicast MAC



Частные и публичные адреса IPv4

В сети Интернет идентификация устройств осуществляется уникальными IPv4-адресами, которые не должны повторяться в глобальной сети. Такие IPv4-адреса называются публичными адресами (public addresses).

Однако число публичных адресов ограничено, поэтому в каждом из классов IP-сетей определено так называемое частное пространство IP-адресов (private addresses). Частные IPv4-адреса предназначены для использования в локальных компьютерных сетях и не маршрутизируются в Интернет.

Публичные адреса находятся в пределах от 1.0.0.1 до 223.255.255.254 за исключением частных адресов IPv4.

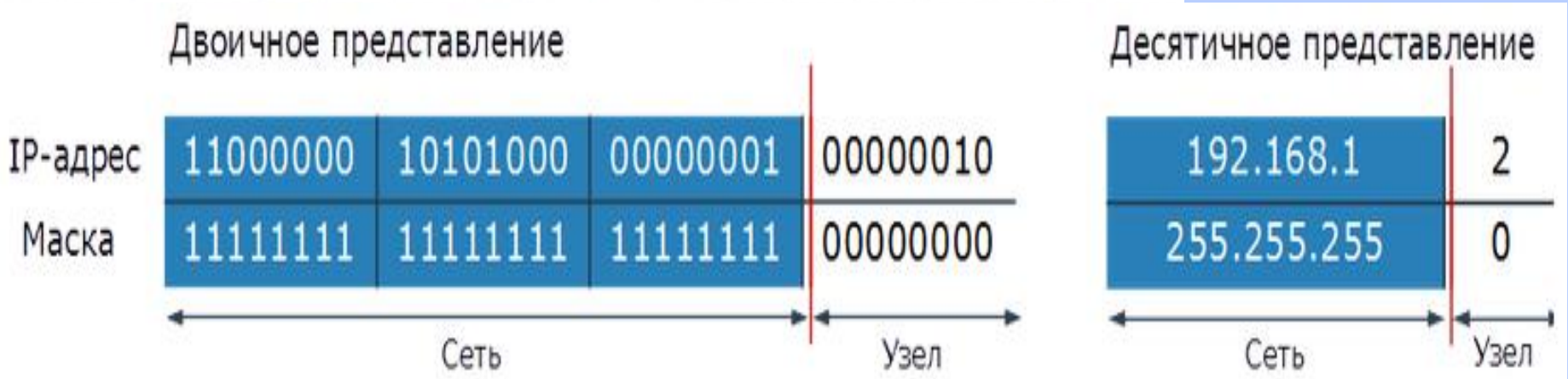
Адресное пространство частных IPv4-адресов состоит из 3 блоков:

- 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (класс A);
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (класс B);
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (класс C).

Иногда частные адреса называют серыми, а публичные – белыми.

Идентификатор сети	Идентификатор узла	Описание
Все «0»	Все «0»	0.0.0.0 - адрес узла, сгенерировавшего пакет. Используется устройством для ссылки на самого себя, если оно не знает свой IPv4-адрес. Например, когда устройство пытается получить IPv4-адрес с помощью протокола DHCP
Все «0»	Идентификатор узла	Узел назначения принадлежит той же сети, что и узел-отправитель, например, 0.0.0.25
Идентификатор сети	Все «0»	Адрес IPv4-сети, например, 175.11.0.0
Идентификатор сети	Все «1»	Ограниченный широковещательный адрес (в пределах данной IP-сети), например, 192.168.100.255
Все «1»	Все «1»	255.255.255.255 – «глобальный» широковещательный адрес
127.0.0.1		Адрес интерфейса обратной петли (loopback), предназначен для тестирования оборудования без реального отправления пакета

Маска подсети – это 32-битное число, двоичная запись которого содержит непрерывную последовательность единиц в тех разрядах, которые определяют идентификатор подсети и непрерывную последовательность нулей в тех разрядах, которые определяют идентификатор узла. Маска записывается в точечно-десятичном представлении аналогично IP-адресу.



IP-адрес	11000000	10101000	00000001	00000010	192.168.1.2
Маска	11111111	11111111	11111111	00000000	& 255.255.255.0
Адрес сети	11000000	10101000	00000001	00000000	= 192.168.1.0

Класс сети	Маска подсети	Количество битов идентификатора сети
A	255.0.0.0	8
B	255.255.0.0	16
C	255.255.255.0	24

Планирование подсетей

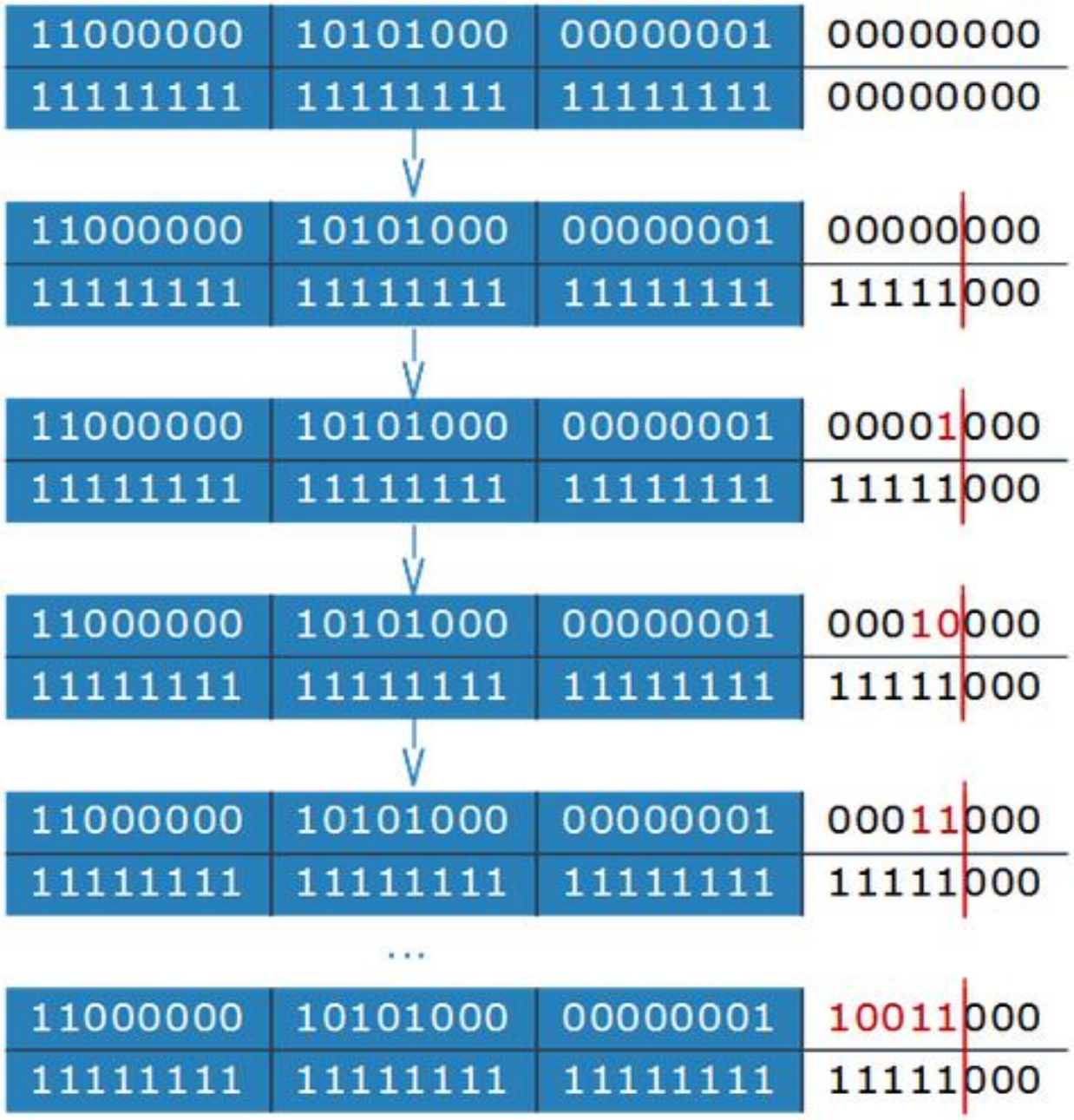
Количество подсетей = 2^s, где s – количество битов, занятых под идентификатор сети из части, отведенной под идентификатор узла.

Количество узлов в каждой подсети = 2^n-2, где n – количество битов, оставшихся в части, идентифицирующей узел, а два адреса – адрес подсети и широковещательный адрес – в каждой полученной подсети зарезервированы.

Необходимо разбить сеть 192.168.1.0 на 20 подсетей по 6 компьютеров в каждой.

$2^5 = 32$

Таким образом, 5 первых битов 4-го октета будут использованы для идентификации подсети, а оставшиеся 3 бита – для идентификации узлов в них.



Сеть класса C
192.168.1.0
Маска подсети
255.255.255.0

Подсеть 1
192.168.1.0
Маска подсети
255.255.255.248

Подсеть 2
192.168.1.8
Маска подсети
255.255.255.248

Подсеть 3
192.168.1.16
Маска подсети
255.255.255.248

Подсеть 4
192.168.1.24
Маска подсети
255.255.255.248
...

Подсеть 20
192.168.1.152
Маска подсети
255.255.255.248

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

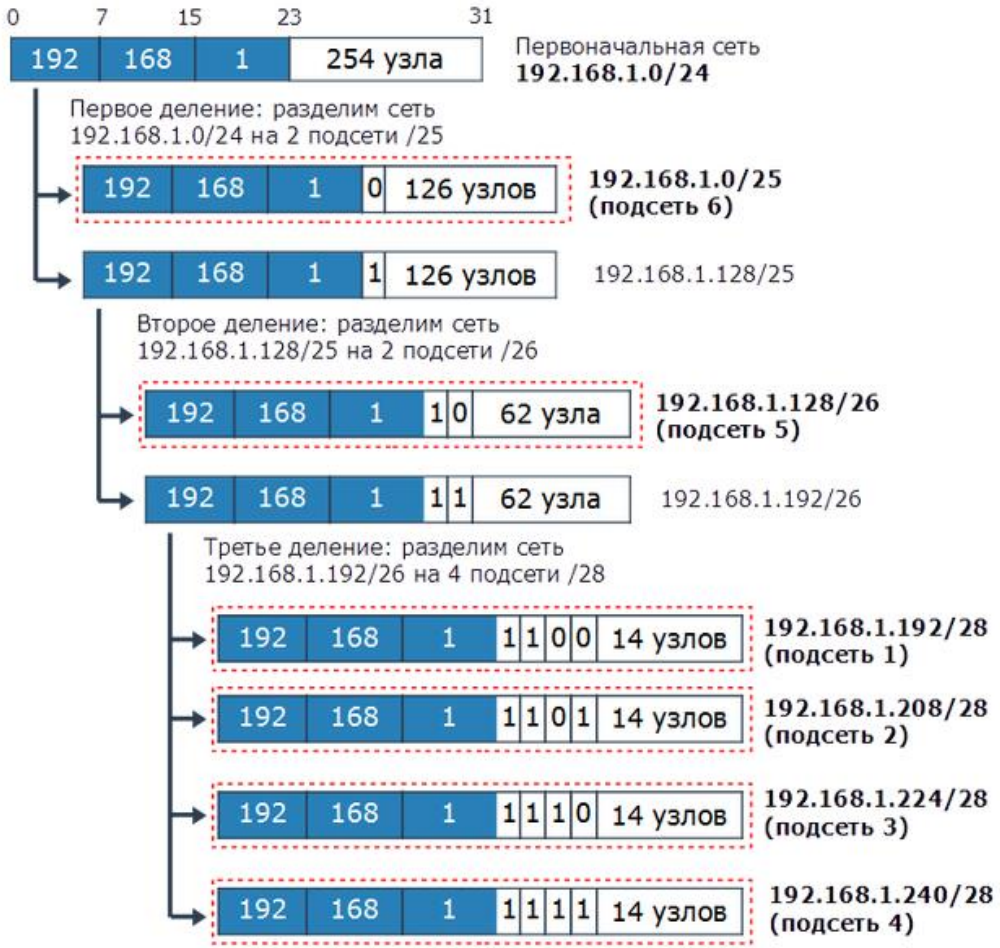
Разделение на подсети

Допустим, организация использует сеть класса C 192.168.1.0/24. Требуется разделить ее на 6 подсетей. В подсетях 1, 2, 3 и 4 должно быть 10 узлов, в 5-й подсети – 50 узлов, в 6-й подсети – 100.

Теоретически для сети класса C 192.168.1.0/24 допустимое количество узлов равно 254, и разбить такую сеть на подсети с требуемым количеством узлов без использования VLSM невозможно.

Сначала делим сеть 192.168.1.0/24 на две подсети. Для этого из 4-го октета необходимо занять 1 бит для идентификатора подсети, таким образом, для идентификации узлов останется 7 битов. В итоге получается две подсети: 192.168.1.0/25 и 192.168.1.128/25, в каждой из которых может быть по 126 (2^7 – 2) узлов. Первую из них оставим, так как требуется, чтобы в 6-й подсети было 100 узлов, а вторую разделим еще на две подсети. Для этого возьмем 1 бит из оставшихся 7 битов, отведенных под идентификатор узла. Таким образом, получается две подсети: 192.168.1.128/26 и 192.168.1.192/26, в каждой из которых допустимое количество узлов равно 62 (2^6 – 2). Первую подсеть необходимо оставить для 5-й подсети, в которой должно быть 50 узлов, а из второй подсети сформировать еще четыре подсети. Для этого займем еще 2 бита из оставшихся 6 битов, отведенных под идентификатор узла. В результате получим четыре подсети с 14 (2^4 – 2) узлами в каждой, что позволит адресовать требуемое количество узлов, необходимых для подсетей 1, 2, 3 и 4.

Разделение на подсети



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Какие адреса можно назначать узлам?

Например, есть подсеть 10.1.1.0 с маской 255.255.255.0

Диапазон подсети получается 10.1.1.0 – 10.1.1.255

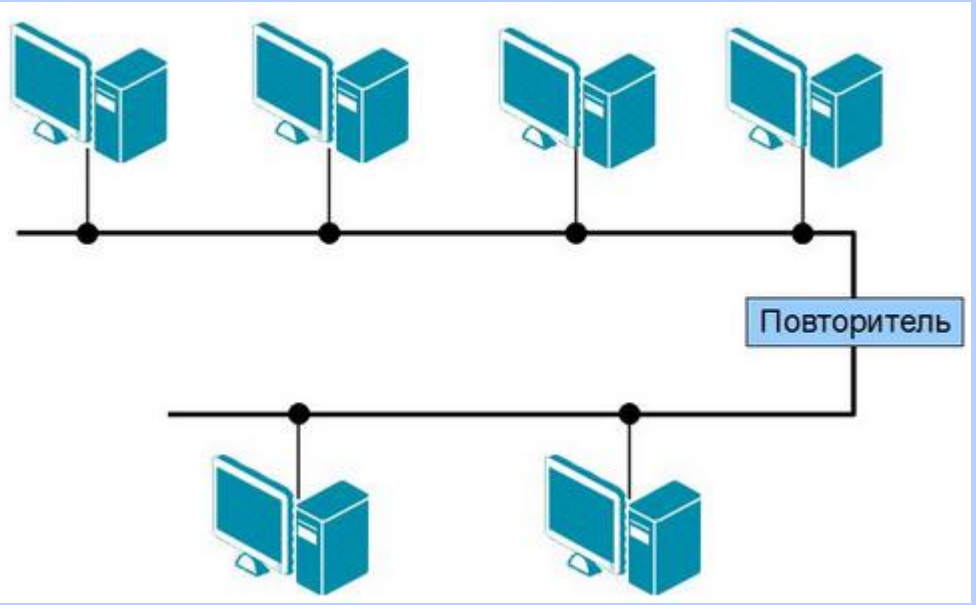
Но первый и последний адрес нельзя назначать хостам, эти адреса называются локальный адрес подсети (local) и широковещательный адрес (broadcast).

Т.е. диапазон назначаемых адресов будет 10.1.1.1 – 10.1.1.254

Повторители

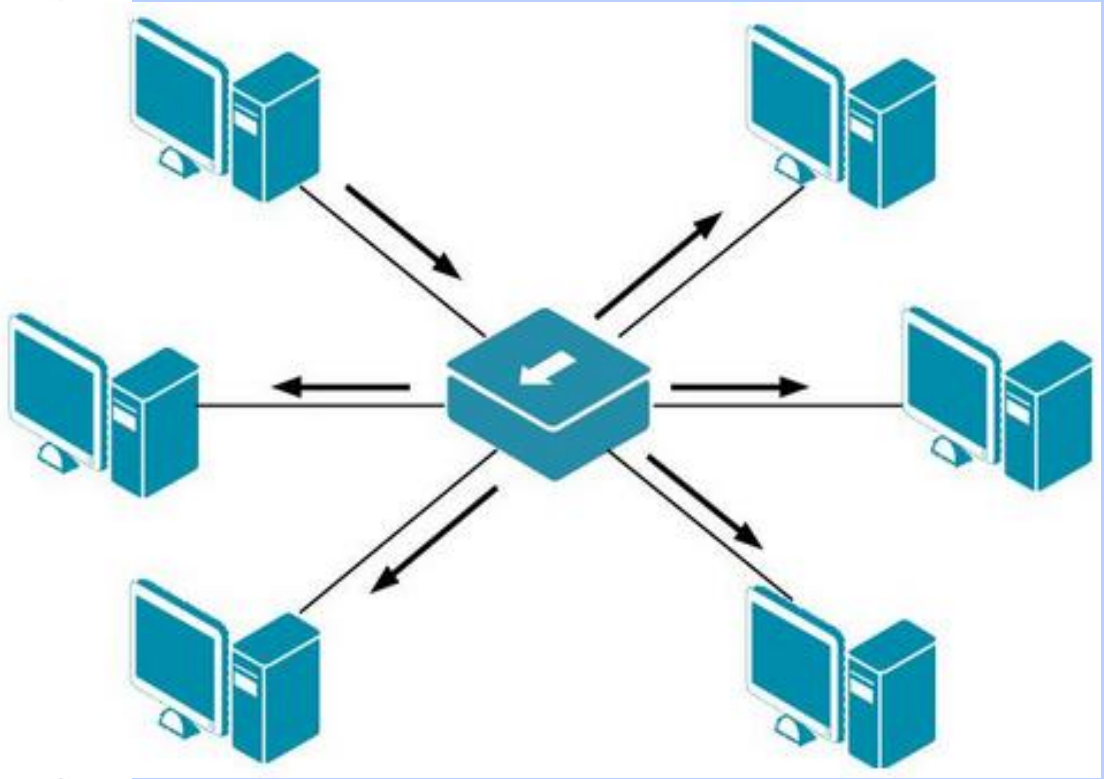
Повторитель (repeater) являлся самым простым из сетевых устройств. Он представлял собой устройство физического уровня модели OSI, используемое для соединения сегментов среды передачи данных с целью увеличения общей длины сети.

В сетях Ethernet на основе коаксиального кабеля применялись двухпортовые повторители, связывающие два физических сегмента. Работал повторитель следующим образом: он принимал сигналы из одного сегмента сети, усиливал их, восстанавливал синхронизацию и передавал в другой. Повторители не выполняли сложную фильтрацию и другую обработку трафика, т.к. не являлись интеллектуальными устройствами. Также общее количество повторителей и соединяемых ими сегментов было ограничено из-за временных задержек и других причин.



Концентраторы

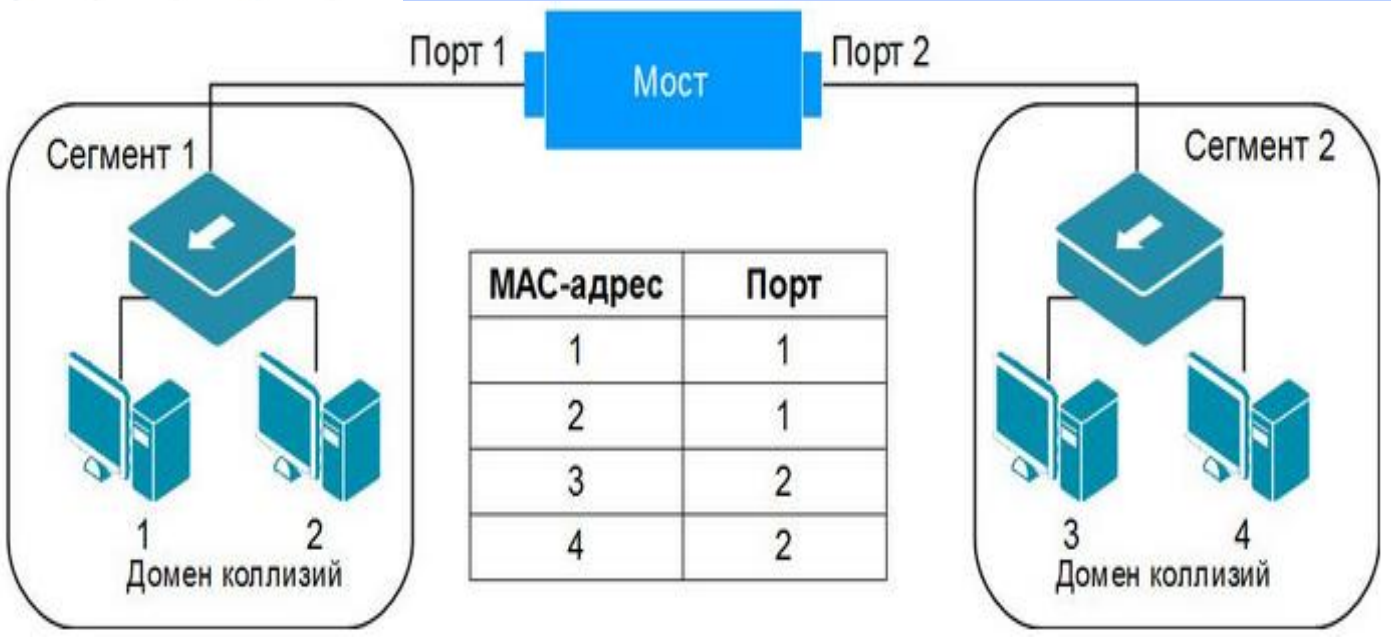
Повторитель, который имеет несколько портов и соединяет несколько физических сегментов сети, называется концентратором (concentrator, также известен как хаб (hub)). Концентратор представляет собой устройство физического уровня модели OSI, основной задачей которого является повторение сигнала, поступившего с одного из своих портов на все остальные активные порты, предварительно восстанавливая их. Он не выполняет никакой фильтрации трафика и другой обработки данных, поэтому сети, построенные с использованием концентраторов, могут иметь различную физическую топологию, но логическая топология всегда останется шинной.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Мост

Мост в отличие от концентратора не просто усиливал и восстанавливал форму сигнала при его передаче с одного порта на другой, но и обладал некоторыми интеллектуальными функциями. Он пересылал через себя кадры (блок данных канального уровня) только в том случае, если такая передача действительно была необходима, то есть если физический адрес (MAC-адрес) узла назначения принадлежал другому сегменту сети или другой сети. Делал он это с помощью хранимой в памяти таблицы коммутации – таблицы соответствия своих портов и используемых в каждой сети (сегменте сети) MAC-адресов, которую формировал сразу после включения питания.



MAC-адрес	Порт
1	1
2	1
3	2
4	2

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Коммутатор

Коммутатор может быть оборудован большим количеством портов и параллельно устанавливать несколько соединений между разными парами портов, что обеспечивает одновременное взаимодействие подключенных к нему устройств. При передаче кадра через коммутатор в нем создается отдельный виртуальный или реальный (в зависимости от архитектуры) канал, по которому данные пересылаются напрямую от порта-источника к порту-получателю с максимально возможной для используемой технологии скоростью.

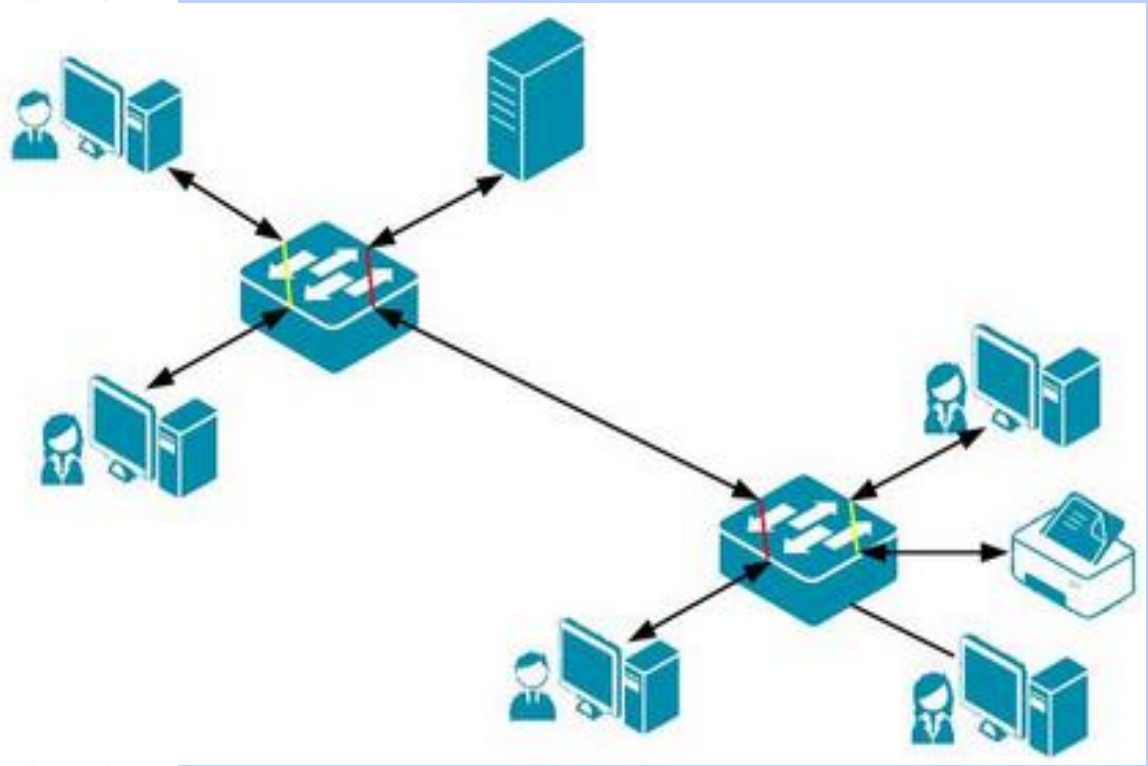
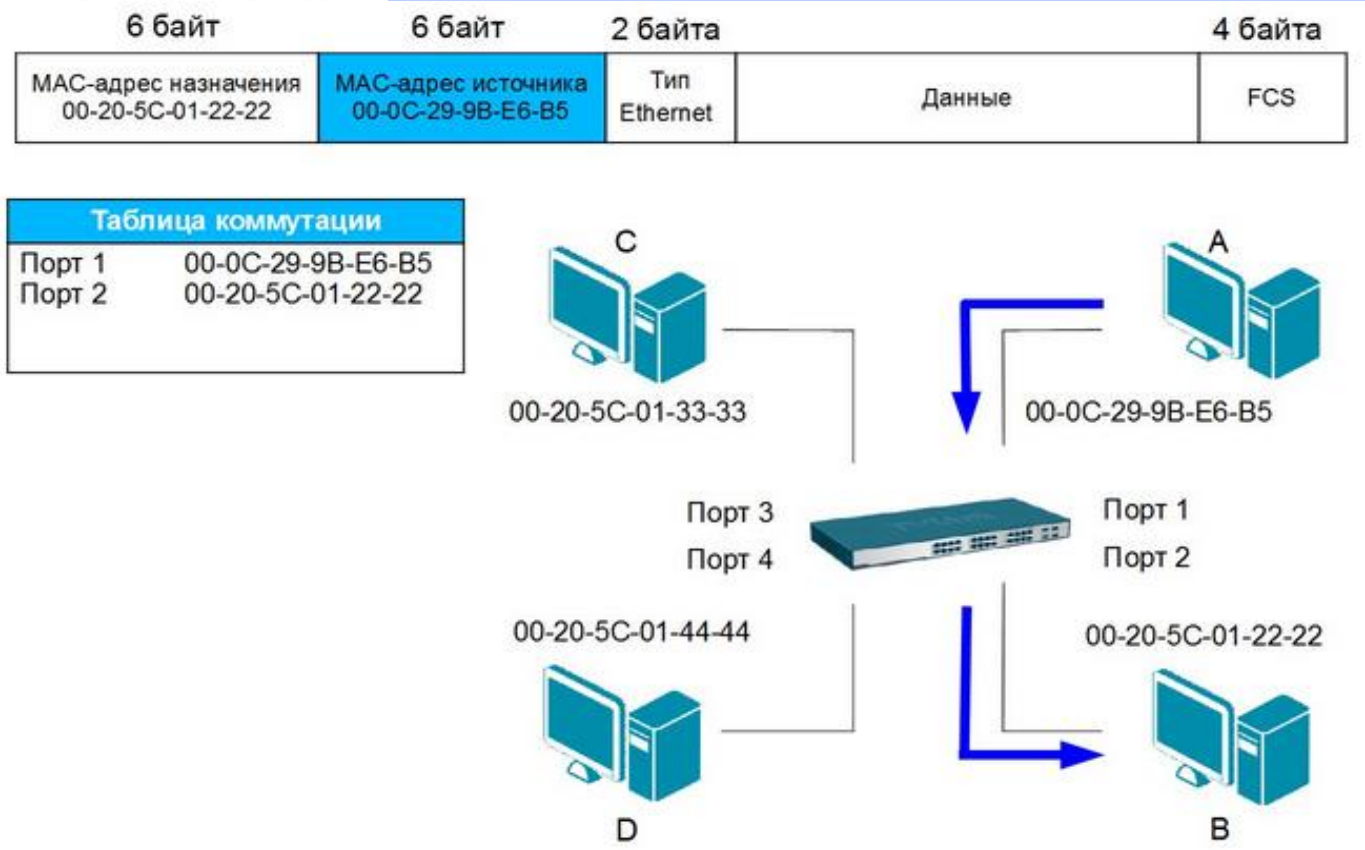


Таблица коммутации

Если в таблице коммутации отсутствует запись соответствия MAC-адреса устройства и порта коммутатора или MAC-адрес назначения является широковещательным (кадр предназначен всем узлам сети), то коммутатор передает кадры через все порты, т.е. работает как концентратор.

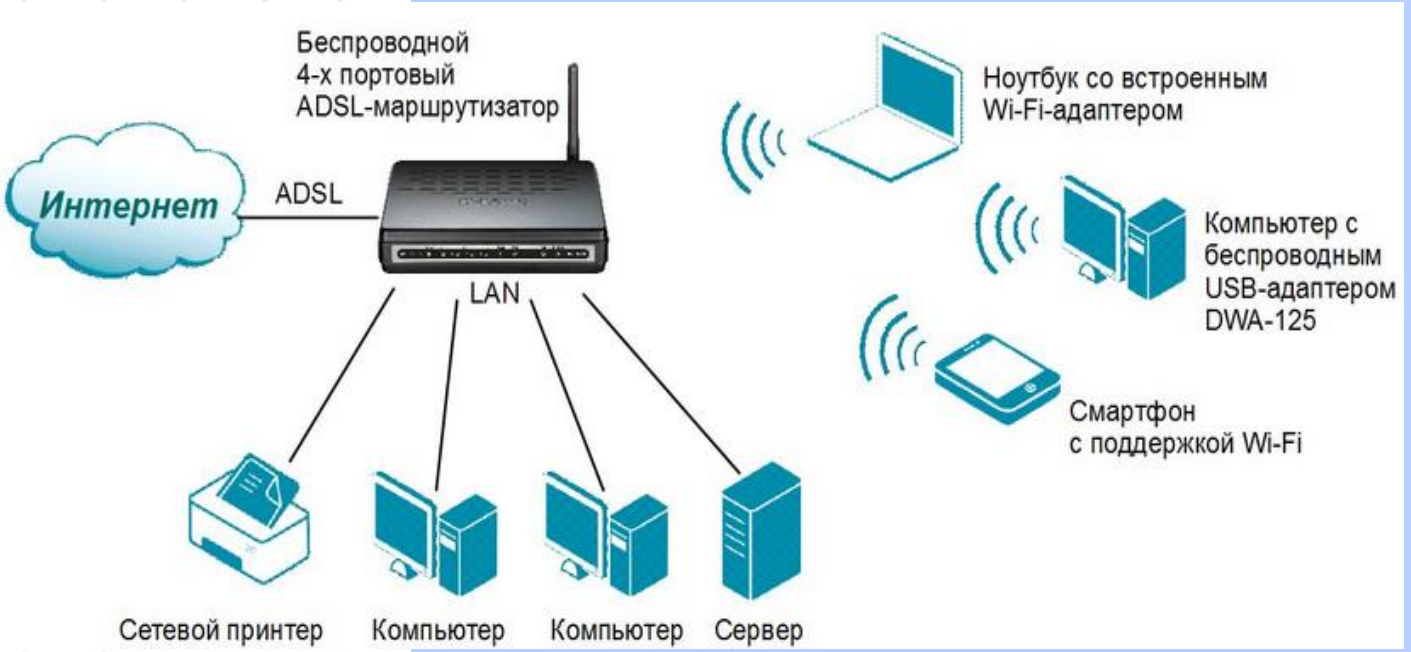


Маршрутизатор

Маршрутизатор (router) – это устройство сетевого (третьего) уровня модели OSI, основной задачей которого является анализ логических (сетевых) адресов (чаще всего IP-адресов) и определение наилучшего маршрута передачи пакета от источника к получателю.

Маршрутизатор выполняет функции физического, канального и сетевого уровней модели OSI. На первых двух уровнях он взаимодействует с локальными сетями или различными сегментами одной сети, на третьем – принимает решение о дальнейшем маршруте пакетов.

Маршрутизатор может соединять между собой как минимум две сети.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

IEEE 802.11 или Wi-Fi

Термин «Wi-Fi» не является техническим, но активно применяется современными пользователями. Под аббревиатурой Wi-Fi, в настоящее время понимается целое семейство стандартов передачи цифровых потоков данных по радиоканалам IEEE 802.11.

Беспроводные локальные сети имеют ряд преимуществ перед проводными локальными сетями:

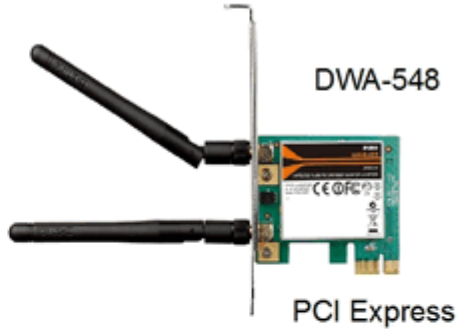
- быстрое развертывание, что очень удобно при проведении презентаций или в условиях работы вне офиса;
- неограниченное перемещение пользователей мобильных устройств, подключенных к локальной беспроводной сети, в пределах зоны действия без разрыва соединения благодаря функции роуминга между точками доступа;
- многостороннее использование современных сетей за счет высоких скоростей передачи информации для решения очень широкого спектра задач;
- простая организация беспроводной локальной сети в случае, когда прокладка кабеля невозможна.

Беспроводные адаптеры

Под беспроводными клиентскими устройствами понимаются устройства со встроенными или установленными беспроводными сетевыми адаптерами (Wireless Network Interface Card, Wireless NIC), которые обеспечивают клиентским устройствам интерфейс для подключения к беспроводной сети.

Беспроводной адаптер может быть:

- встроенным в материнскую плату ноутбука, планшета, смартфона, электронной книги и т.д.;
- внутренним, представляющим собой отдельную печатную плату, устанавливаемую в слот PCI, PCI Express, PCIe компьютера;
- внешним, подключающимся к компьютеру или ноутбуку через интерфейс USB или CardBus (PCMCIA).



DWA-192

DWA-182

USB

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Точки доступа

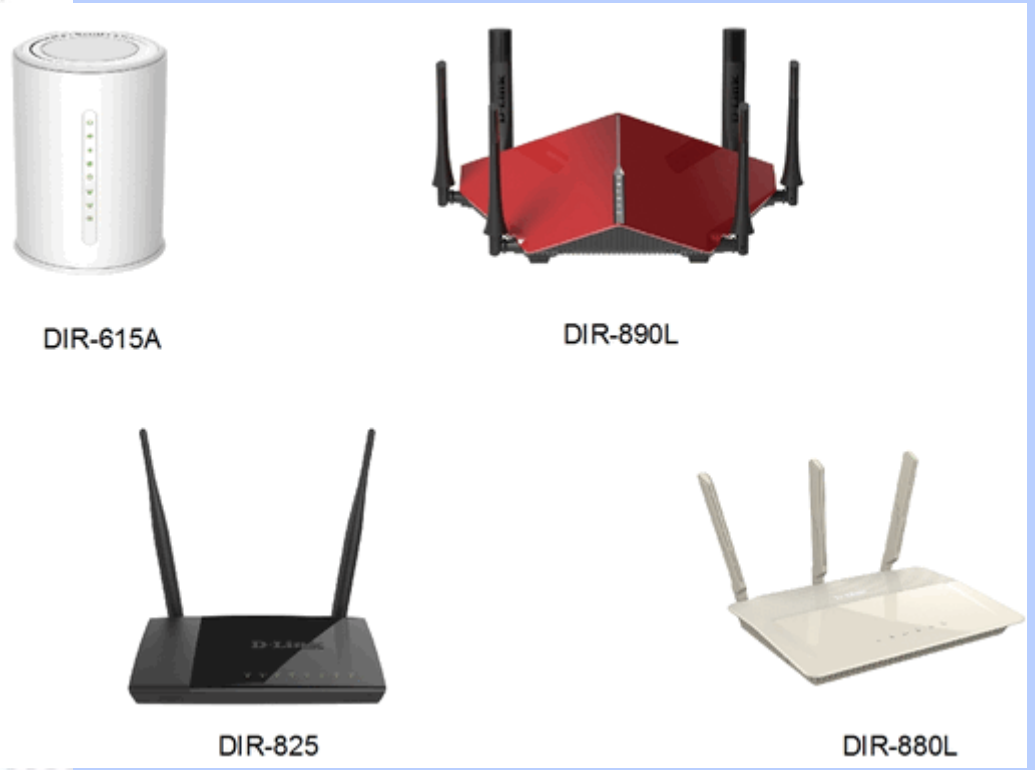
Точка доступа (Access Point) также как и беспроводной адаптер реализует функции MAC-подуровня и соответствующего физического уровня или уровней 802.11.

Точка доступа является основным компонентом инфраструктуры беспроводной сети, через который осуществляется обмен информацией между беспроводными клиентскими устройствами, а также подключение к общей распределительной системе (обычно сети Ethernet). Для подключения к проводному сегменту у точки доступа имеется сетевой интерфейс Ethernet с разъемом RJ-45 (uplink port). Через этот же интерфейс может осуществляться и ее настройка. Точки доступа могут работать как в одном 2,4 или 5 ГГц, так и в обоих диапазонах частот (dual-mode).

Беспроводные маршрутизаторы

Маршрутизаторы работают на сетевом уровне модели OSI, поэтому их основной задачей является анализ сетевых адресов (чаще всего IP-адресов) для определения наилучших маршрутов передачи пакетов от источников к получателям.

Маршрутизатор может соединять между собой как минимум две сети. Маршрутизаторы в зависимости от модели могут иметь от 1 до 8 интерфейсов LAN, которые используются для подключения локальных сетей, и 1 или 2 интерфейса WAN, предназначенных для соединения локальных сетей с внешней сетью, как правило, сетью интернет-провайдера



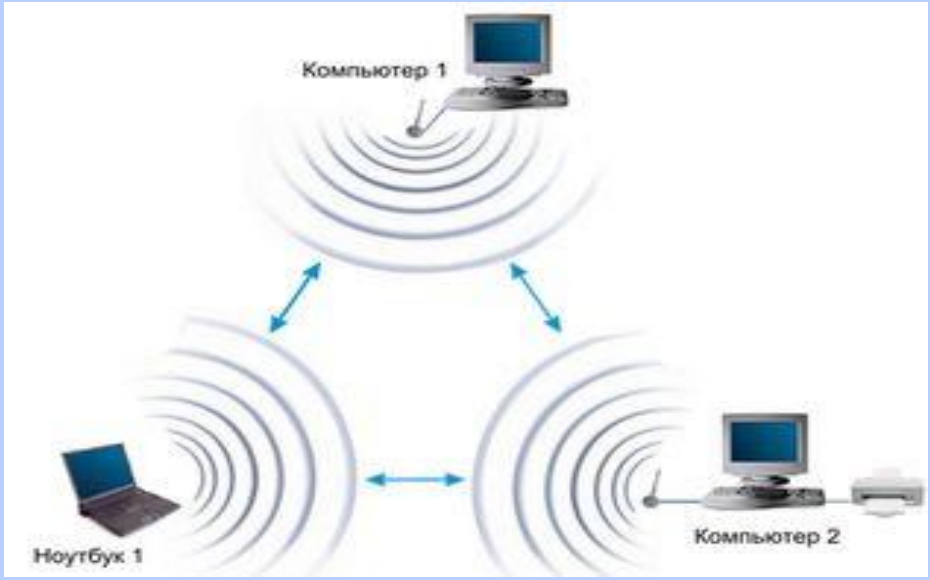
Отличия точки доступа и маршрутизатора

Между точками доступа и беспроводными маршрутизаторами существуют следующие отличия:

- Точка доступа соединяет клиентов только в пределах одной сети, в то время как беспроводной маршрутизатор обеспечивает подключение к разным сетям. При принятии решения о передаче пакета, маршрутизатор анализирует IP-адрес. Точка доступа не принимает во внимание IP-адрес клиента.
- Маршрутизатор выполняет функцию трансляции адресов (Network Address Translation, NAT), благодаря чему множество устройств сети могут совместно использовать один IP-адрес, выделенный провайдером услуг для подключения к Интернет. Также маршрутизатор может поддерживать функции межсетевого экрана и динамически присваивать клиентам IP-адреса и сведения о конфигурации с помощью протокола DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Другими словами, беспроводной маршрутизатор обладает более развитым функционалом по сравнению с точкой доступа.

Режим AD HOC

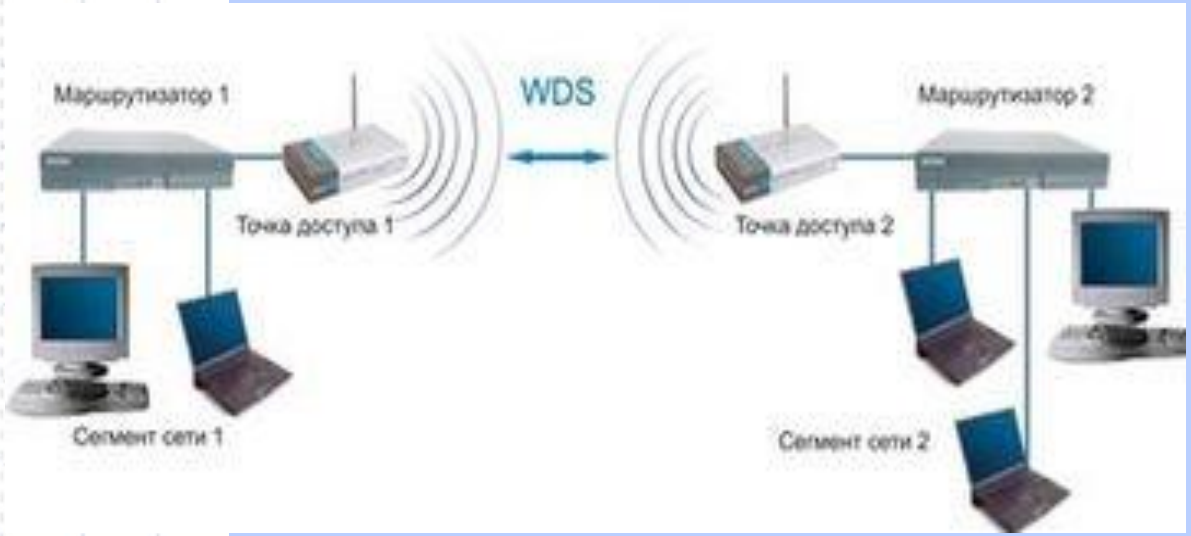
Режим AD HOC (режим одноранговой сети) - конфигурация беспроводной сети, при которой пользователи могут непосредственно устанавливать соединения между своими устройствами, обходясь без услуг базовой станции. В этом режиме могут работать беспроводные персональные и локальные сети. Основное достоинство данного режима – простота организации: он не требует дополнительного оборудования (точки доступа). Режим может применяться для создания временных сетей для передачи данных.



Режим WDS

Термин WDS (Wireless Distribution System) расшифровывается как «распределённая беспроводная система». В этом режиме точки доступа соединяются только между собой, образуя мостовое соединение. При этом каждая точка может соединяться с несколькими другими точками.

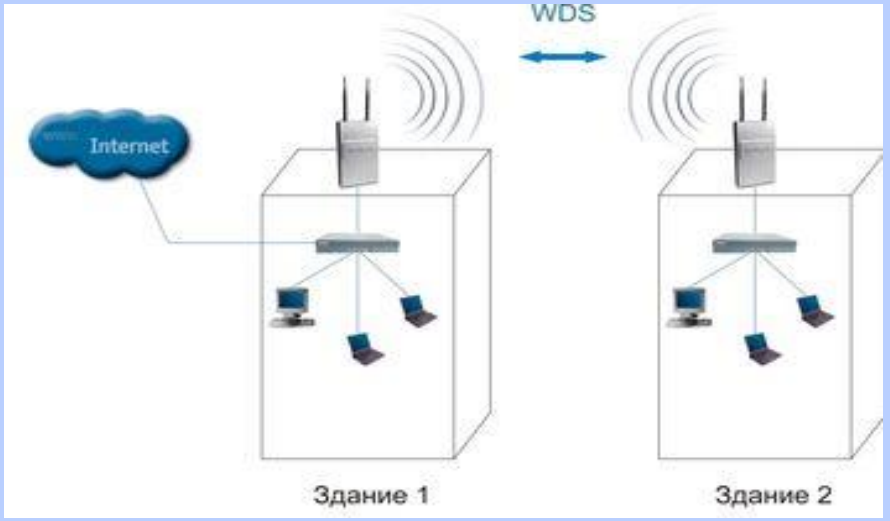
Режим беспроводного моста, аналогично проводным мостам, служит для объединения подсетей в общую сеть. С помощью беспроводных мостов можно объединять проводные LAN, находящиеся как на небольшом расстоянии в соседних зданиях, так и на расстояниях до нескольких километров. Это позволяет объединить в сеть филиалы и центральный офис, а также подключать клиентов к сети провайдера Интернет.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Wireless Distribution System

Беспроводный мост может использоваться там, где прокладка кабеля между зданиями нежелательна или невозможна. Данное решение позволяет достичь значительной экономии средств и обеспечивает простоту настройки и гибкость конфигурации при перемещении офисов.



Режим AP (инфраструктурный режим)

В этом режиме точки доступа обеспечивают связь клиентских компьютеров. Точку доступа можно рассматривать как беспроводный коммутатор. Клиентские станции не связываются непосредственно одна с другой, а связываются с точкой доступа, и она уже направляет пакеты адресатам.

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Режим WDS with AP

Термин WDS with AP (WDS with Access Point) обозначает «распределённая беспроводная система, включая точку доступа», т.е. с помощью этого режима можно организовать не только мостовую связь между точками доступа, но и одновременно подключить клиентские компьютеры. Это позволяет достичь существенной экономии оборудования и упростить топологию сети. Данная технология поддерживается большинством современных точек доступа.

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

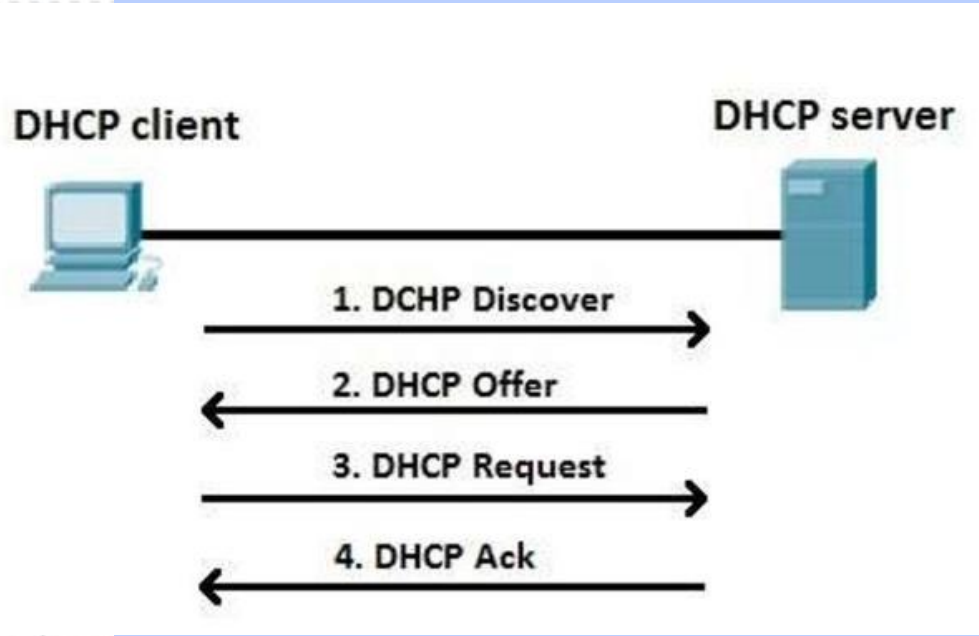
Служба DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol –Протокол динамического конфигурирования хостов) служит для автоматического назначения настроек конфигурации, пользователи и администраторы TCP/IP могут избежать ручного конфигурирования IP-адресов, маски подсети, адресов сервера DNS, адресов сервера WINS и других задач адресации.

Режимы назначения адресов:

- Ручное выделение.
- Автоматическое выделение.
- Динамическое выделение.

Этапы получения адреса



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

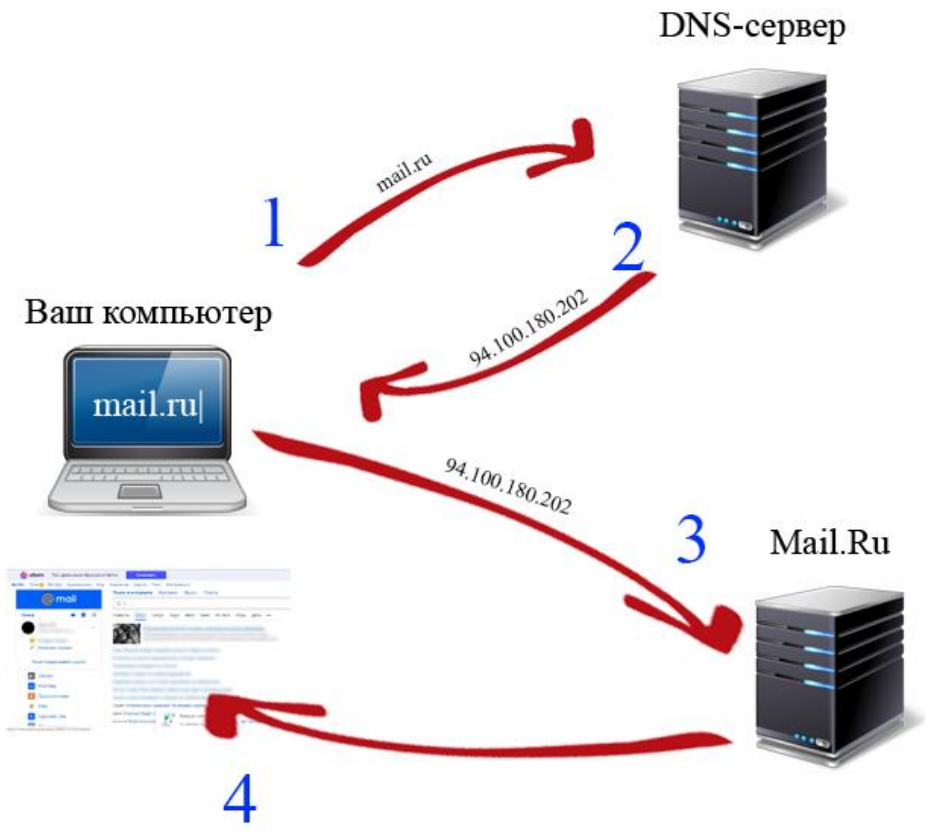
Конфигурация, которую назначает сервер

- IP-адрес (IP address).
- Маска подсети (*Subnet mask*
- Маршрутизатор (Router).
- Серверы DNS (DNS servers
- Имя домена (Domain name) и тд.

Domain Name System

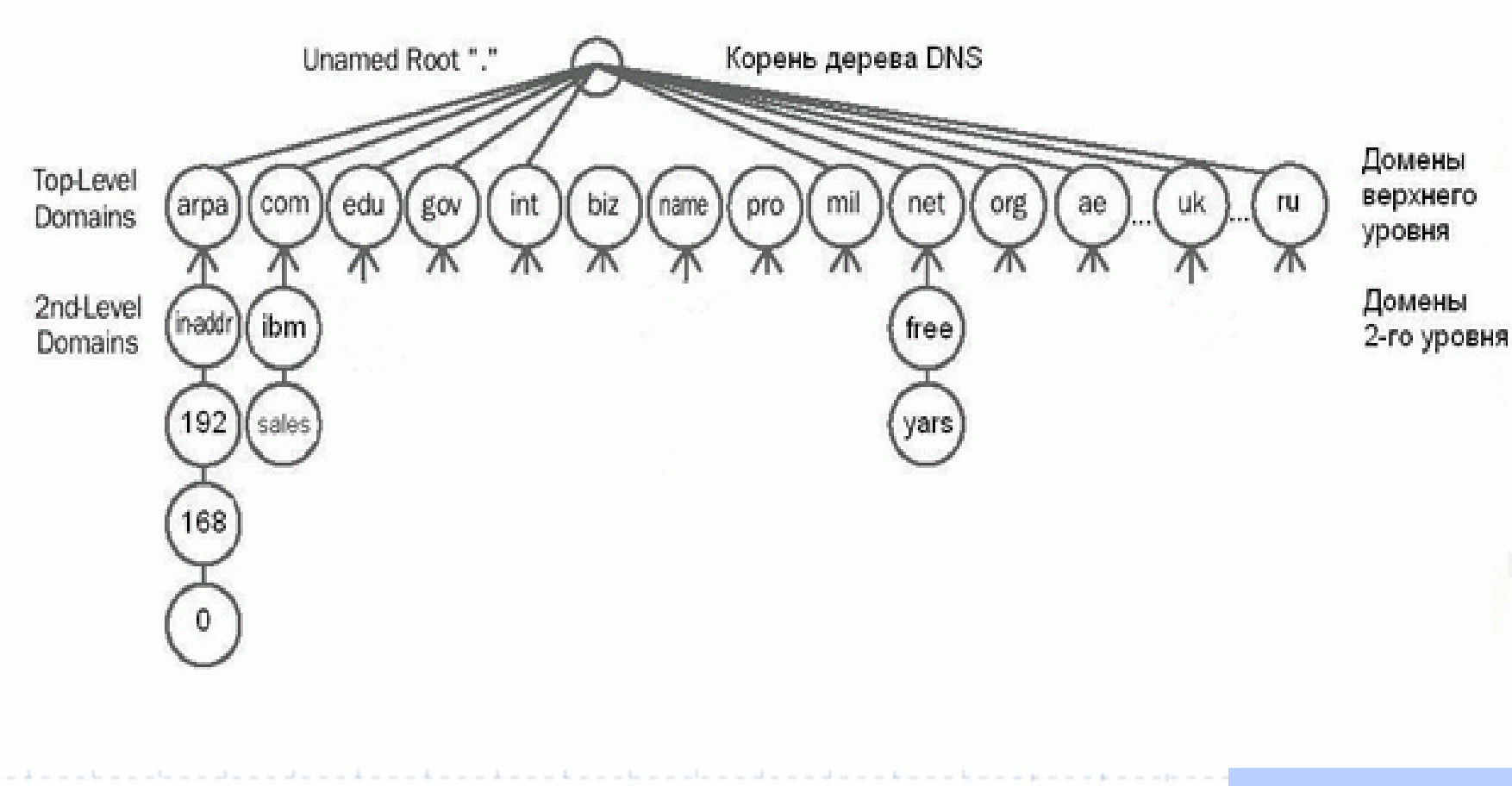
DNS - это централизованная служба, основанная на распределенной базе отображений «доменное имя - IP-адрес». Служба DNS использует в своей работе протокол типа «клиент- сервер». В нем определены DNS-серверы и DNS-клиенты. DNS-серверы поддерживают распределенную базу отображений, а DNS-клиенты обращаются к серверам с запросами о разрешении доменного имени в IP-адрес.

Процесс запроса



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Иерархия

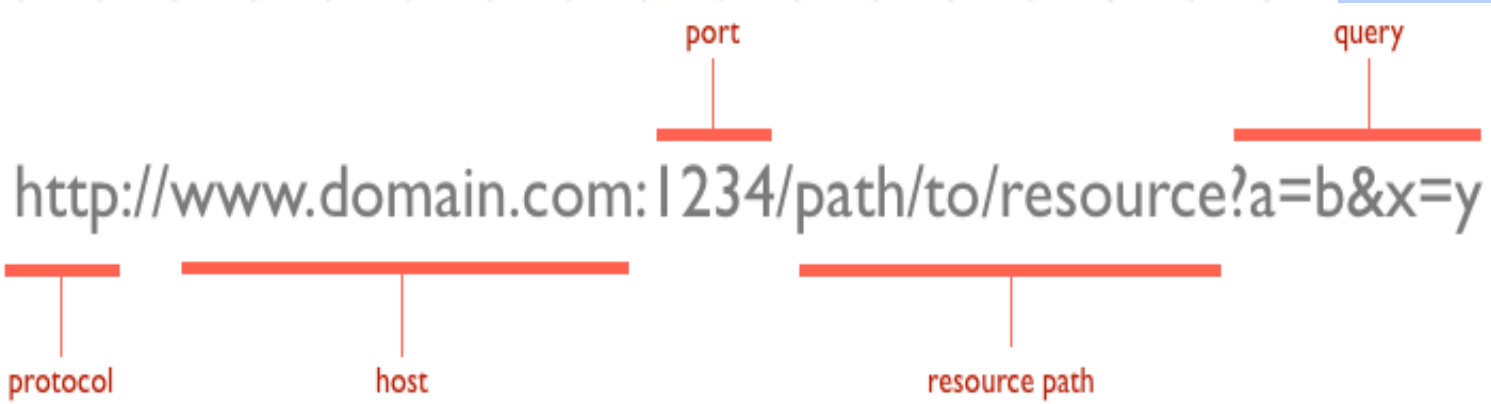


HTTP, HTTPS

- Протокол прикладного уровня передачи данных (изначально — в виде гипертекстовых документов в формате «HTML», в настоящий момент используется для передачи произвольных данных).
- HTTPS (аббр. от англ. Hyper Text Transfer Protocol Secure) — расширение протокола HTTP для поддержки шифрования в целях повышения безопасности. Данные в протоколе HTTPS передаются поверх криптографических протоколов SSL/TSL.

Методы

- GET: получить доступ к существующему ресурсу. В URL перечислена вся необходимая информация, чтобы сервер смог найти и вернуть в качестве ответа искомый ресурс.
- POST: используется для создания нового ресурса. POST запрос обычно содержит в себе всю нужную информацию для создания нового ресурса.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ответы сервера

- 2xx: Сообщения об успехе
- 4xx: Клиентские ошибки
- 5xx Ошибки сервера

Методы совместного использования среды передачи канала связи

Для того чтобы по одному кабелю или беспроводному каналу связи могло одновременно передаваться множество сигналов от разных пользователей используют методы мультиплексирования (уплотнения каналов).

Мультиплексирование (multiplexing) - это технология передачи данных нескольких каналов с меньшей пропускной способностью по одному каналу с большей пропускной способностью.

Задача мультиплексирования - выделить каждому каналу связи время, частоту и/или код с минимумом взаимных помех и максимальным использованием характеристик общей среды передачи.

В результате мультиплексирования в одном физическом канале создается группа логических каналов. При этом пропускная способность физического канала делится между всеми логическими каналами и должна быть достаточной, чтобы обеспечивать необходимые скорости передачи данных по логическим каналам.

Мультиплексирование

Мультиплексирование осуществляется с помощью программы или устройства, называемого мультиплексором (multiplexer, MUX). Мультиплексор соединяет группу низкоскоростных входных каналов с одним высокоскоростным физическим каналом.

Процесс обратный мультиплексированию называется демультиплексированием, а устройство или программа, которое выполняет этот процесс – демультиплексором (demultiplexer, DEMUX).

Демультиплексор распределяет данные, полученные из общего физического канала по группе выходных каналов.

В компьютерных сетях используются следующие основные виды мультиплексирования:

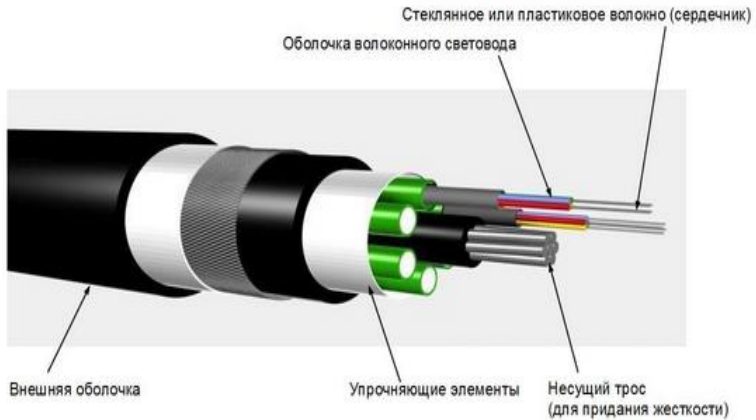
- временное мультиплексирование (TDM);
- частотное мультиплексирование (FDM);
- волновое мультиплексирование (WDM);
- мультиплексирование с кодовым разделением (CDM).

Волоконно-оптический (оптоволоконный) кабель

Волоконно-оптический кабель – это среда передачи, состоящая из оптических волокон, заключенных в защитную внешнюю оболочку.

Оптическое волокно состоит из светопроводящего сердечника (световодной жилы) и окружающей его оболочки с разными коэффициентами преломления.

Сердечник, по которому происходит распространение светового сигнала, изготавливается из оптически более плотного материала. Волокна различаются диаметром сердечника и оболочки, а также профилем показателя преломления сердечника.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Многомодовые волокна

Оптические волокна делятся на две основные группы: многомодовые (Multi-Mode optical Fiber, MMF) и одномодовые (Single-Mode optical Fiber, SMF).

В стандартах определены два наиболее употребительных многомодовых волокна: 62,5/125 мкм и 50/125 мкм, где 62,5 мкм или 50 мкм – это диаметр сердечника, а 125 мкм – диаметр оболочки.

Так как диаметры световодной жилы (50 и 62,5 мкм) на порядок выше длины световой волны, то по сердечнику одновременно распространяется множество электромагнитных волн различной модификации, которые называются модами.

Происходит рассеивание мод во времени — дисперсия, в результате которой передаваемые световые импульсы постепенно расширяются. Это нежелательное явление ограничивает полосу пропускания света, которая обратно пропорциональна межмодовой дисперсии. В оптических волокнах полоса пропускания измеряется в мегагерцах на километр (МГц*км).

Максимальная длина многомодового волокна 2 км, поэтому применяется оно, как правило, в локальных сетях небольшой протяженности.

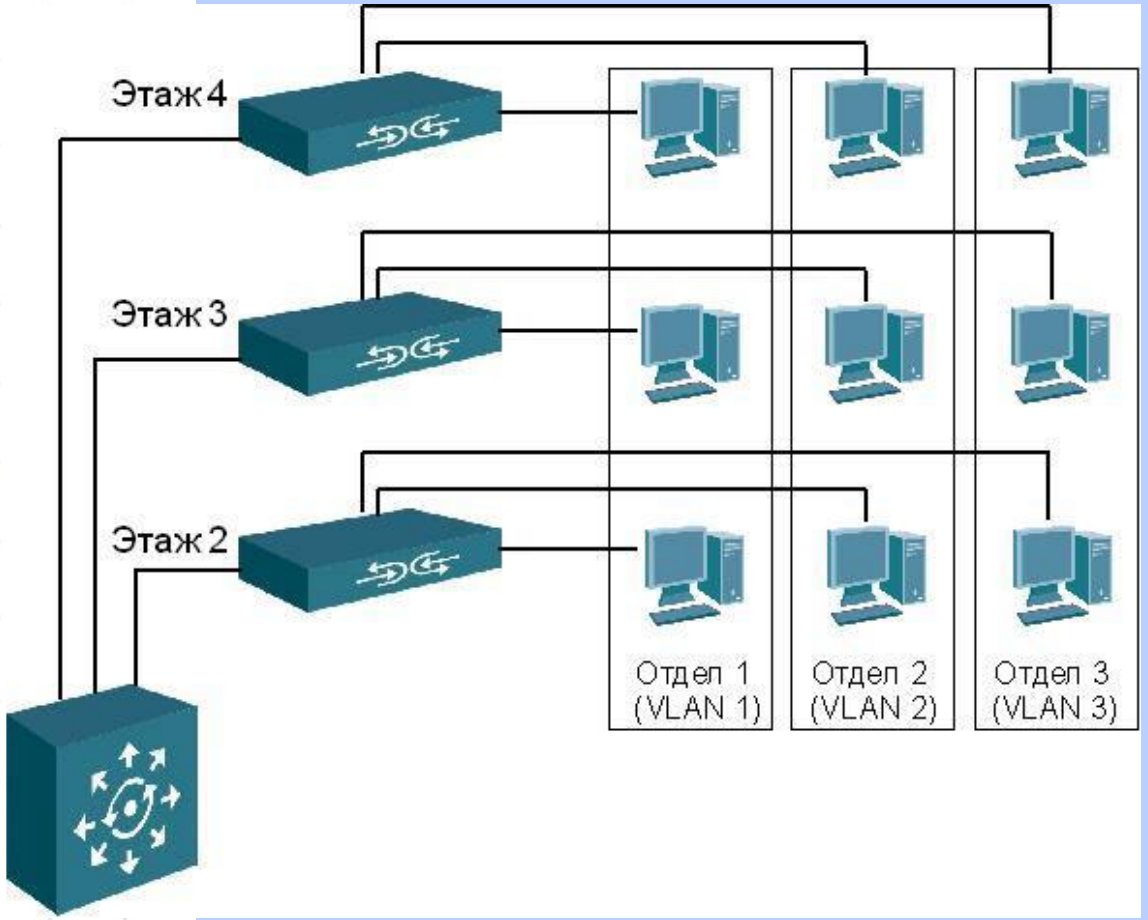
Одномодовое оптоволокно

Одномодовое волокно представляет собой волокно со ступенчатым профилем показателя преломления. По сравнению с многомодовым, одномодовое волокно имеет очень маленький диаметр сердечника (5-10 мкм, диаметр оболочки одномодового волокна 125 мкм), который сравним с длиной световой волны. В таком волокне распространяется только одна мода. Это устраняет межмодовую дисперсию и увеличивает пропускную способность одномодового волокна.

Пропускная способность одномодового волокна превышает 10 Гбит/с.

Понятие VLAN

Виртуальной локальной сетью называется логическая группа узлов сети, трафик которой, в том числе и широковещательный, на канальном уровне полностью изолирован от других узлов сети. Это означает, что передача кадров между разными виртуальными сетями на основании MAC-адреса невозможна независимо от типа адреса — уникального, группового или широковещательного.



IEEE 802.1Q (VLAN)

Виртуальные локальные сети, построенные на основе стандарта IEEE 802.1Q, используют дополнительные поля кадра для хранения информации о принадлежности к VLAN при его перемещении по сети. Размер поля, выделенного под принадлежность к VLAN, составляет 12 бит, поэтому количество значений составляет 4096 (2^{12}), однако, не все они доступны (см. следующий слайд).

Обычный (немаркированный) кадр

Адрес назначения (DA)	Адрес источника (SA)	Данные (Data)	Контрольная последовательность кадра (CRC)

Маркированный кадр 802.1p/802.1Q

Адрес назначения (DA)	Адрес источника (SA)	**Тег (Tag)**	Данные (Data)	Контрольная последовательность кадра (CRC)

Идентификатор протокола тега (TPID) 0x8100	Приоритет (Priority)	Индикатор канонического формата (CFI)	**Идентификатор VLAN (VID)**
16 бит	3 бита	1 бит	12 бит

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

VLAN ID

Диапазон возможных значений VID от 0 до 4095.

Значения **0**, **1** и **4095** поля VLAN ID зарезервированы:

- Значение 0 используется для указания того, что тег содержит только информацию о приоритете; информация о номере VLAN отсутствует в данном фрейме.
- Значение 1 используется как значение по умолчанию для обозначения VLAN, которому принадлежит порт (default VLAN, native VLAN, PVID = 1).
- Значение 4095 зарезервировано для произвольных целей при внедрении.

STP и RSTP

Протокол связующего дерева **Spanning Tree Protocol (STP)** является протоколом 2 уровня модели OSI, который позволяет строить древовидные, свободные от петель, конфигурации связей между коммутаторами локальной сети. Помимо этого, алгоритм обеспечивает возможность автоматического резервирования альтернативных каналов связи между коммутаторами на случай выхода активных каналов из строя.

В настоящее время существуют следующие версии протоколов связующего дерева:

- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP);
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP);
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP).

Построение связующего дерева

Процесс вычисления связующего дерева начинается с выбора корневого моста (Root Bridge), от которого будет строиться дерево. В качестве корня дерева выбирается коммутатор с наименьшим значением идентификатора моста. Идентификатор моста — это 8-байтное поле, которое состоит из 2-х частей: приоритета моста (2 байта), назначаемого администратором сети, и MAC-адреса блока управления коммутатора (6 байт). При сравнении идентификаторов двух коммутаторов сначала сравниваются значения приоритетов. Корневым мостом становится коммутатор с наименьшим значением приоритета. Если они одинаковы (по умолчанию приоритет равен 32768), то корневой мост определяется по наименьшему MAC-адресу.

Второй этап работы STP — выбор корневых портов (Root Port).

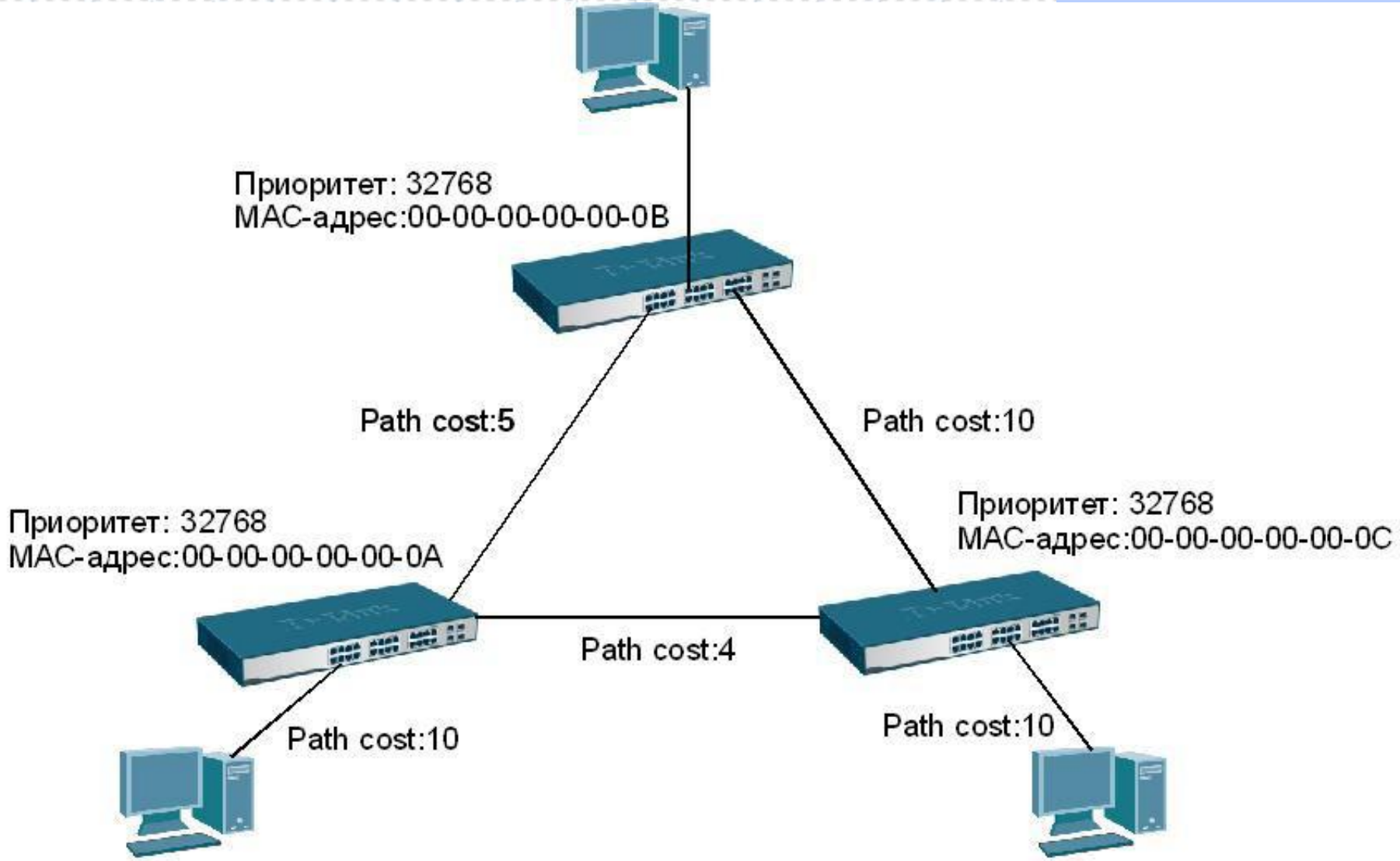
Когда процесс выбора корневого моста завершен, оставшиеся коммутаторы сети определяют стоимость каждого возможного пути от себя до корня дерева. Стоимость пути рассчитывается как суммарное условное время на передачу данных от порта данного коммутатора до порта корневого моста. Условное время сегмента рассчитывается как время передачи одного бита информации через канал с определенной полосой пропускания. Стоимости пути по умолчанию для каждого канала определены в стандарте IEEE 802.1D-1998.

Сравнив стоимости всех возможных маршрутов до корня, каждый коммутатор выбирает среди них один с наименьшим значением стоимости. Порт, соединяющий коммутатор с этим маршрутом, становится корневым портом. В случае если минимальные стоимости пути нескольких маршрутов окажутся одинаковыми, корневым портом станет порт, имеющий наименьшее значение идентификатора порта.

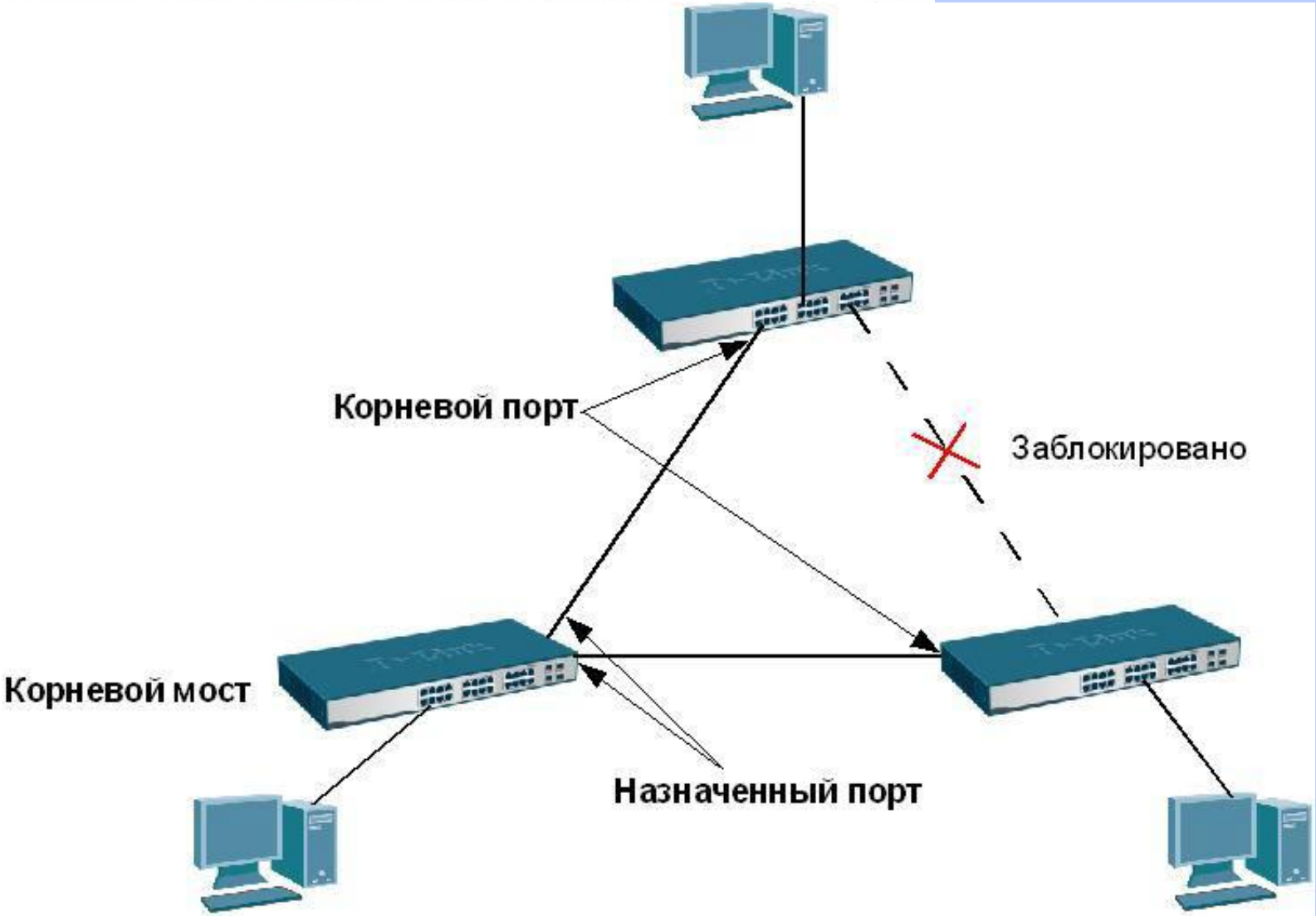
Третий шаг работы STP — определение назначенных портов (Designated Port).

Каждый сегмент в коммутируемой сети имеет один назначенный порт. Этот порт функционирует как единственный порт моста, т.е. принимает кадры от сегмента и передает их в направлении корневого моста через корневой порт данного коммутатора. Коммутатор, содержащий назначенный порт для данного сегмента, называется назначенным мостом (Designated Bridge) этого сегмента. Назначенный порт сегмента определяется путем сравнения значений стоимости пути всех маршрутов от данного сегмента до корневого моста. Им становится порт, имеющий наименьшее значение стоимости, среди всех портов, подключенных к данному сегменту. Если минимальные значения стоимости пути окажутся одинаковыми у двух или нескольких портов, то для выбора назначенного порта сегмента STP принимает решение на основе последовательного сравнения идентификаторов мостов и идентификаторов портов.

У корневого моста все порты являются назначенными, а их расстояние до корня полагается равным нулю. Корневого порта у корневого моста нет.

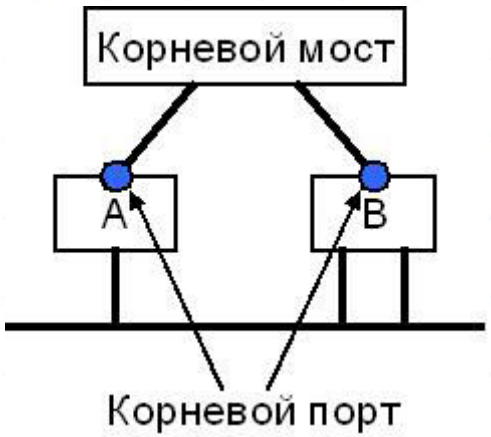


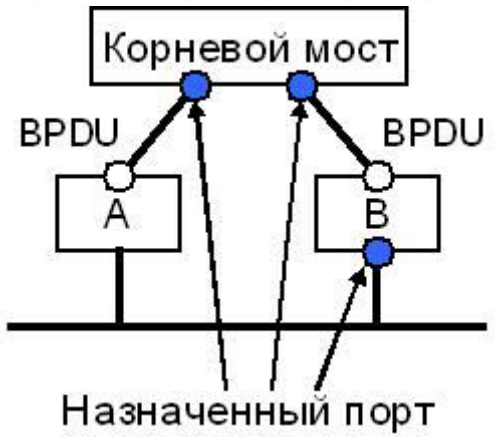
Перед применением протокола STP



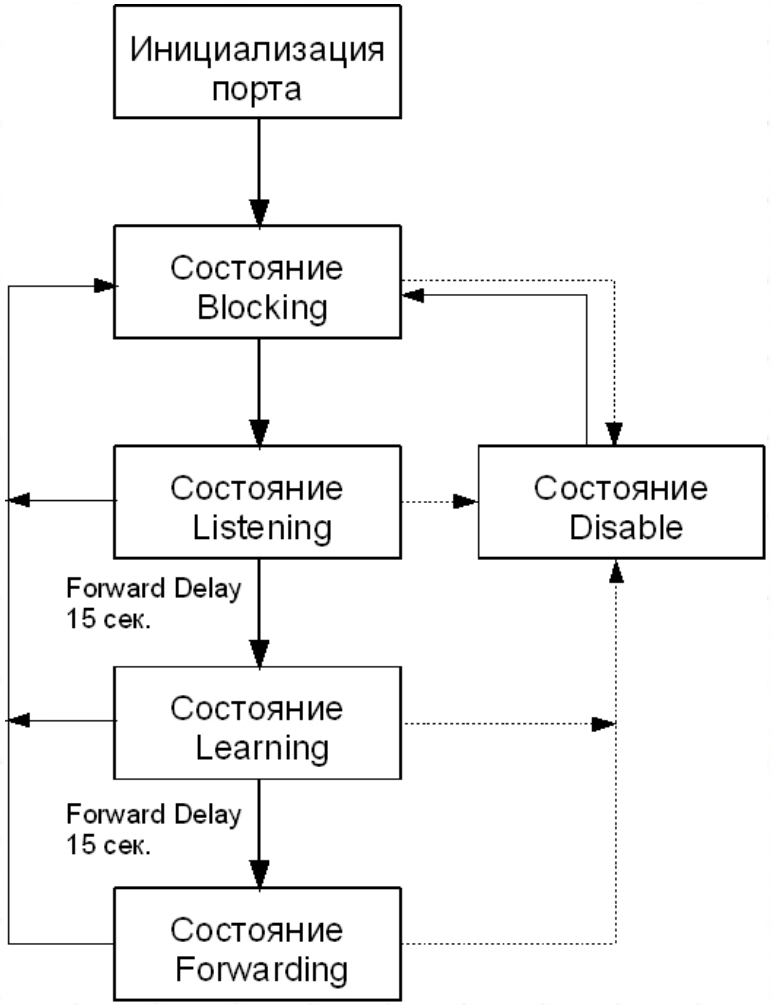
После применения протокола STP

Роли портов



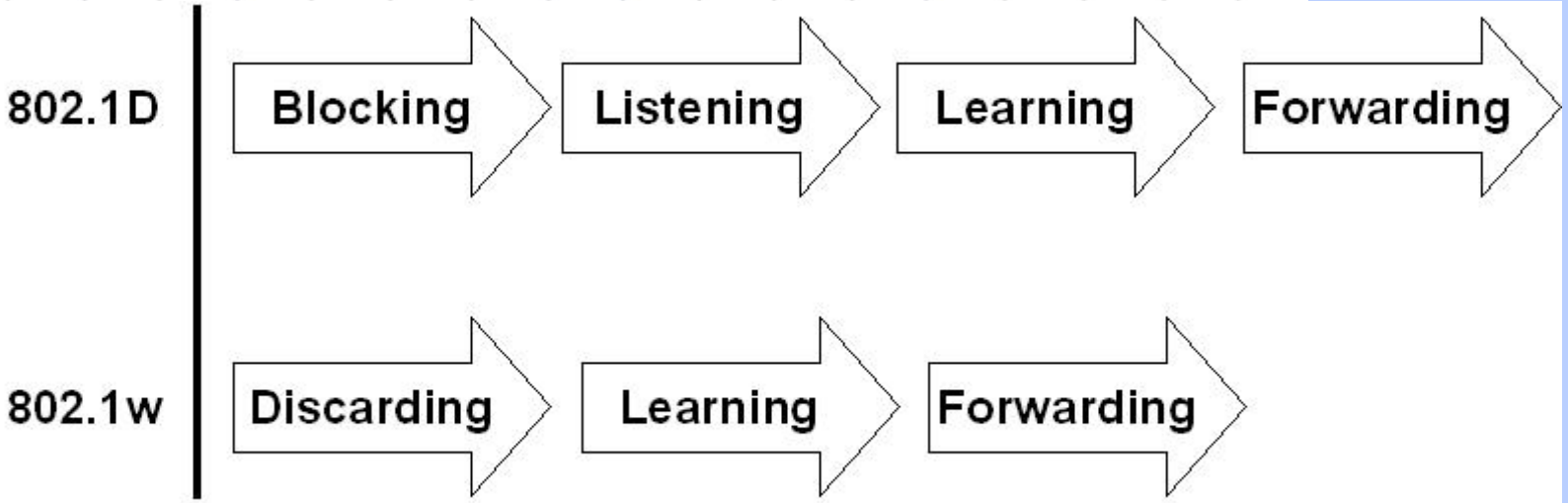


Состояния портов



Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)

Протокол Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) является развитием протокола STP и в настоящее время определен в стандарте IEEE 802.1D-2004 (ранее был определен в стандарте IEEE 802.1w-2001). Он был разработан для преодоления отдельных ограничений протокола STP, связанных с его производительностью. Протокол RSTP значительно ускоряет время сходимости коммутируемой сети за счет мгновенного перехода корневых и назначенных портов в состояние продвижения.



ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Роли портов

- корневой порт (Root Port);
- назначенный порт (Designated Port);
- альтернативный порт (Alternate Port);
- резервный порт (Backup Port).

Пример вопроса

В чем отличие протоколов STP и RSTP, выберите верные утверждения

1. Протокол RSTP является развитием протокола STP
2. Протокол STP является развитием протокола RSTP
3. Время сходимости (конвергенция) у протокола RSTP меньше, он сходится быстрее
4. Время сходимости (конвергенция) у протокола STP меньше, он сходится быстрее

РЕШЕНИЕ

Ответ: 1, 3

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Пример вопроса

Что назначает клиенту DHCP-сервер?

1. IP
2. MAC
3. Маска
4. IP-адрес шлюза

РЕШЕНИЕ

Ответ: 2, 3

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Пример вопроса

Какие кабели относятся к электрической среде передачи?

1. Оптоволокно
2. Витая пара
3. Коаксиальный кабель

РЕШЕНИЕ

Ответ: 2, 3

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Пример вопроса

Единица измерения радиоволн, показывающая частоту их колебаний

1. Гц
2. Ом
3. Ампер
4. Вольт

РЕШЕНИЕ

Ответ: 1

ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Пример вопроса

Какие из перечисленных протоколов не относятся к уровню приложений (application layer) модели TCP/IP?

1. FTP
2. POP3
3. ICMP
4. UDP
5. TCP
6. TELNET

РЕШЕНИЕ

Ответ: 3, 4, 5