Компьютерные сети

ЛЕКЦИЯ 3

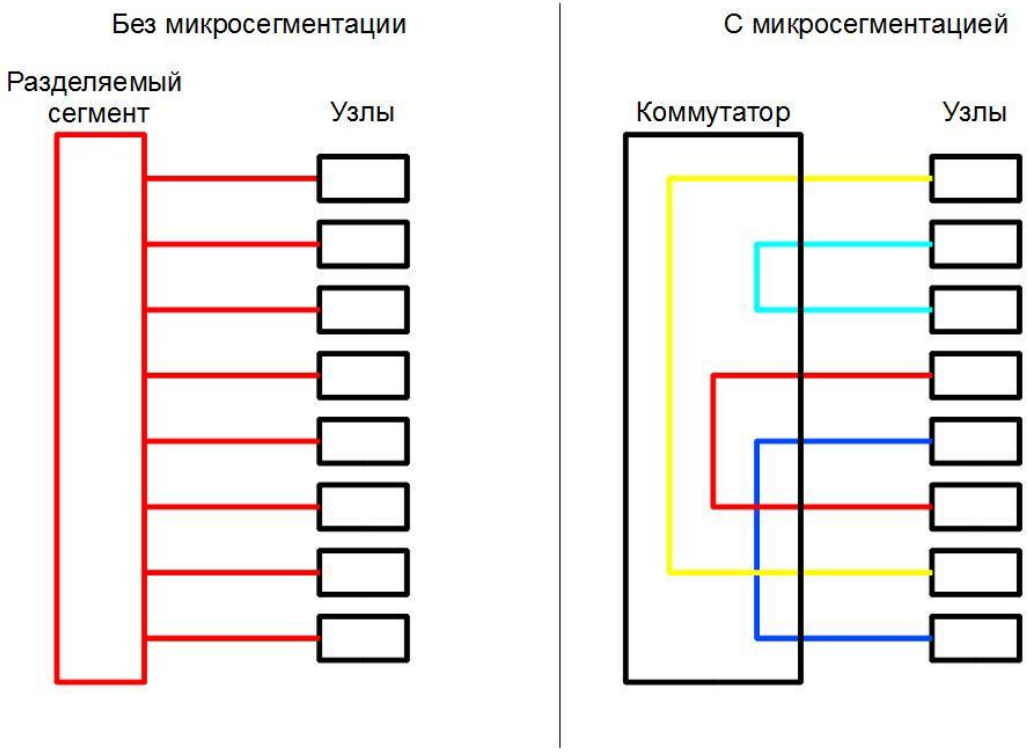
Содержание:

- Технологии и устройства канального уровня
- Технологии беспроводных сетей
- Сетевой уровень модели OSI

Технологии и устройства канального уровня

- Функционирование коммутаторов локальной сети
- Конструктивное исполнение коммутаторов
- Технологии коммутации и модель OSI
- Протоколы Spanning Tree
- Виртуальные локальные сети (VLAN)
- Технология PoE

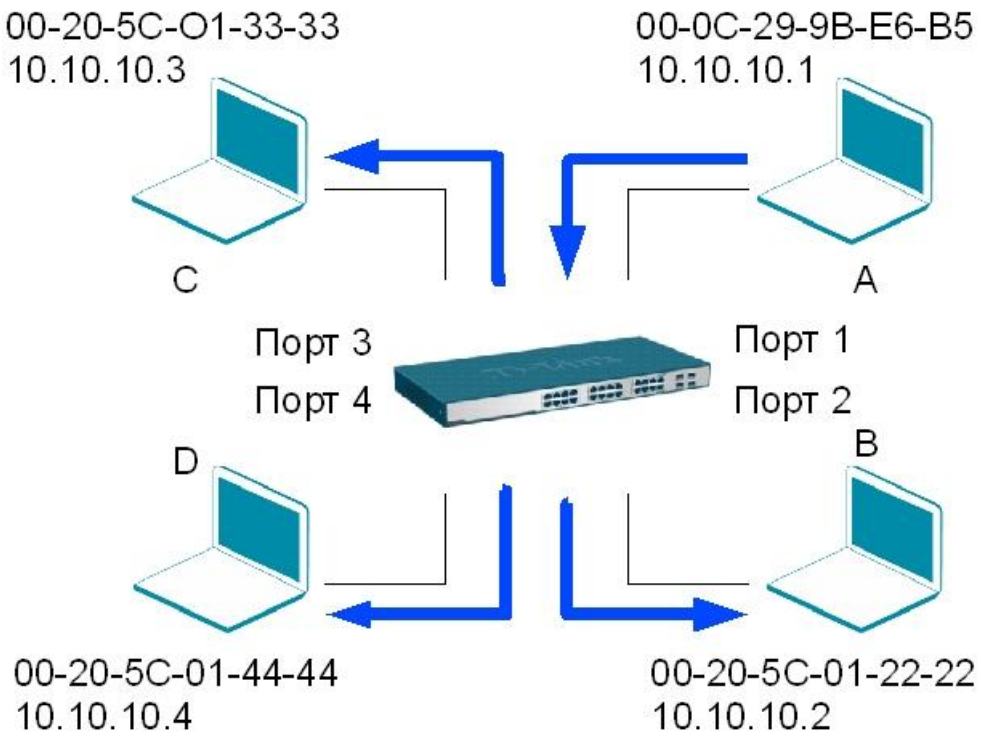
Функционирование коммутаторов локальной сети



Функционирование коммутаторов локальной сети

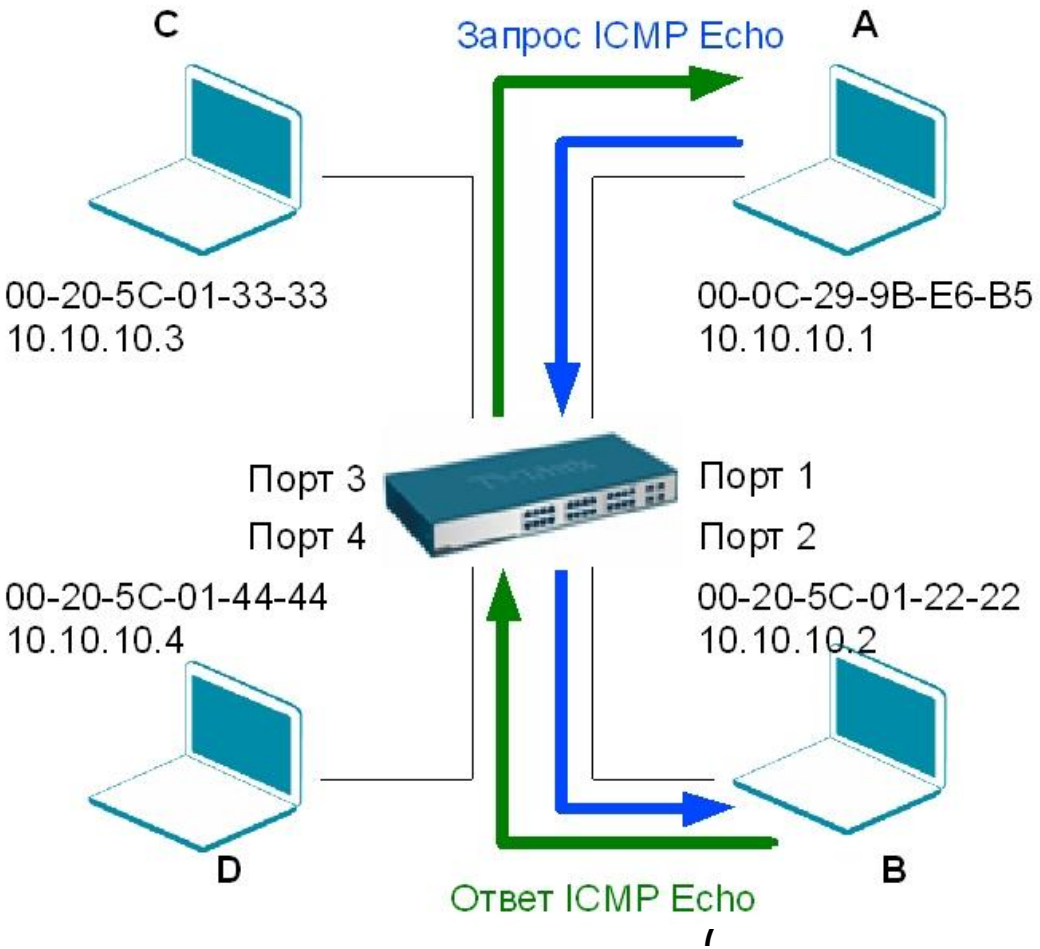
6 байт	6 байт	2 байта		4 байта
Адрес назначения FF-FF-FF-FF-FF-FF	Адрес источника 00-0C-29-9B-E6-B5	Тип Ethernet	ARP	FCS

Таблица коммутации
Порт 1 00-0C-29-9B-E6-B5



Функционирование коммутаторов локальной сети

Таблица коммутации	
Порт 1	00-0C-29-9B-E6-B5
Порт 2	00-20-5C-01-22-22



Классификация коммутаторов по возможности управления

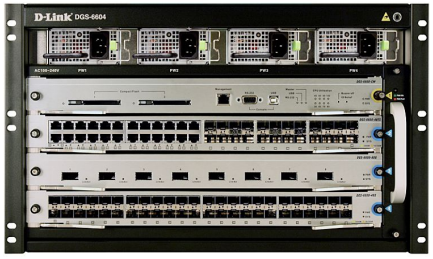
- Неуправляемые коммутаторы
- Управляемые коммутаторы
- Настраиваемые коммутаторы

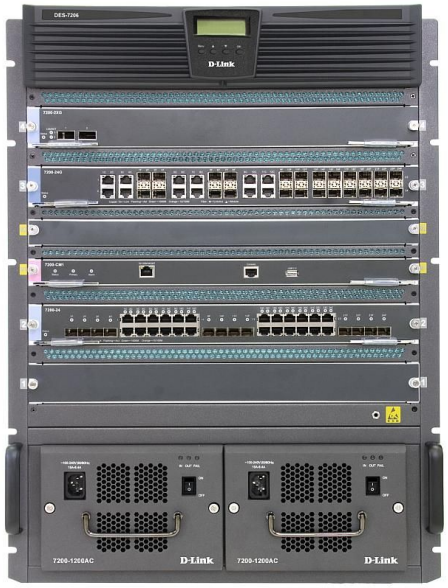
Технологии коммутации и модель OSI

- **Коммутаторы уровня 2** (Layer 2 (L2) switch)
- **Коммутатор уровня 3** (Layer 3 (L3) switch)

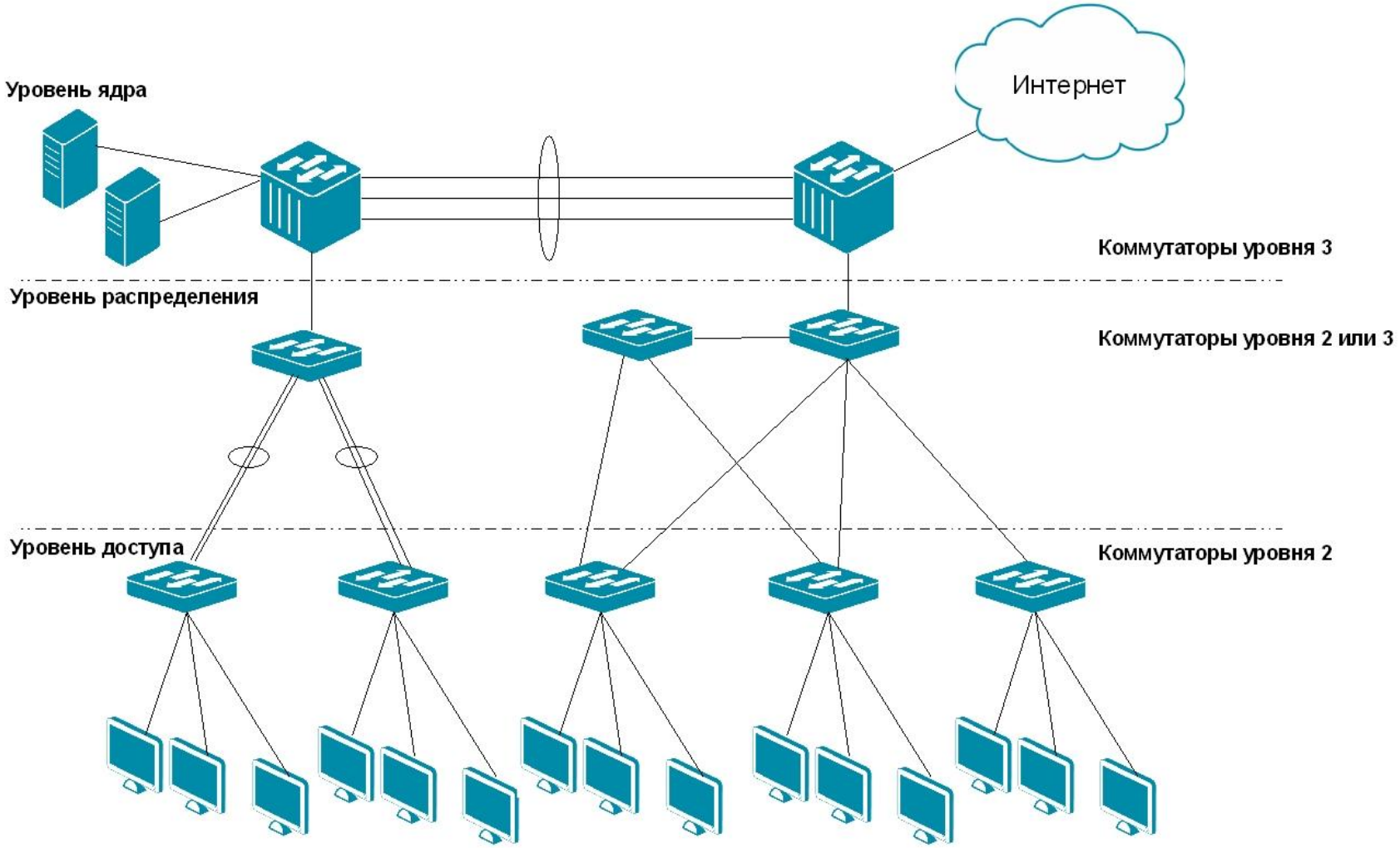
Конструктивное исполнение коммутаторов

- **настольные коммутаторы** (Desktop switch);
- **автономные коммутаторы** (Rack mounted switch);
- **коммутаторы на основе шасси** (Chassis switch).
- **стековые**

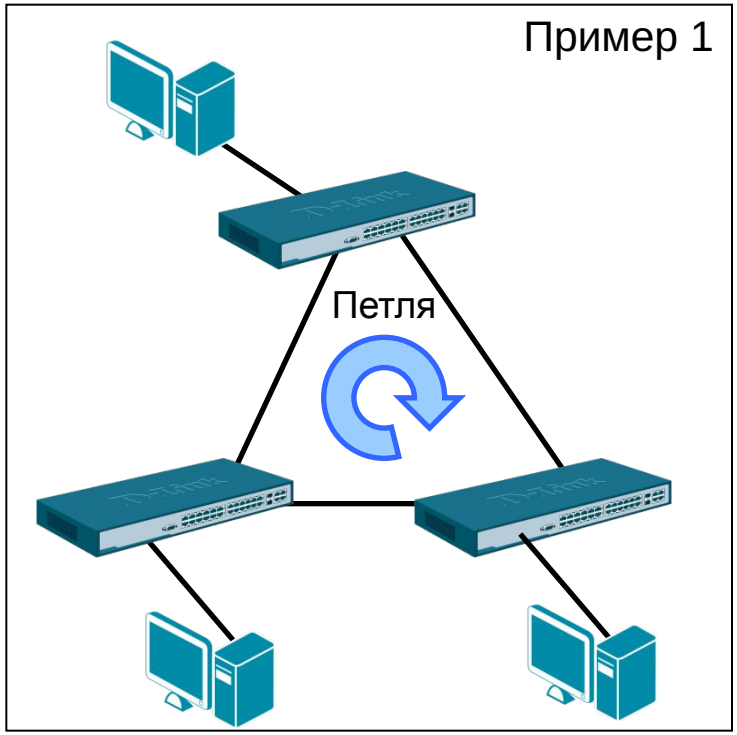


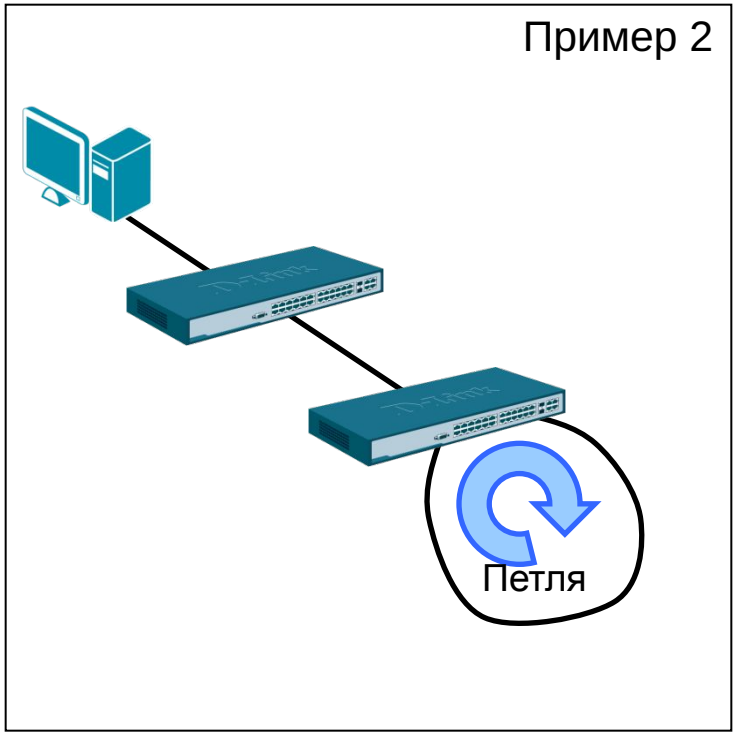


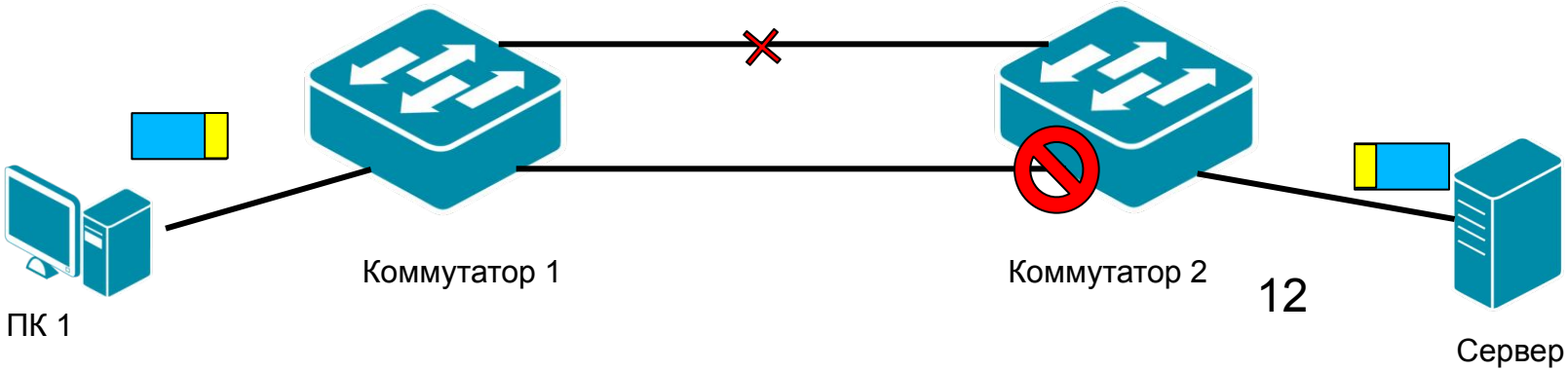
Трехуровневая иерархическая модель сети



Протоколы Spanning Tree







Протокол IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP)

Выбор корневого моста (Root Bridge)

⇩

Выбор корневых портов (Root Port)

⇩

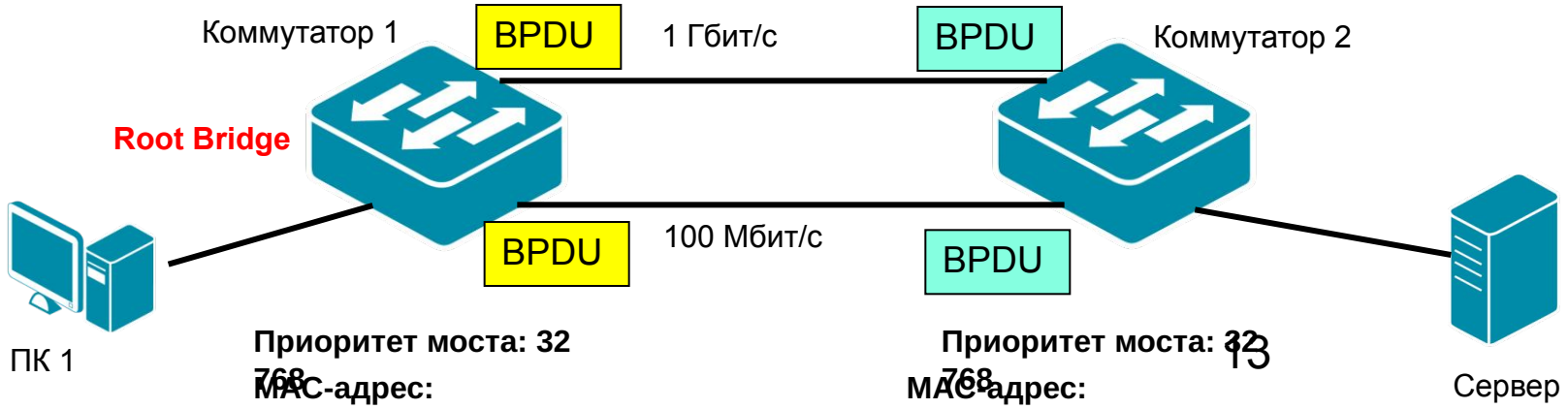
Выбор назначенных портов (Designated Port) для каждого сегмента LAN

⇩

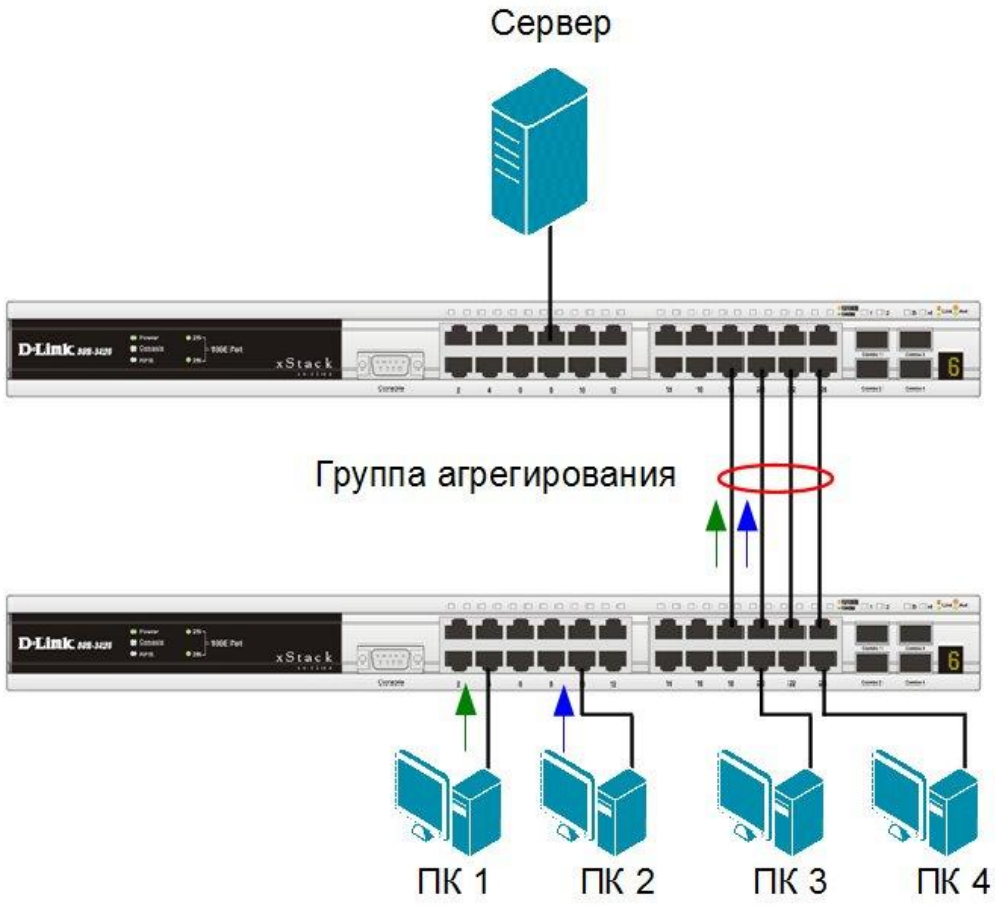
Блокировка всех портов за исключением корневых и назначенных

Идентификатор моста

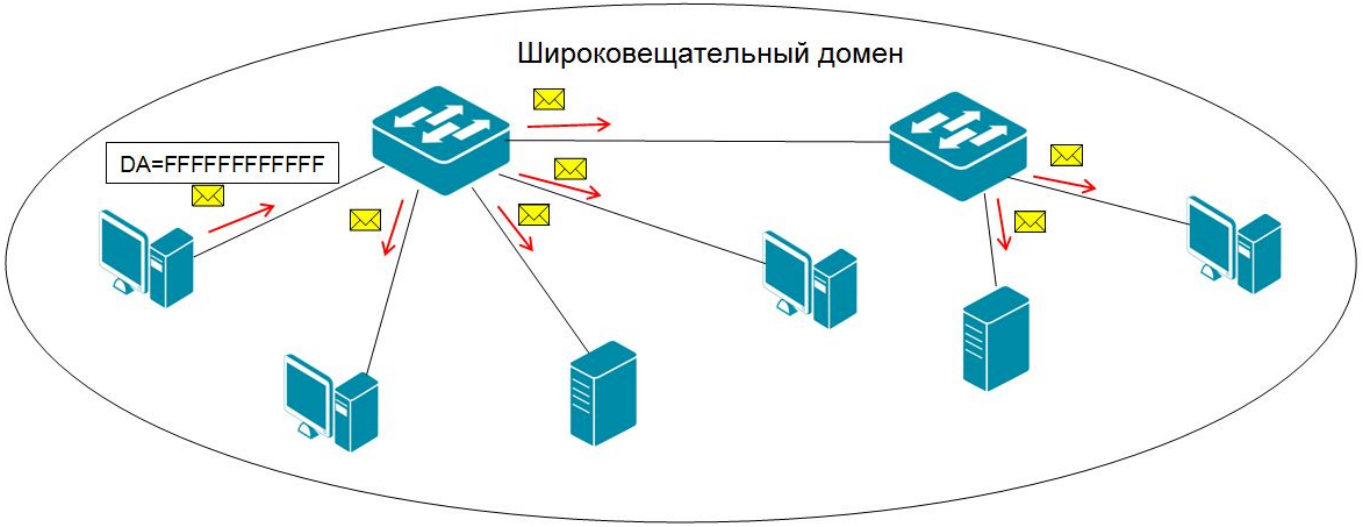
Приоритет моста (по умолчанию: 32768)	MAC-адрес
2 байта	6 байт

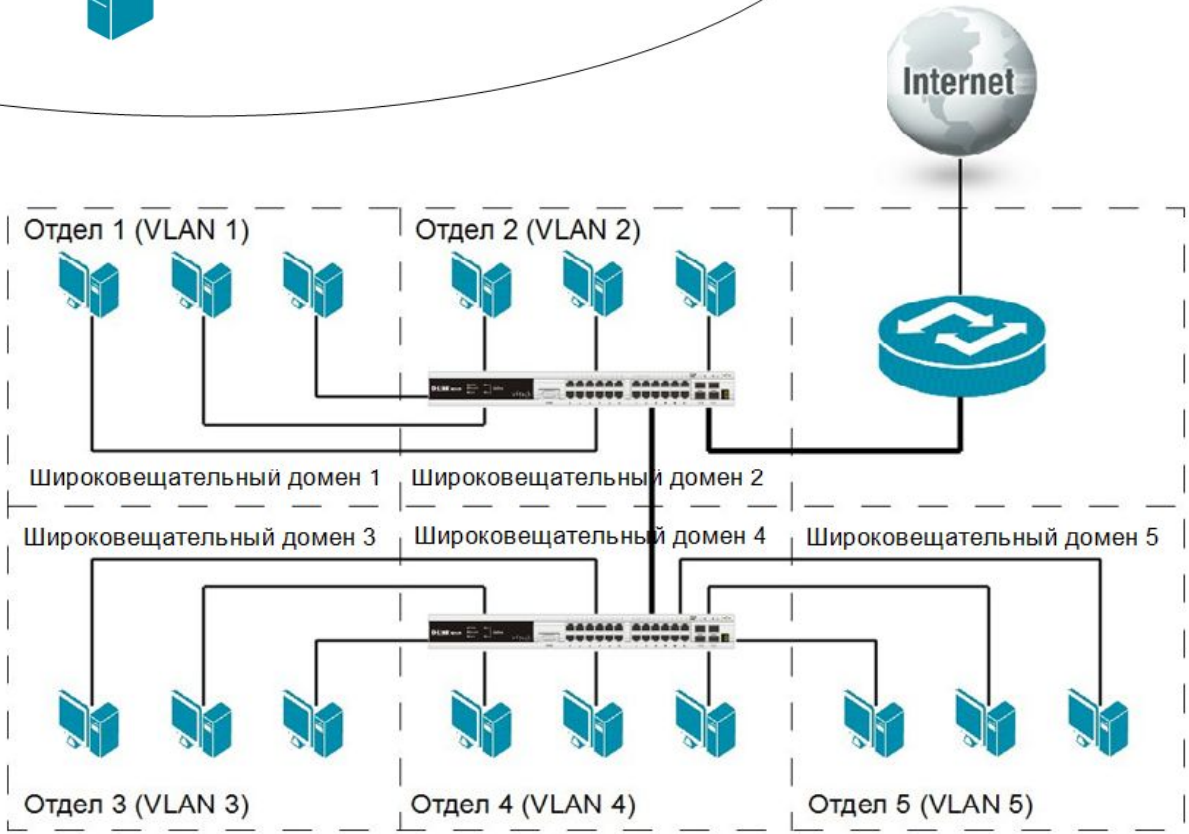


Агрегирование каналов связи



VLAN


Широковещательный домен
DA=FFFFFFFFFFFF


Internet
Отдел 1 (VLAN 1)
Отдел 2 (VLAN 2)
Широковещательный домен 1
Широковещательный домен 2
Широковещательный домен 3
Широковещательный домен 4
Широковещательный домен 5
Отдел 3 (VLAN 3)
Отдел 4 (VLAN 4)
Отдел 5 (VLAN 5)

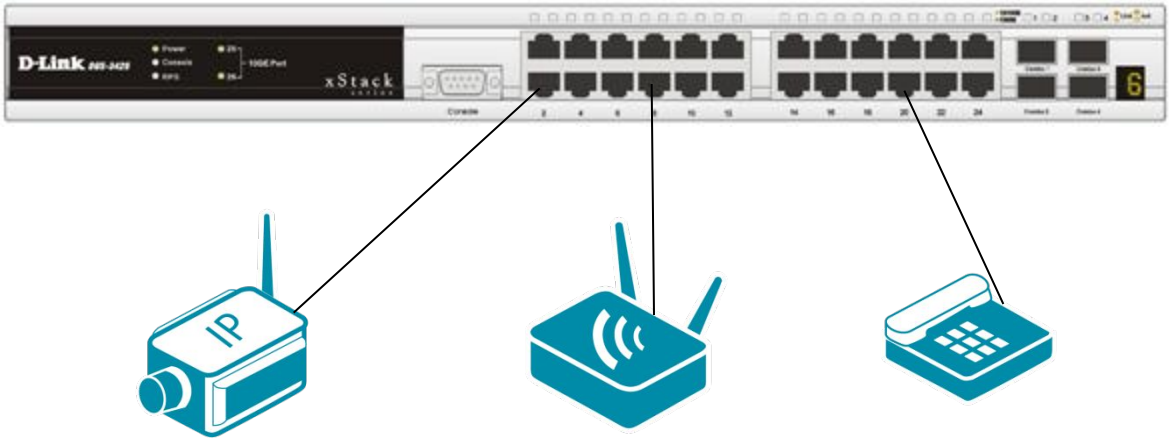
Типы VLAN

- на основе портов;
- на основе стандарта IEEE 802.1Q;
- на основе стандарта IEEE 802.1ad (Q-in-Q VLAN);
- на основе портов и протоколов IEEE 802.1v;
- на основе MAC-адресов;
- асимметричные.

Технология PoE

Питающее устройство (*Power Sourcing Equipment*, *PSE)*

Коммутатор



IP-камера

Точка доступа

IP-телефон

Питаемое устройство (*Powered Device*, *PD)*

Технология PoE

Технологии беспроводных сетей

- Что такое Wi-Fi
- Основные элементы беспроводной сети
- Стандарты IEEE 802.11
- Безопасность беспроводных сетей

Технологии беспроводных сетей

- Wi-Fi (Wireless Fidelity)
- Wireless Local Area Network (WLAN)
- Wi-Fi Alliance (группа стандартов 802.11).

Основные элементы беспроводной сети

Беспроводной USB-адаптер

Беспроводной CardBus - адаптер

Точка доступа

Внешняя антенна

Стандарты беспроводных сетей

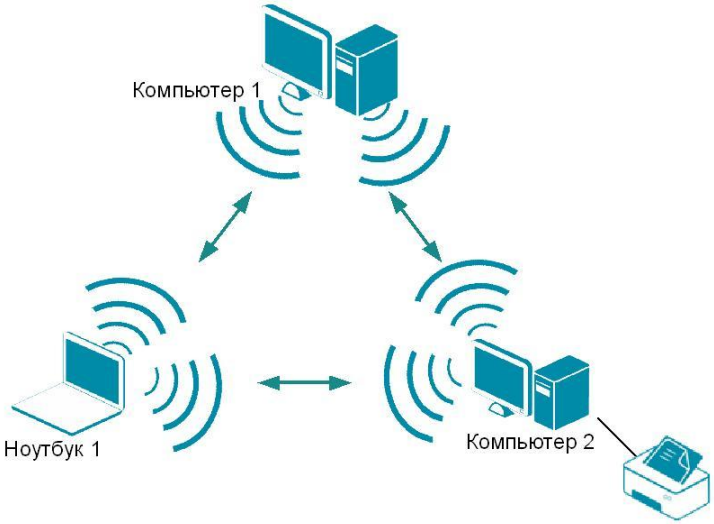
	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n	802.11ac	802.11ax
Принят	1999	1999	2003	2009	2014	2019
Полоса частот (МГц)	2400 – 2483,5	5150 – 5350, 5625 – 5825	2400 – 2483,5	2400 – 2483,5 5150 – 5350 5650 – 5825	5ГГц	2,4ГГц 5ГГц
Ширина канала	22 МГц	20 МГц	20 МГц	20 и 40 МГц	до 80 МГц	20/40/80/160 МГц
Количество непересекающихся каналов	3	12	3	3/12 (20 МГц) 1/≈4 (40 МГц)	до 8	23 канала по 20 МГц (5ГГц)
Скорость передачи	до 11 Мбит/с	до 54 Мбит/с	до 54 Мбит/с	до 600 Мбит/с	до 7 Гбит/с	до 11 Гбит/с

Технологии, применяемые в оборудовании Wi-Fi

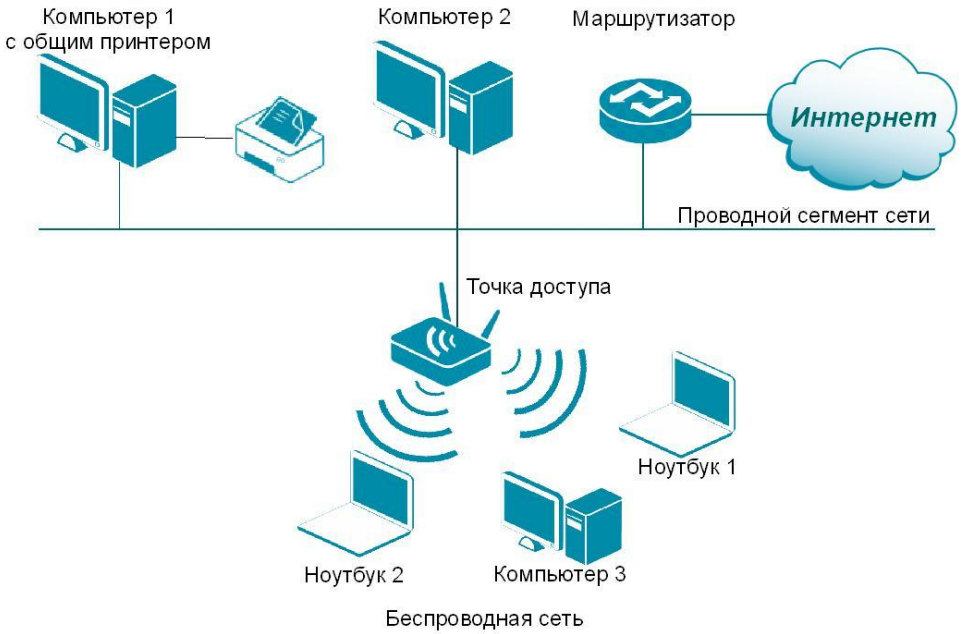
- SU MIMO
- MU MIMO
- Beamforming

Режимы функционирования беспроводных сетей

- Ad Hoc



- Infrastructure



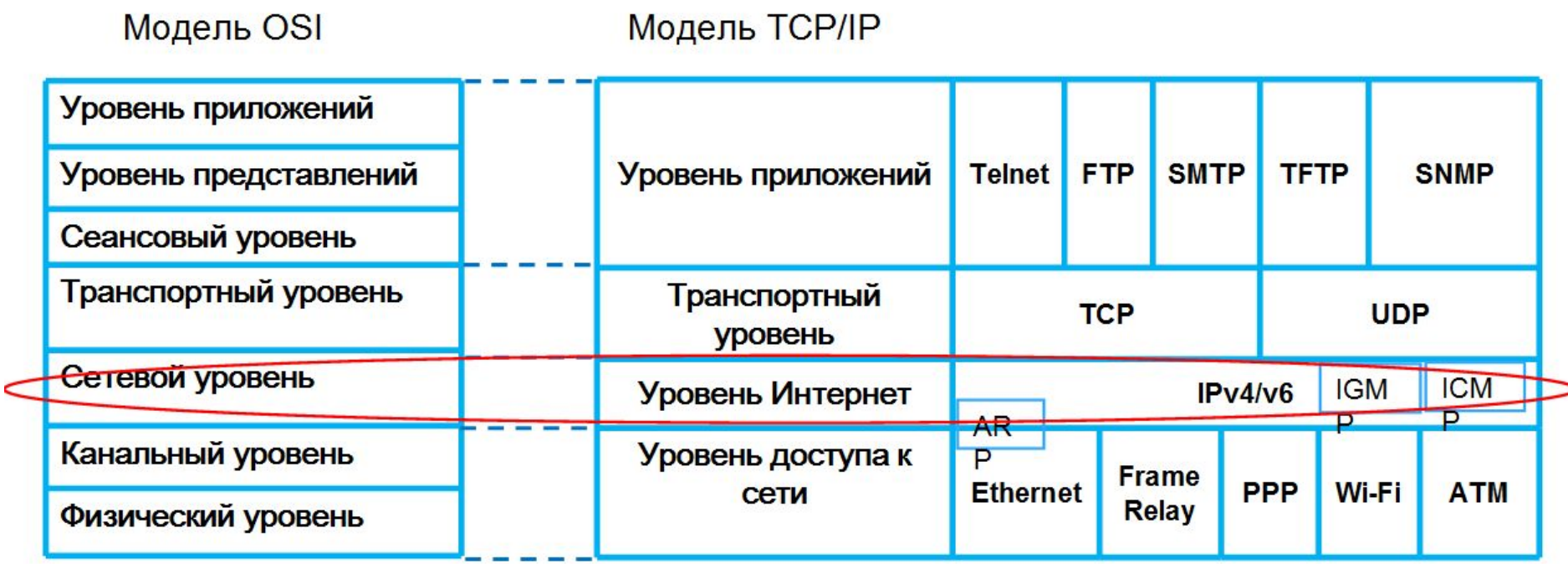
Безопасность в беспроводных сетях

- Контроль за подключением к точке доступа на основе MAC-адресов.
- Скрытие имени сети SSID.
- Шифрование на основе протокола WEP (RC4).
- Контроль за доступом к среде передачи на основе протокола 802.1X.
- Поддержка протоколов WPA/WPA2.

Сетевой уровень модели OSI

- Протоколы сетевого уровня. Протокол IP
- Адресация IPv4
- Технология NAT (Network Address Translation)
- Адресация IPv6

Протокол IP


Модель OSI
Модель TCP/IP
Уровень приложений
Уровень представлений
Сеансовый уровень
Транспортный уровень
Сетевой уровень
Канальный уровень
Физический уровень
Уровень приложений
Telnet
FTP
SMTP
TFTP
SNMP
Транспортный уровень
TCP
UDP
Уровень Интернет
IPv4/v6
IGMP
ICMP
ARP
Уровень доступа к сети
Ethernet
Frame Relay
PPP
Wi-Fi
ATM

Формат пакета (дейтаграммы) IPv4

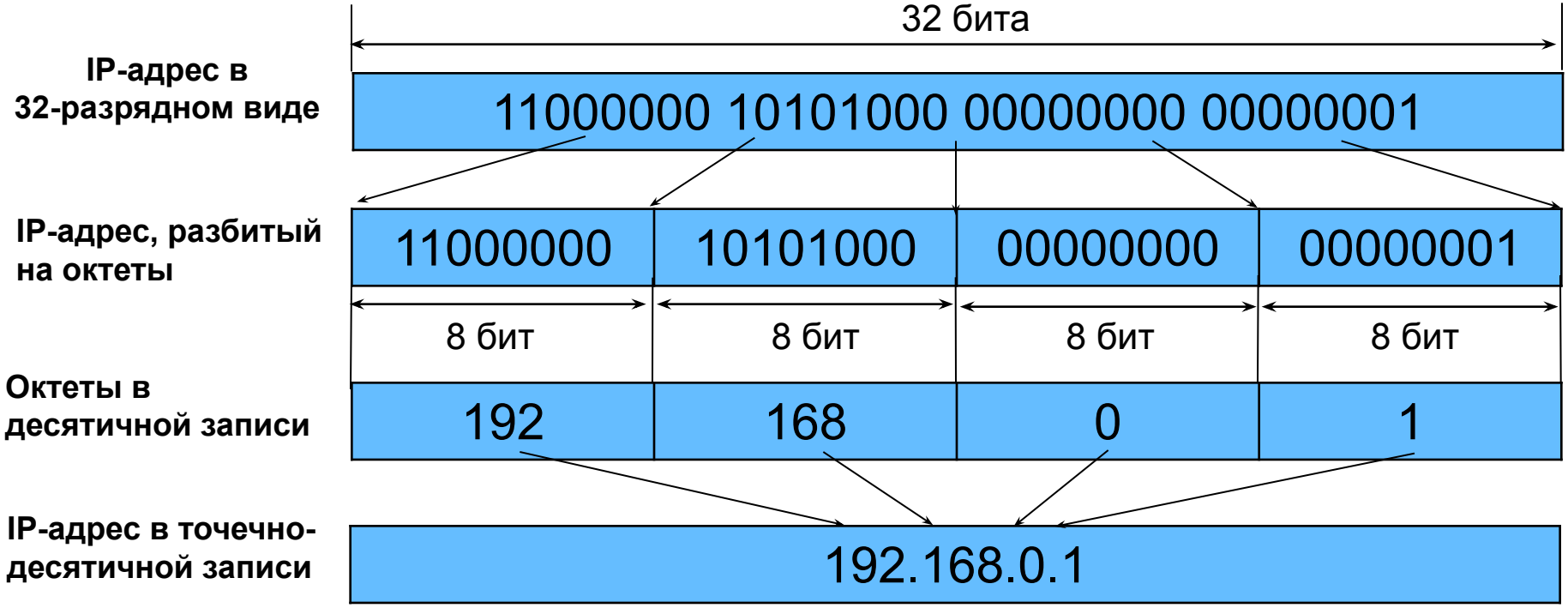
<table>
<tr><td>Версия (4 бита)</td><td>Длина заголовка (4 бита)</td><td>Тип сервиса (8 бит)</td><td colspan="2">Общая длина (16 бит)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Идентификатор пакета (16 бит)</td><td>Флаги (3 бита)</td><td>Смещение фрагмента (13 бит)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Время жизни (8 бит)</td><td>Протокол (8 бит)</td><td colspan="2">Контрольная сумма (16 бит)</td></tr>
<tr><td colspan="5">IP-адрес источника (32 бита)</td></tr>
<tr><td colspan="5">IP-адрес назначения (32 бита)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Опции</td><td>Выравнивание</td></tr>
<tr><td colspan="5">Данные</td></tr>
</table>

Адресация сетевого уровня

Функции IP-адреса:

- **Идентификация сетевых интерфейсов**.
- **Маршрутизация**.

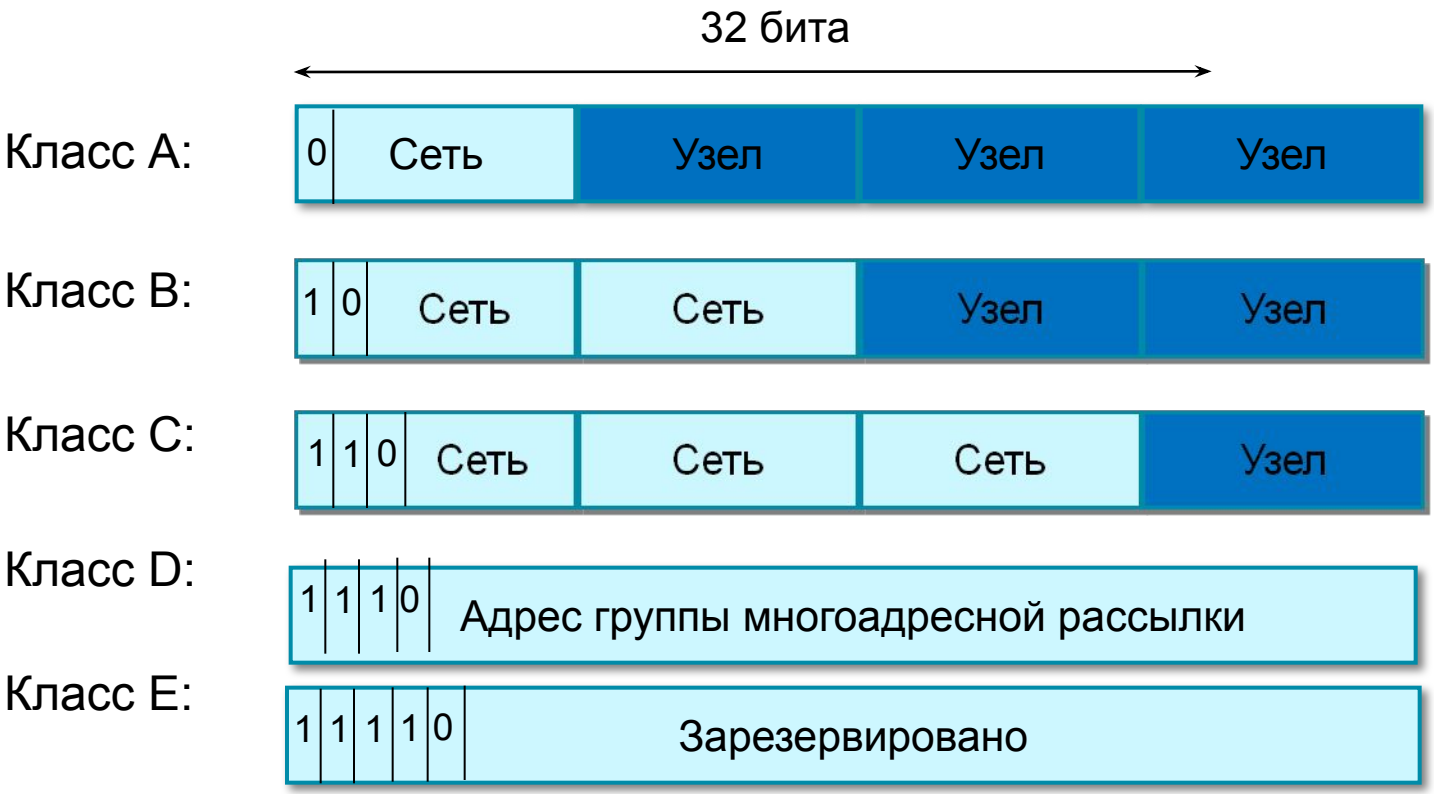
Представление адреса IPv4



Преобразование октета IP-адреса из двоичного представления в десятичное

Двоичное значение октета	Значения битов октета	Десятичное значение октета
00000000	0	0
10000000	128	128
11000000	128+64	192
11100000	128+64+32	224
11110000	128+64+32+16	240
11111000	128+64+32+16+8	248
11111100	128+64+32+16+8+4	252
11111110	128+64+32+16+8+4+2	254
11111111	128+64+32+16+8+4+2+1	255

Классовая IP-адресация



Классы IP-адресов

Класс	Наименьший адрес сети	Наибольший адрес сети	Максимальное число узлов в сети
A	1.0.0.0 (0 — не используется)	126.0.0.0 (127 — зарезервирован)	2^{24}-2, поле 3 байта
B	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16}-2, поле 2 байта
C	192.0.0.0	223.255.255.0	2^{8}-2, поле 1 байт
D	224.0.0.0	239.255.255.255	Класс используется для групповой рассылки
E	240.0.0.0	247.255.255.255	Класс зарезервирован для экспериментального использования

Маска подсети

- A – IP адрес, а Mask – маска, то
- Адрес сети = A and Mask
- Адрес узла = A and (Not Mask)

- IP-адрес: 192.168.130.5 или 11000000 10101000 10000010 000001012
  маска: 255.255.255.0 или 11111111 11111111 11111111 000000002
  адрес подсети: 192.168.130.0 или 11000000 10101000 10000010 000000002
  адрес узла: 0.0.0.5 или 00000000 00000000 00000000 000001012

- IP-адрес: 192.168.130.5 или 11000000 10101000 10000010 000001012
  Маска: 255.255.128.0 или 11111111 11111111 10000000 000000002
  адрес подсети: 192.168.128.0 или 11000000 10101000 10000000 000000002
  адрес узла: 0.0.2.5 или 00000000 00000000 00000010 000001012

Бесклассовая междоменная маршрутизация (CIDR, Classless Interdomain Routing)

- IP-адрес 192.168.130.5
  с маской 255.255.255.0
  имеет вид 192.168.130.5/24,
- IP-адрес 192.168.130.5
  с маской 255.255.128.0
  обозначается как 192.168.130.5/17

Специальные IP-адреса

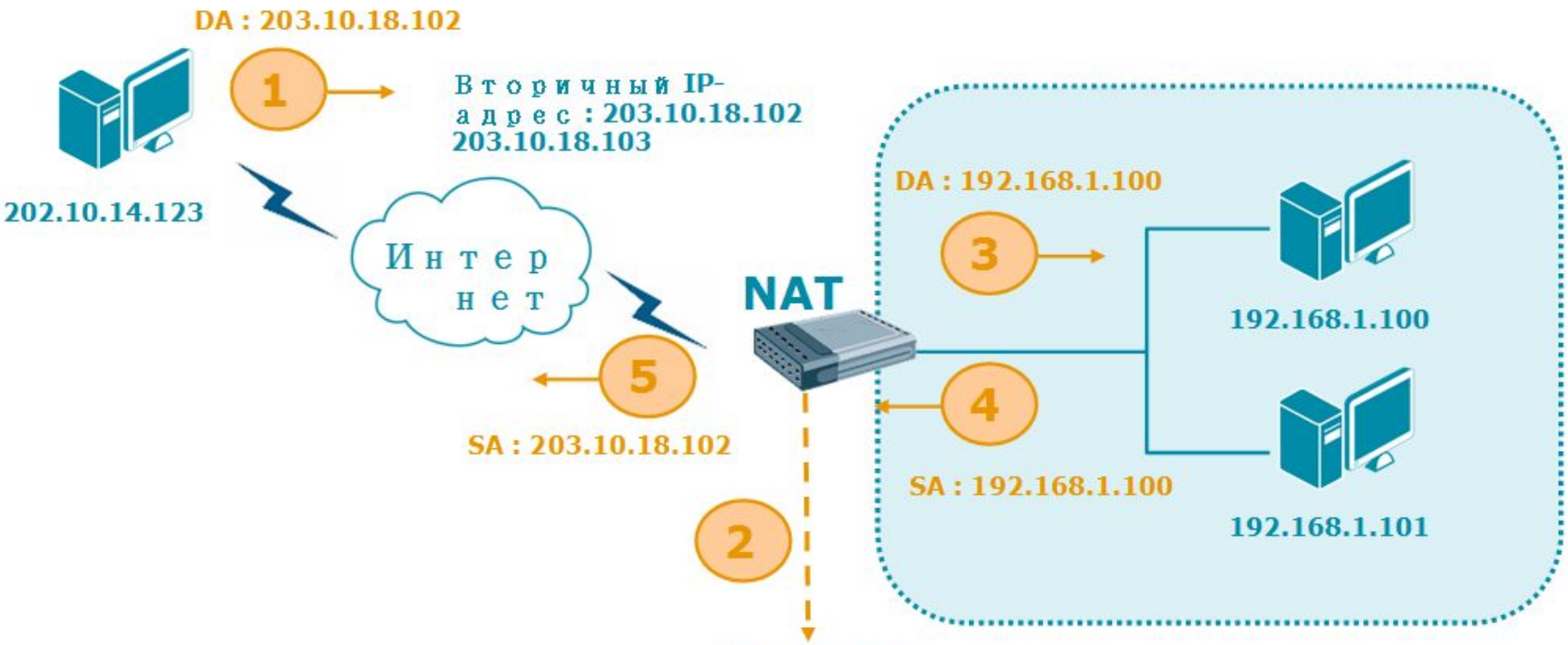
Идентификатор сети	Идентификатор узла	Описание
Все «0»	Все «0»	(0.0.0.0) — адрес узла, сгенерировавшего пакет. Используется устройством для ссылки на самого себя, если оно не знает свой IP-адрес. Часто используется, когда устройство пытается получить IP-адрес с помощью протокола DHCP.
Все «0»	Идентификатор узла	Узел назначения принадлежит той же сети, что и узел-отправитель.
Идентификатор сети	Все «0»	Адрес IP-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.

IP-адреса

- **Публичные (public) IP-адреса**
- **Частный (private) IP-адрес**

Класс А	От 10.0.0.0 до 10.255.255.255
Класс В	ОТ 172.16.0.0 до 172.31.255.255
Класс С	От 192.168.0.0 до 192.168.255.255

Преобразование сетевых адресов – Network Address Translation (NAT)



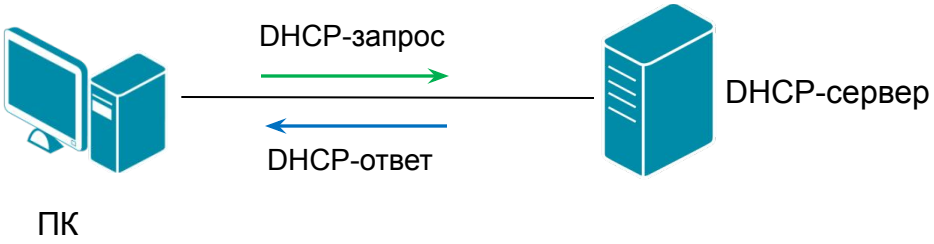
Таблица

Проток	Частный IP-	Публичный IP-
TCP TCP	192.168.1.100 192.168.1.101	203.10.18.102 203.10.18.103

Способы конфигурации IP-адресов

- **Статическая конфигурация**:

- **Динамическая конфигурация**:

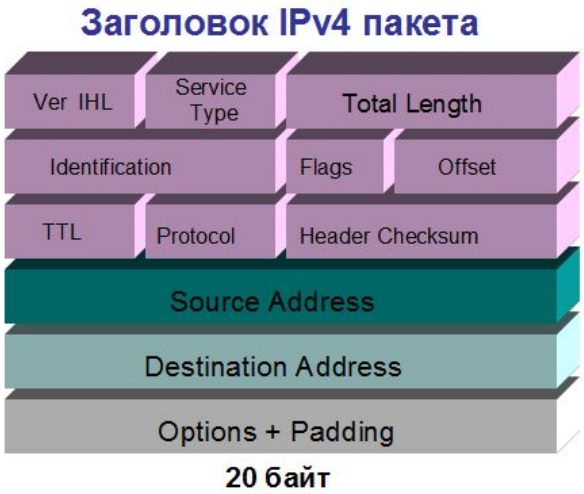


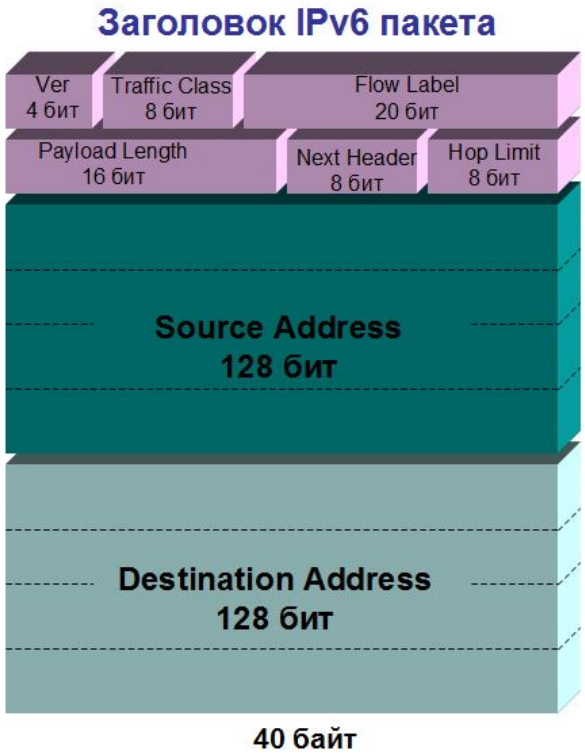
Протокол IPv6

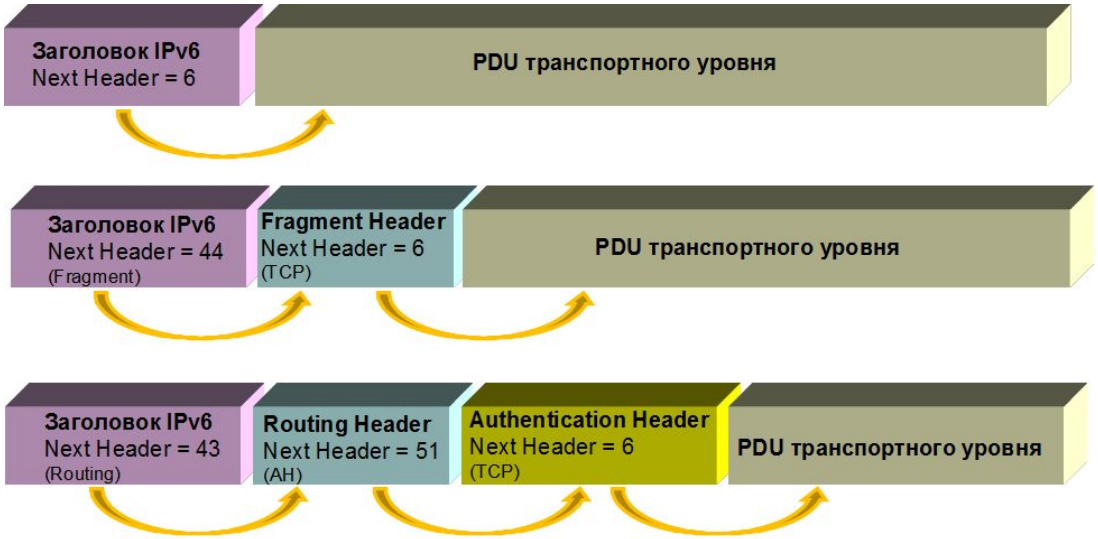
- Большее адресное пространство.
- Улучшенные механизмы по автоматической настройке узлов
- Расширенные возможности для поддержки аутентификации пользователей, целостности и конфиденциальности данных.
- Упрощение маршрутизации.
- Улучшенные механизмы обеспечения качества обслуживания (Quality of Service, QoS).
- Упрощенный заголовок пакета.

Формат пакета IPv6

Версия (4 бита)	Класс трафика (8 бит)	Метка потока (20 бит)		
Размер поля данных (16 бит)		Следующий заголовок (8 бит)	Предельное число шагов (8 бит)	
Адрес источника (128 бит)				
Адрес назначения (128 бит)				





Расширенный заголовок IPv6

Расширенный заголовок	Тип	Описание
Hop-by-Hop Options	0	Параметры которые должны быть обработаны каждым транзитным узлом.
Routing	43	Позволяет отправителю определять список узлов, которые пакет должен пройти.
Fragment	44	Заголовок содержит информацию по фрагментации пакета.
Authentication Header (AH)	51	Содержит информацию используемую для аутентификацию большей части пакета