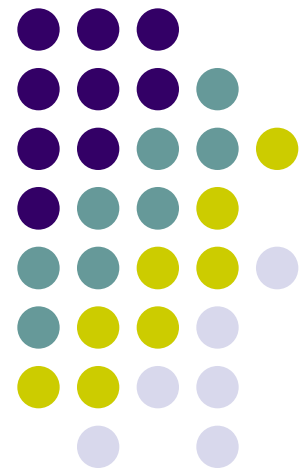


---

# Компьютерные сети





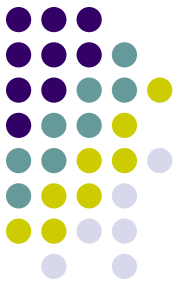
# ЛЕКЦИЯ 3

# Содержание:



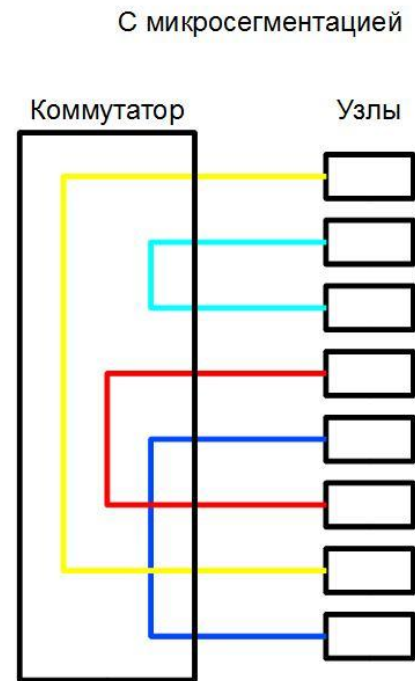
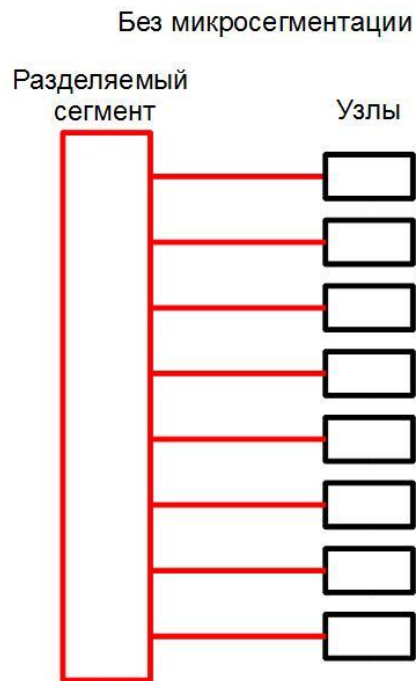
- ❑ Технологии и устройства канального уровня
- ❑ Технологии беспроводных сетей
- ❑ Сетевой уровень модели OSI

# 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

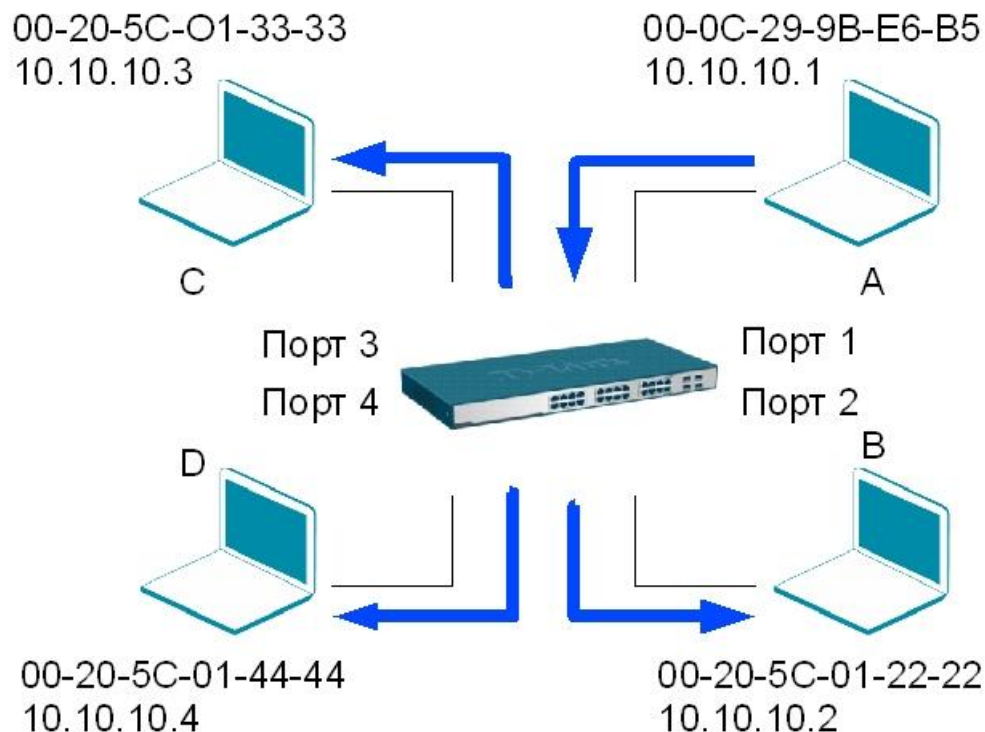


# Функционирование коммутаторов локальной сети



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

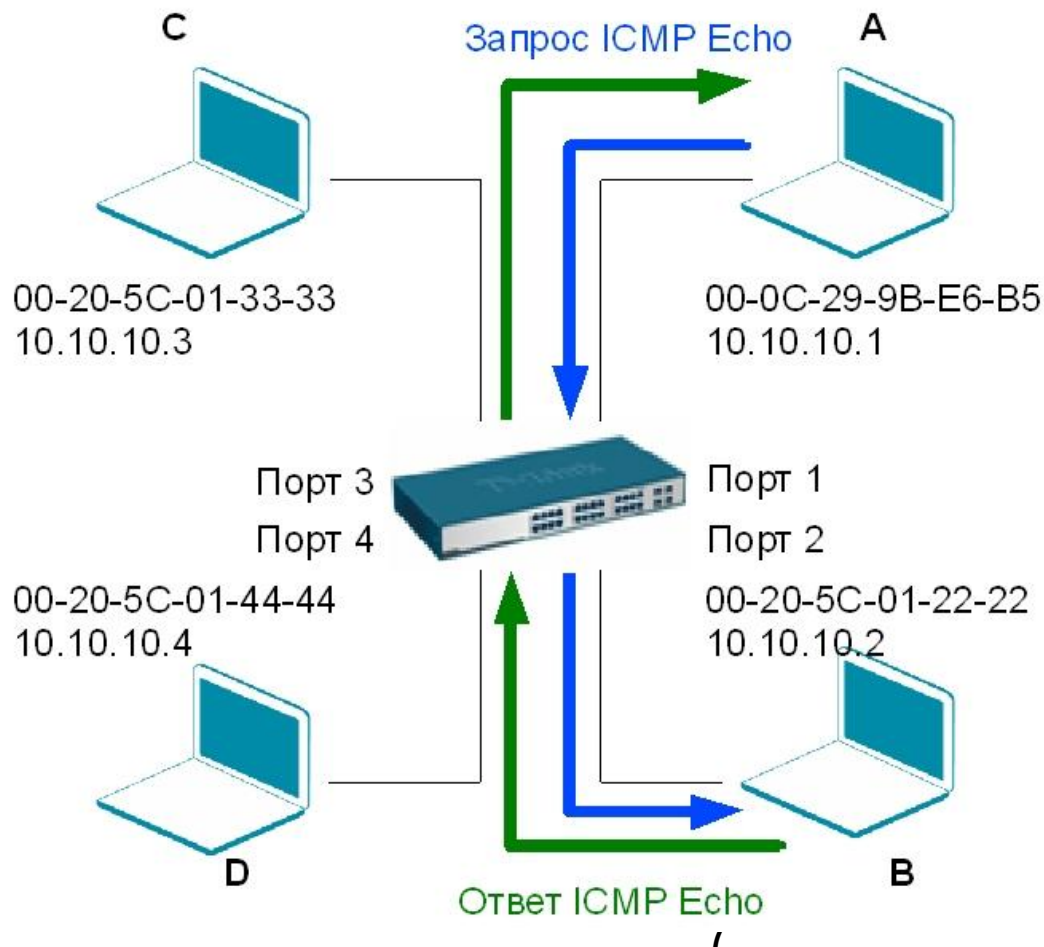
Таблица коммутации
Порт 1 00-0C-29-9B-E6-B5



# 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

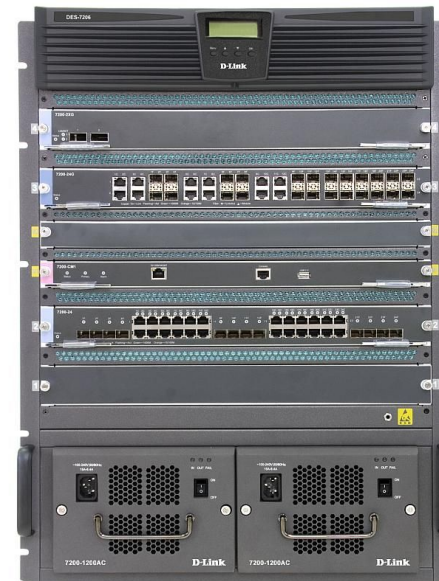
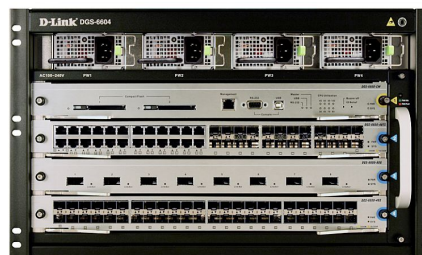


- **Коммутаторы уровня 2 (Layer 2 (L2) switch)**
- **Коммутатор уровня 3 (Layer 3 (L3) switch)**

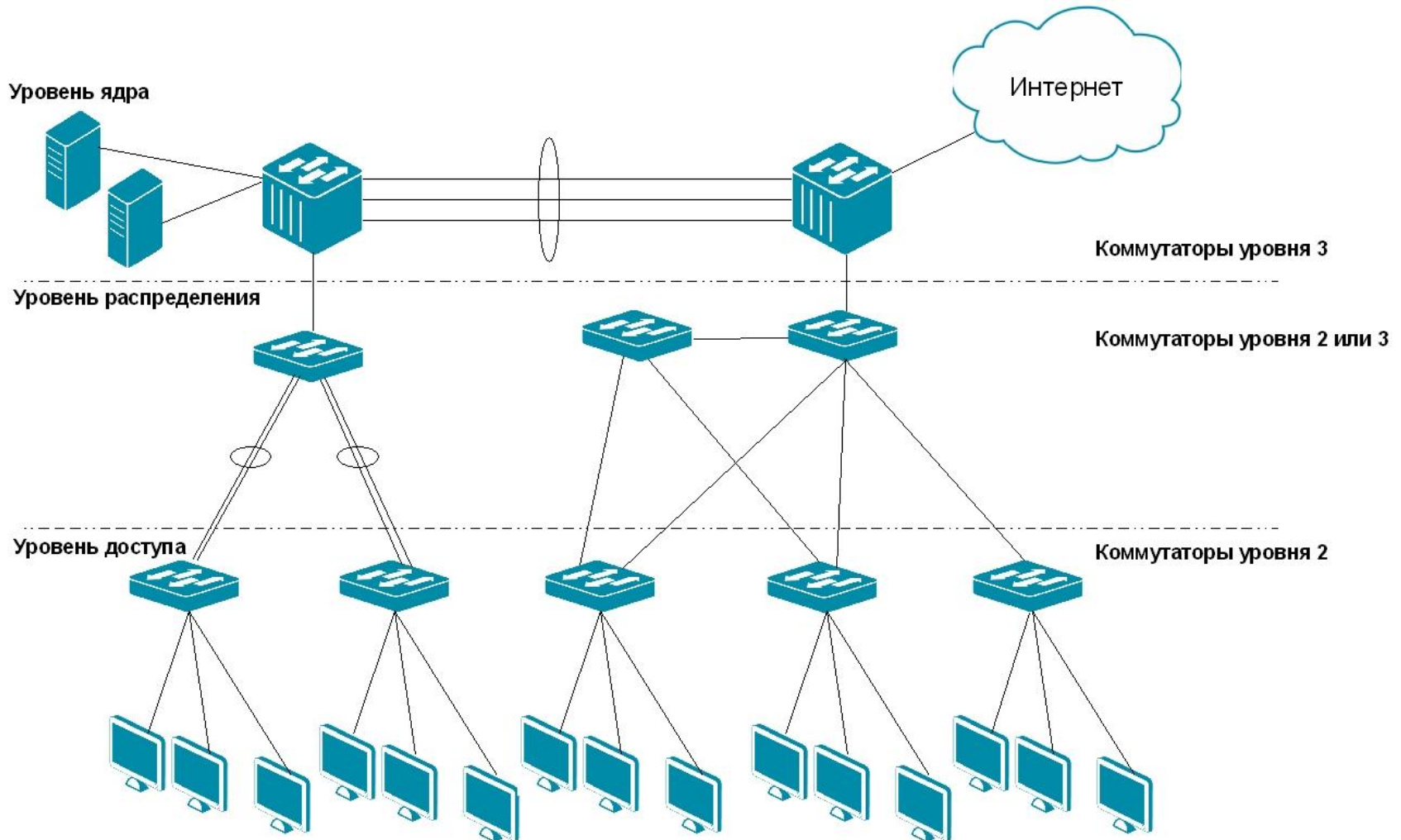
# Конструктивное исполнение коммутаторов



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

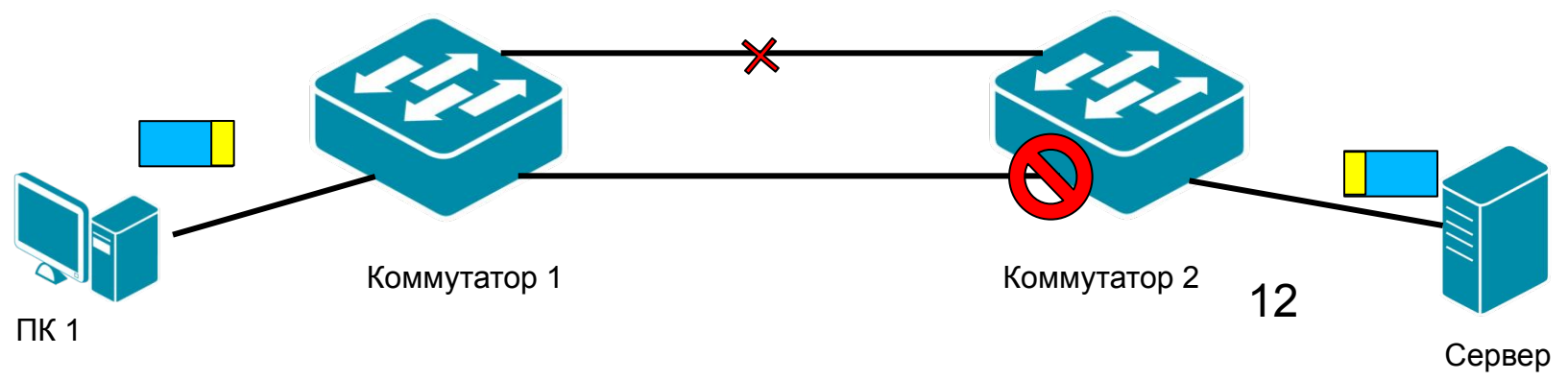
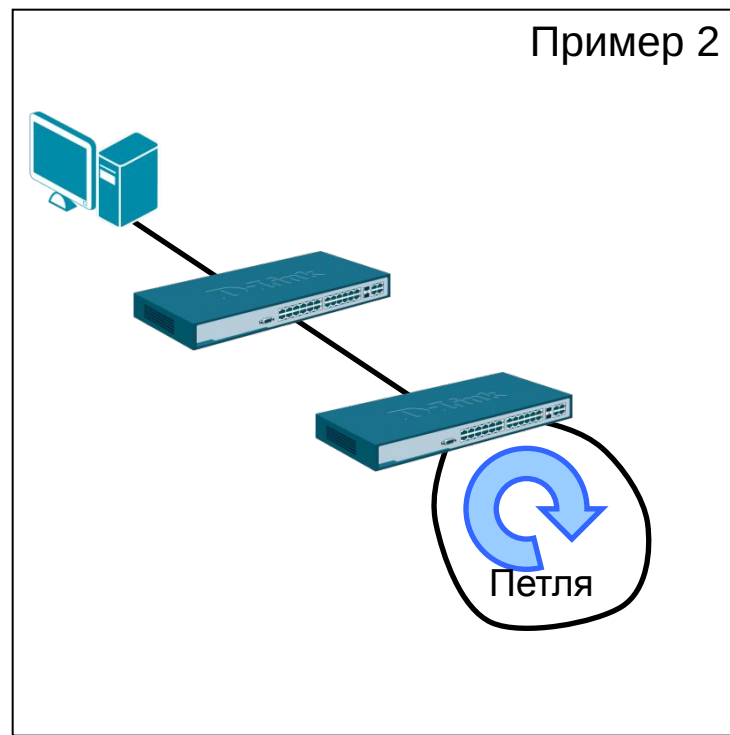
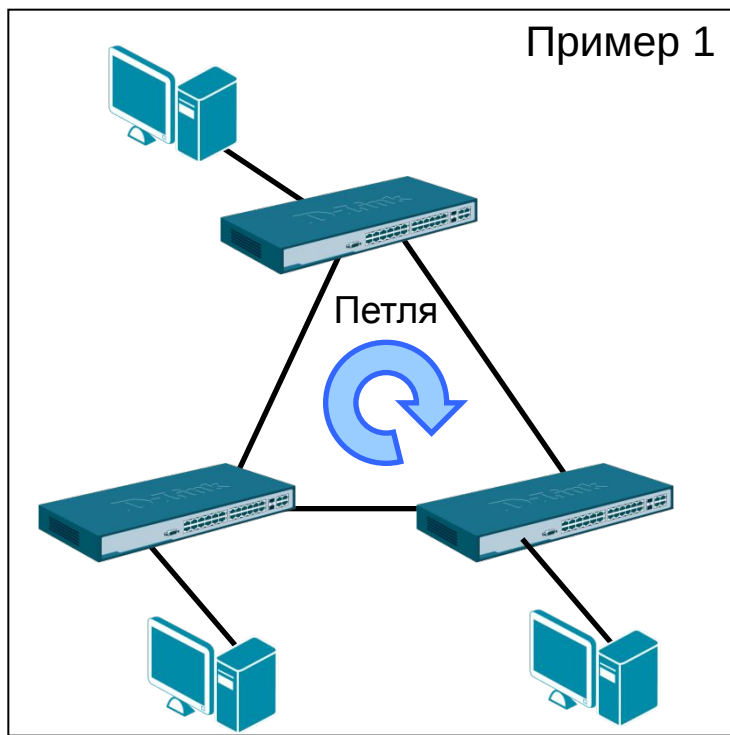


# Трехуровневая иерархическая модель сети

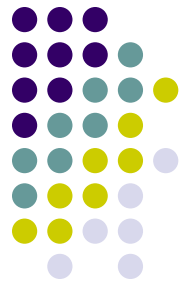




# Протоколы Spanning Tree



# 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

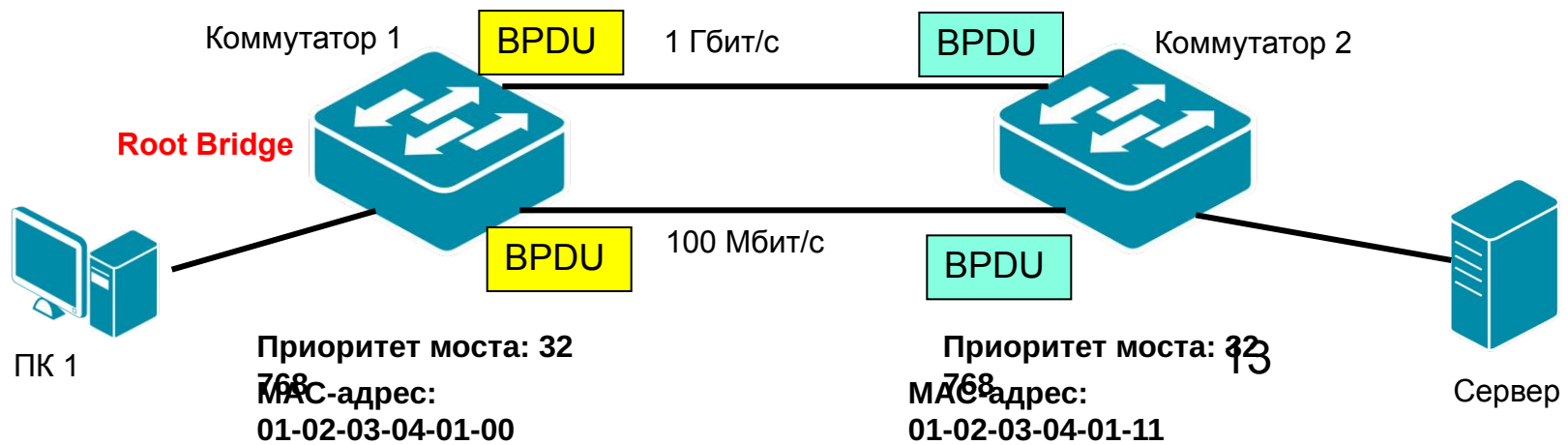
Идентификатор моста

Приоритет моста  
(по умолчанию:  
32768)

MAC-адрес

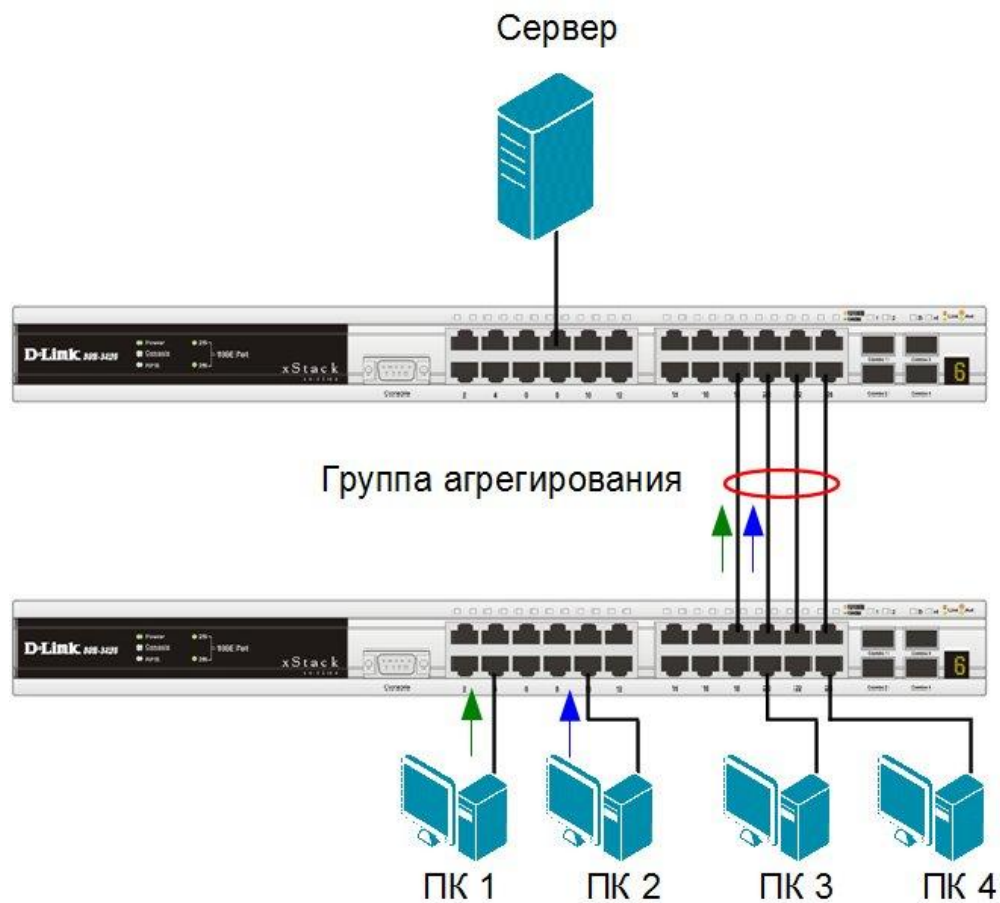
2 байта

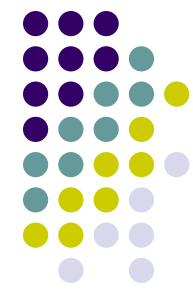
6 байт



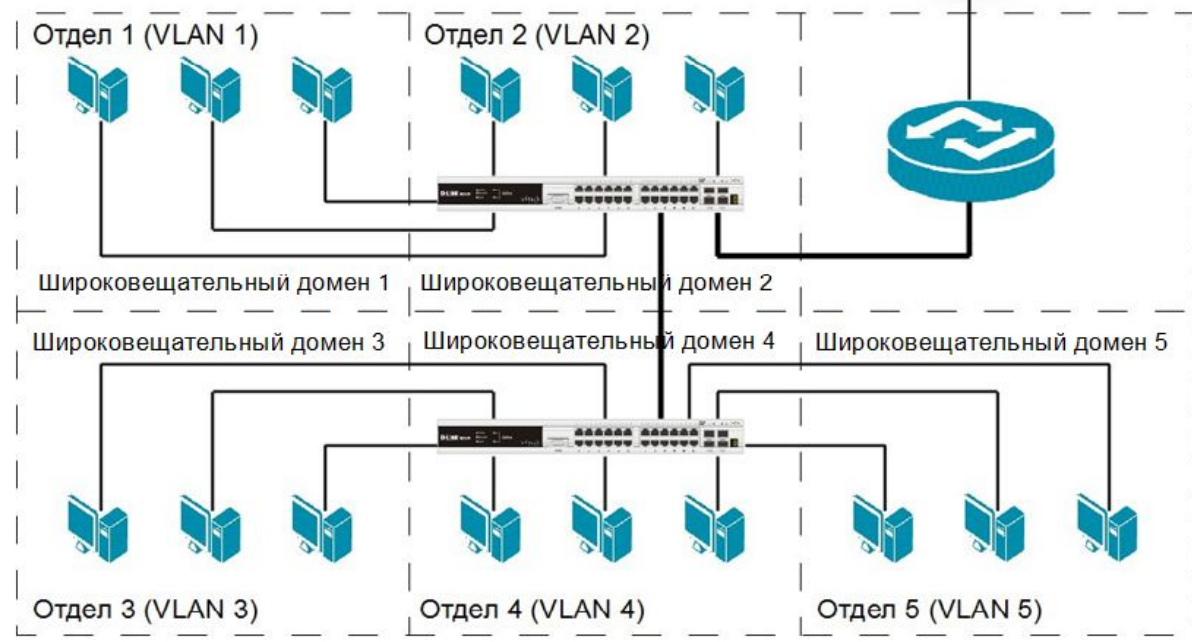
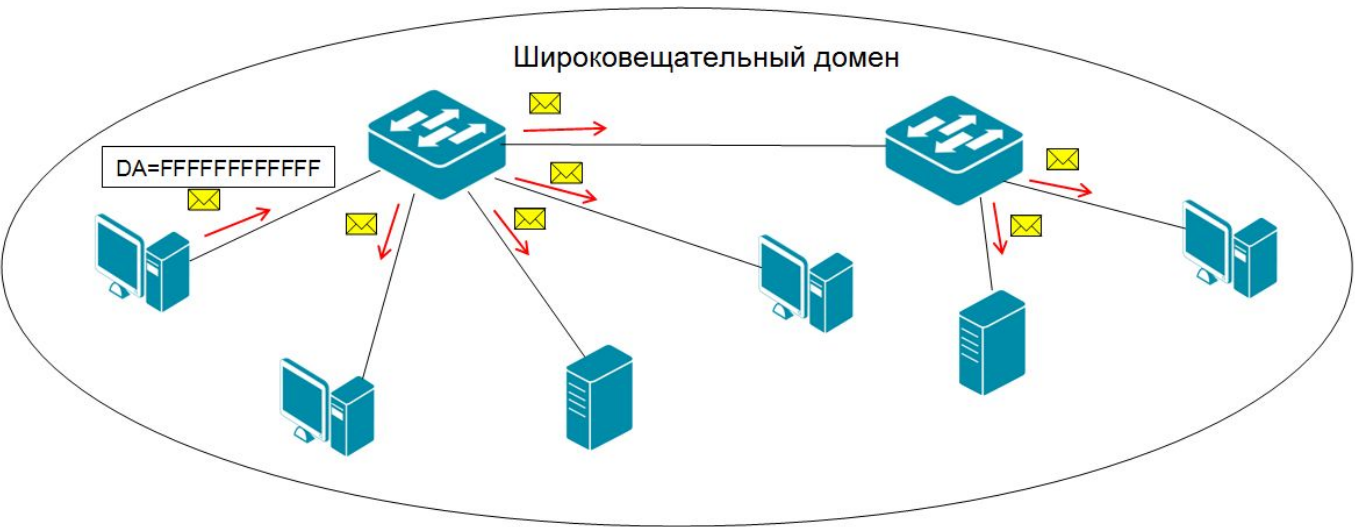


# Агрегирование каналов связи

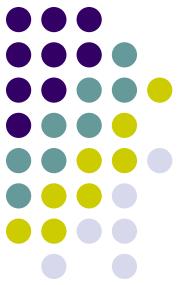




# VLAN



# Типы VLAN

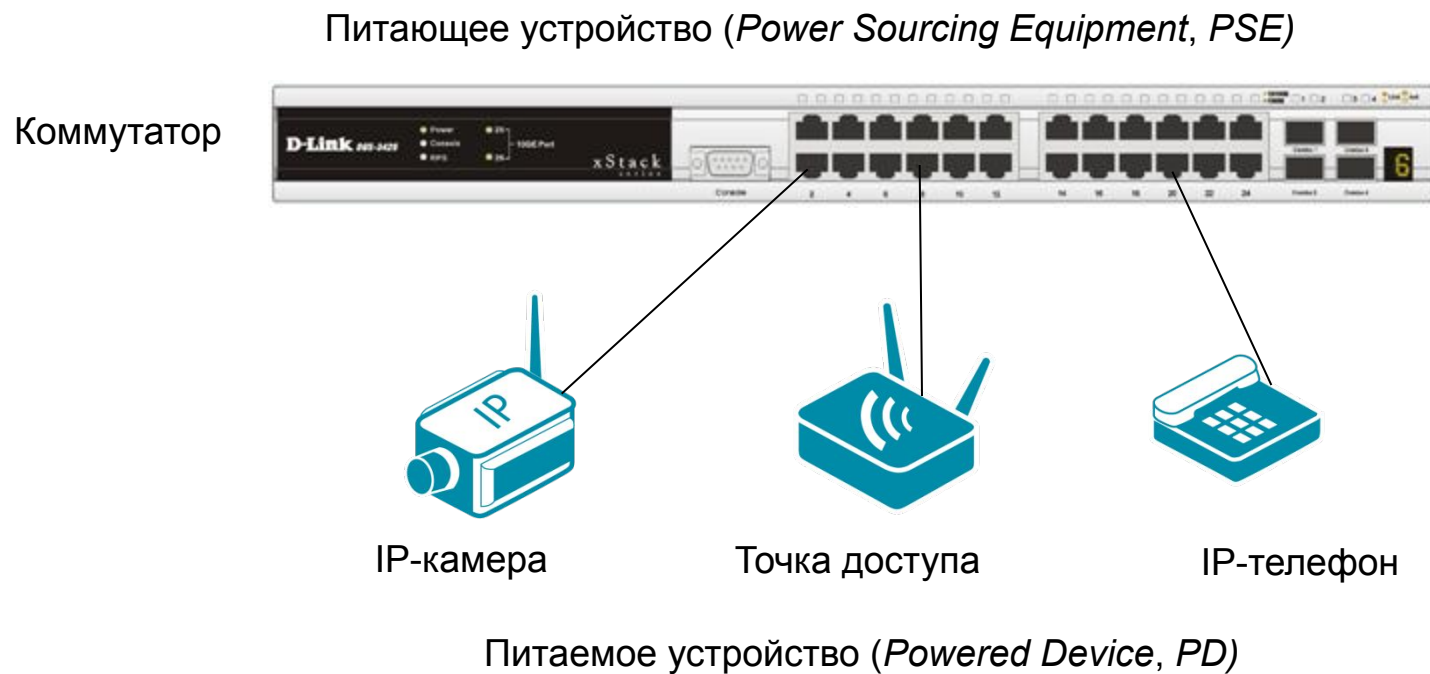


- на основе портов;
- на основе стандарта IEEE 802.1Q;
- на основе стандарта IEEE 802.1ad (Q-in-Q VLAN);
- на основе портов и протоколов IEEE 802.1v;
- на основе MAC-адресов;
- асимметричные.



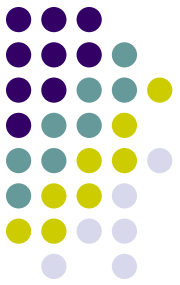


# Технология PoE



# Технология PoE

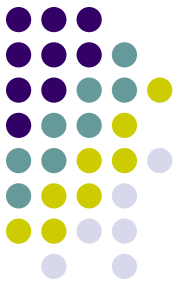




# Технологии беспроводных сетей

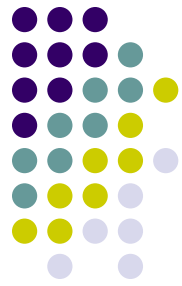
- Что такое Wi-Fi
- Основные элементы беспроводной сети
- Стандарты IEEE 802.11
- Безопасность беспроводных сетей

# Технологии беспроводных сетей



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

# Основные элементы беспроводной сети



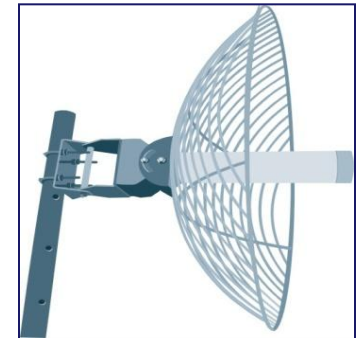
Беспроводной USB-адаптер



Беспроводной CardBus - адаптер



Точка доступа



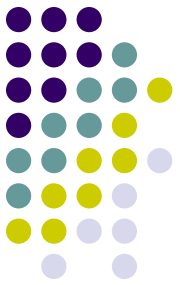
Внешняя антенна



# Стандарты беспроводных сетей

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

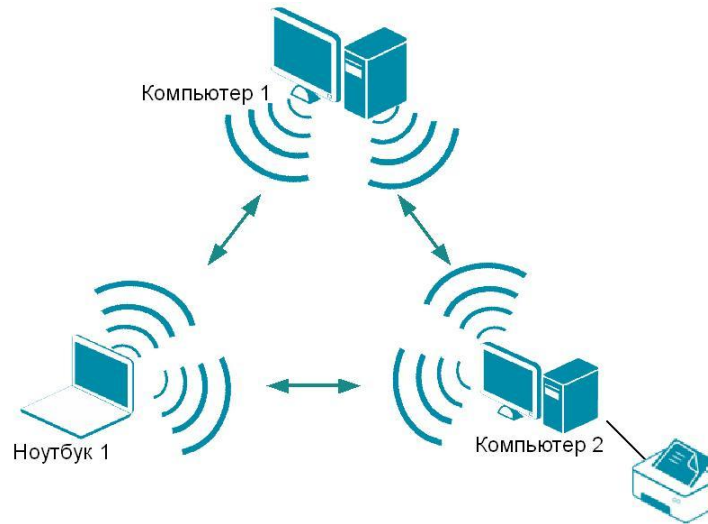


- SU MIMO
- MU MIMO
- Beamforming

# Режимы функционирования беспроводных сетей



- Ad Hoc



- Infrastructure





# Безопасность в беспроводных сетях



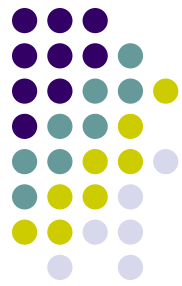
- Контроль за подключением к точке доступа на основе MAC-адресов.
- Скрытие имени сети SSID.
- Шифрование на основе протокола WEP (RC4).
- Контроль за доступом к среде передачи на основе протокола 802.1X.
- Поддержка протоколов WPA/WPA2.

# Сетевой уровень модели OSI



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

# Протокол IP



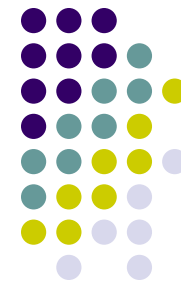
Модель OSI

Модель TCP/IP

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

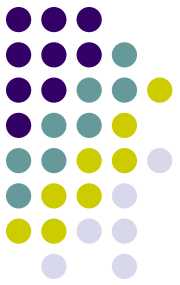
# Формат пакета (дейтаграммы)

## IPv4



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

# Адресация сетевого уровня

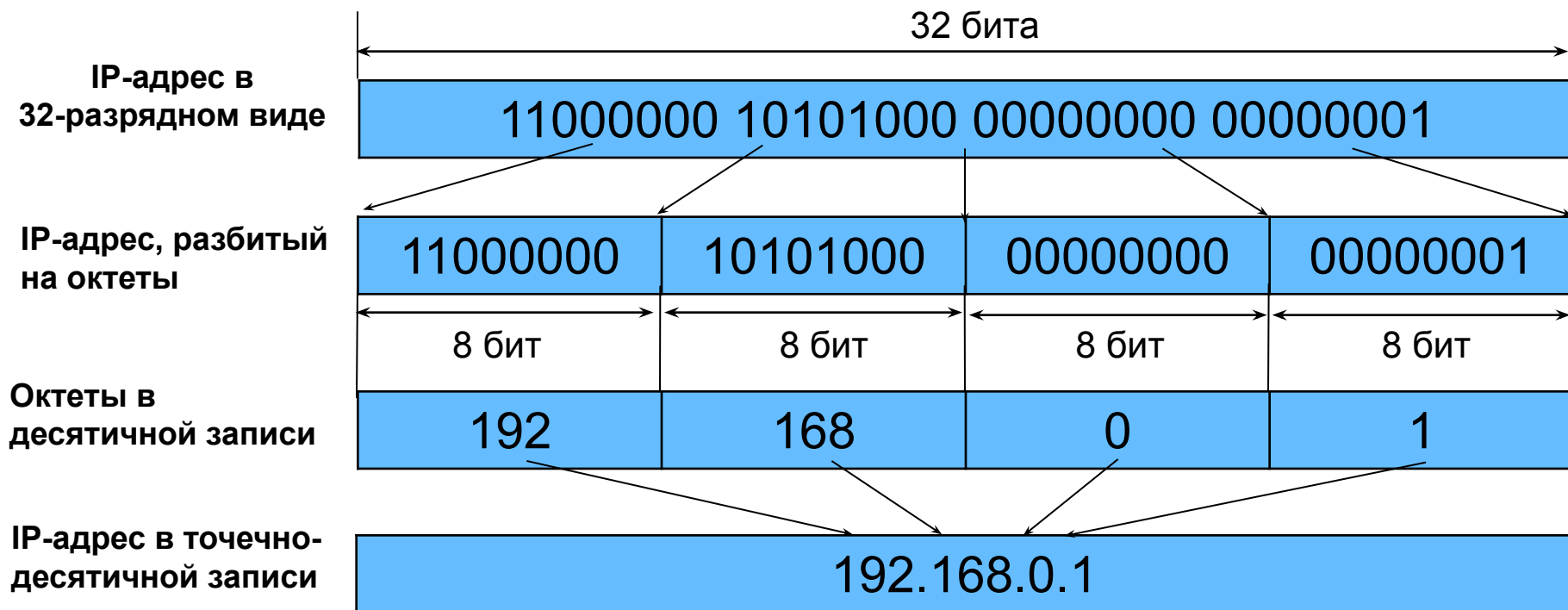


## Функции IP-адреса:

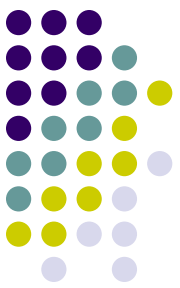
- Идентификация сетевых интерфейсов.
- Маршрутизация.



# Представление адреса IPv4



# Преобразование октета IP-адреса из двоичного представления в десятичное



<b>Двоичное значение октета</b>	<b>Значения битов октета</b>	<b>Десятичное значение октета</b>
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

32 бита



Класс А:



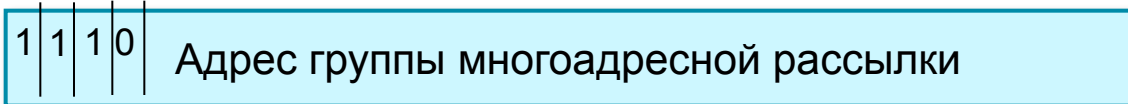
Класс В:



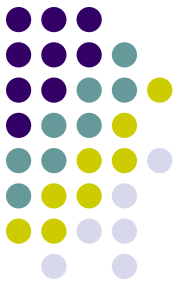
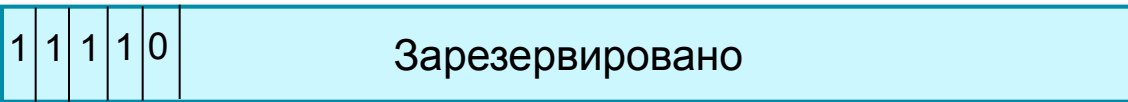
Класс С:



Класс D:

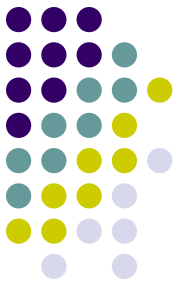


Класс E:



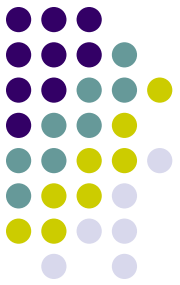


# Классы IP-адресов



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)

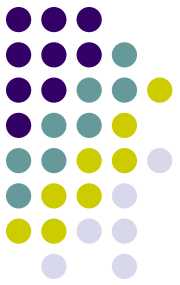


- IP-адрес 192.168.130.5 с маской 255.255.255.0 имеет вид 192.168.130.5/24,
- IP-адрес 192.168.130.5 с маской 255.255.128.0 обозначается как 192.168.130.5/17

# 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 сети Идентификатор узла: 0.0.0.255 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.



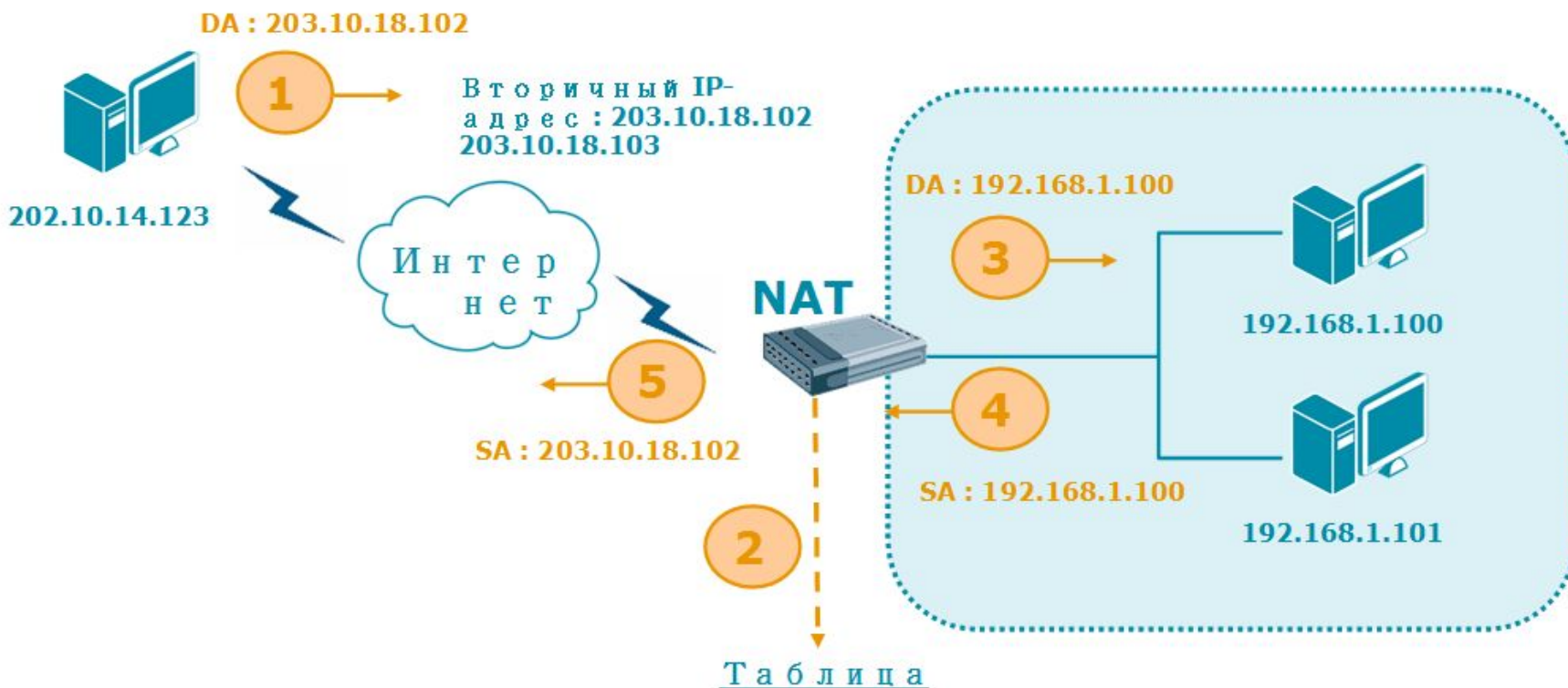
- **Публичные (public) IP-адреса**
- **Частный (private) IP-адрес**

Класс А      От 10.0.0.0 до 10.255.255.255

Класс В      От 172.16.0.0 до 172.31.255.255

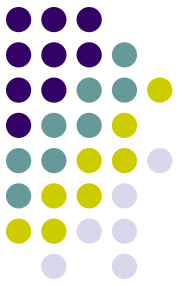
Класс С      От 192.168.0.0 до 192.168.255.255

# Преобразование сетевых адресов – Network Address Translation (NAT)



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

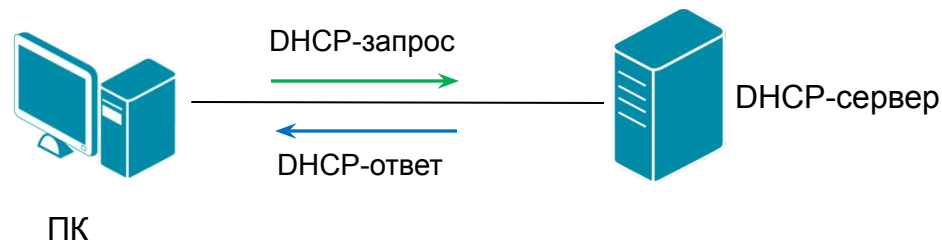
# Способы конфигурации IP-адресов



- **Статическая конфигурация:**



- **Динамическая конфигурация:**



# Протокол IPv6



- Большое 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.

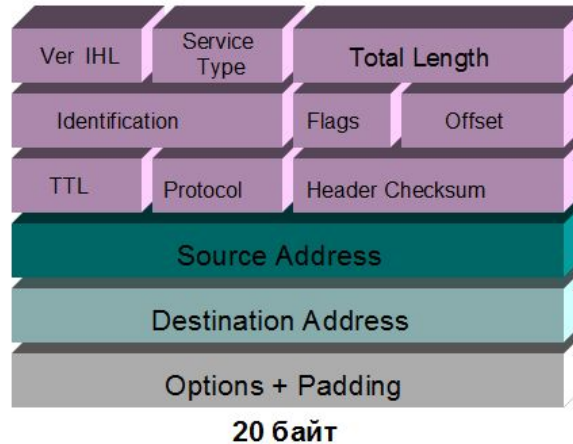


# Формат пакета IPv6

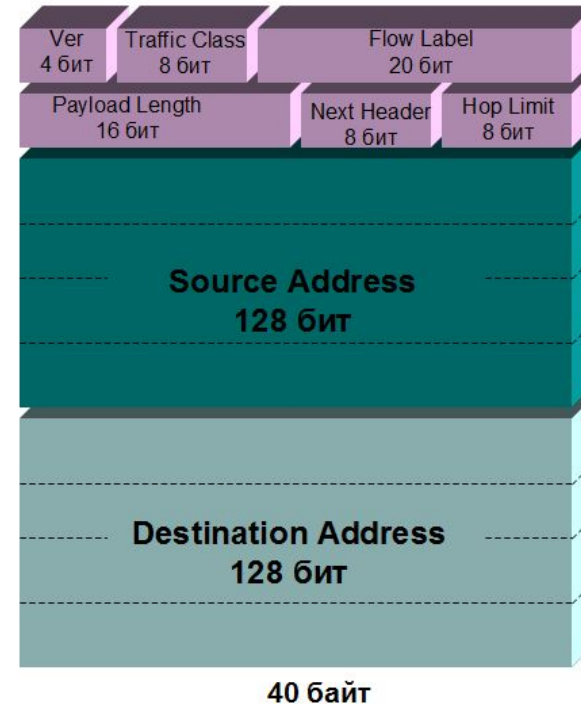


Версия (4 бита)	Класс трафика (8 бит)	Метка потока (20 бит)
Размер поля данных (16 бит)	Следующий заголовок (8 бит)	Предельное число шагов (8 бит)
Адрес источника (128 бит)		
Адрес назначения (128 бит)		

### Заголовок IPv4 пакета



### Заголовок IPv6 пакета



# Расширенный заголовок IPv6



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

