



Сетевой стек TCP/IP

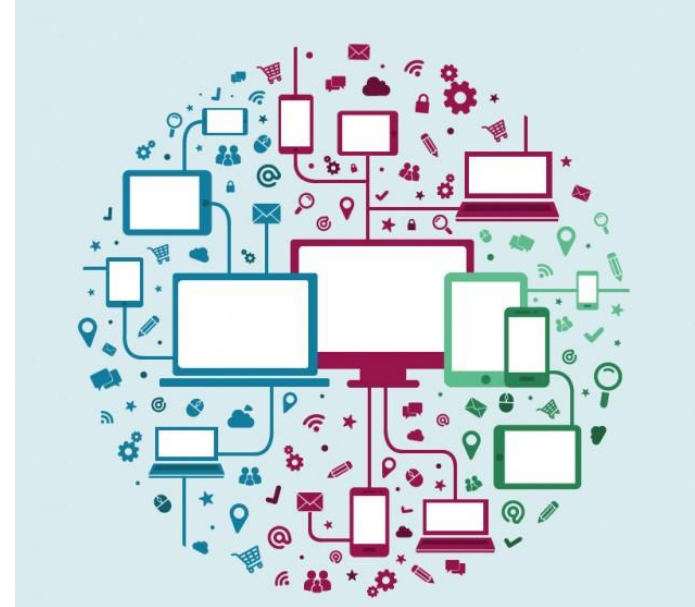
# Сетевой уровень. Часть 1

Классовая IPv4 - адресация. Протокол ARP: связь IP-адреса и MAC-адреса. Формат IPv4-пакета. Статическая маршрутизация. Диагностика сетевого уровня.



# Вопросы к аудитории

1. Проверка практических работ.
2. Есть ли проблемы?



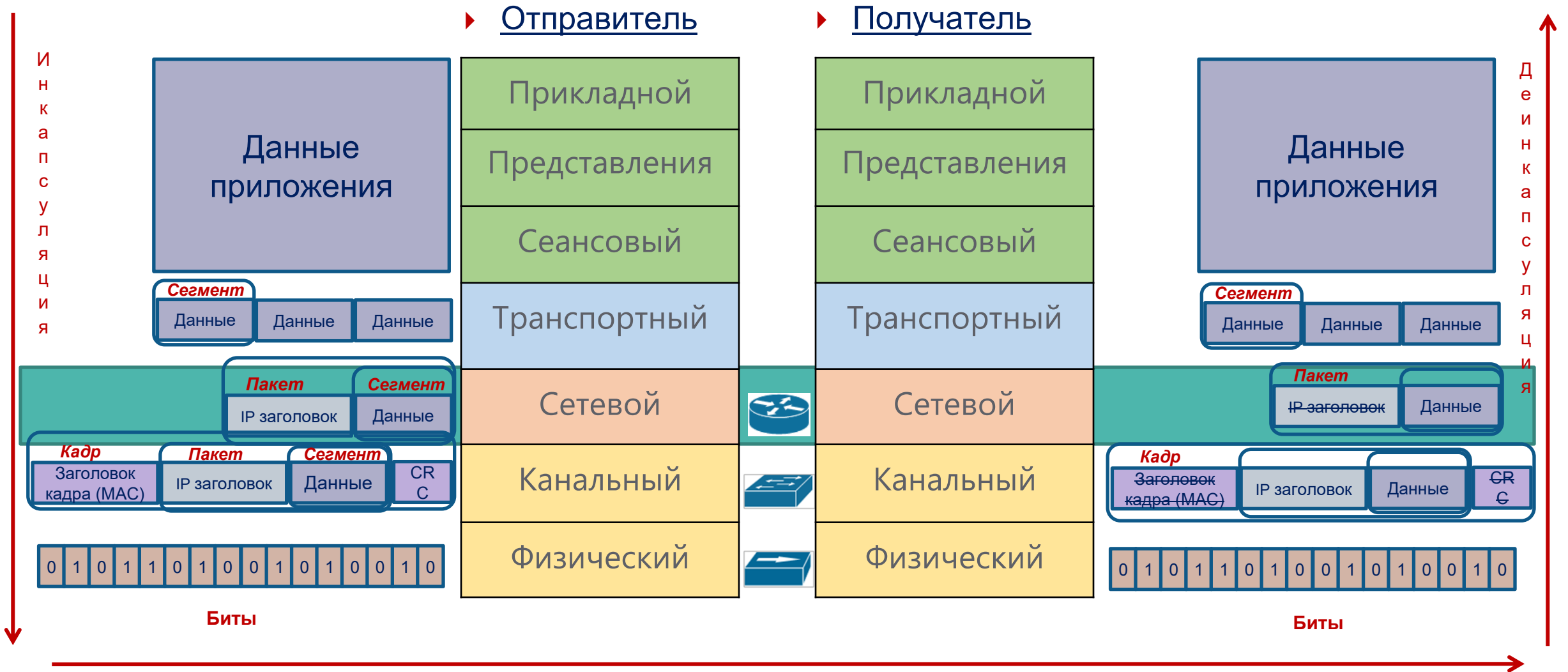
# Повторим

В каком виде представлены данные на канальном уровне модели OSI?

# Повторим

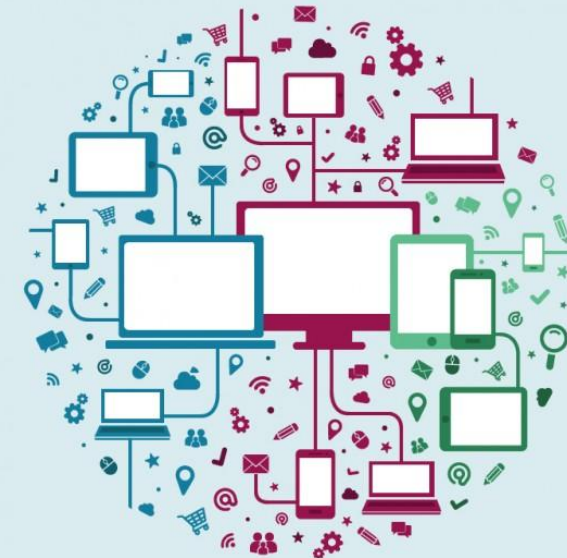
Какие устройства работают на канальном уровне модели OSI и с какими адресами?

# Модель OSI. Канальный уровень



# План урока

- IPv4-адреса и классовая адресация
- Связь сетевого и канального уровня
- Статическая маршрутизация



# IP адресация - IPv4

Уникальное число, которое используется для логической идентификации сетевых устройств.

32-битное бинарное число, разделенное на четыре **октета** (группы по 8 бит):

10111110.01100100.00000101.00110110 ← октет

Записывается обычно в формате точечно-десятичной нотации

190.100.5.54

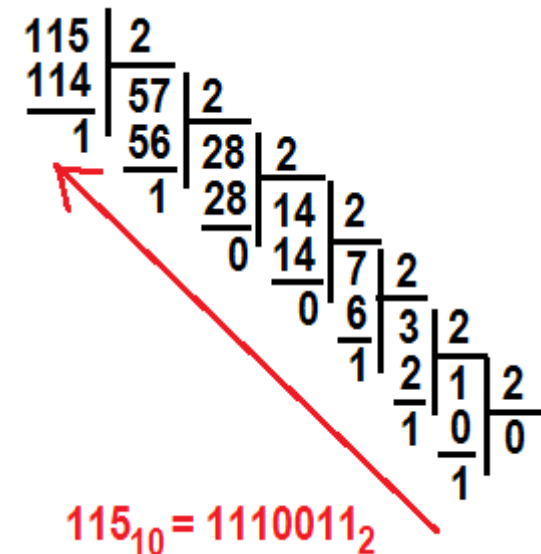
Должен быть уникальным в рамках сети



# Преобразование двоичного адреса в десятичный

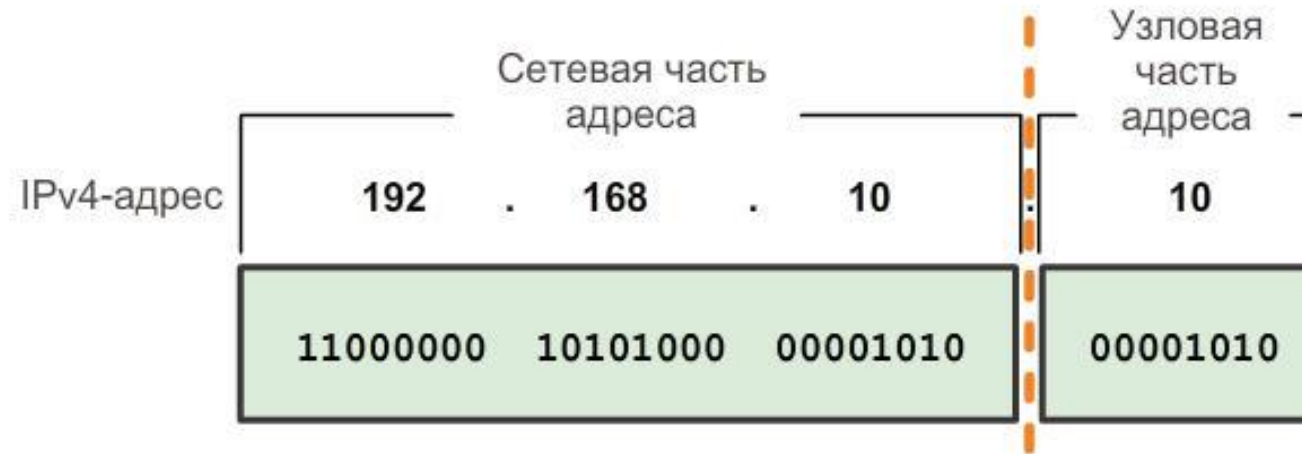
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1



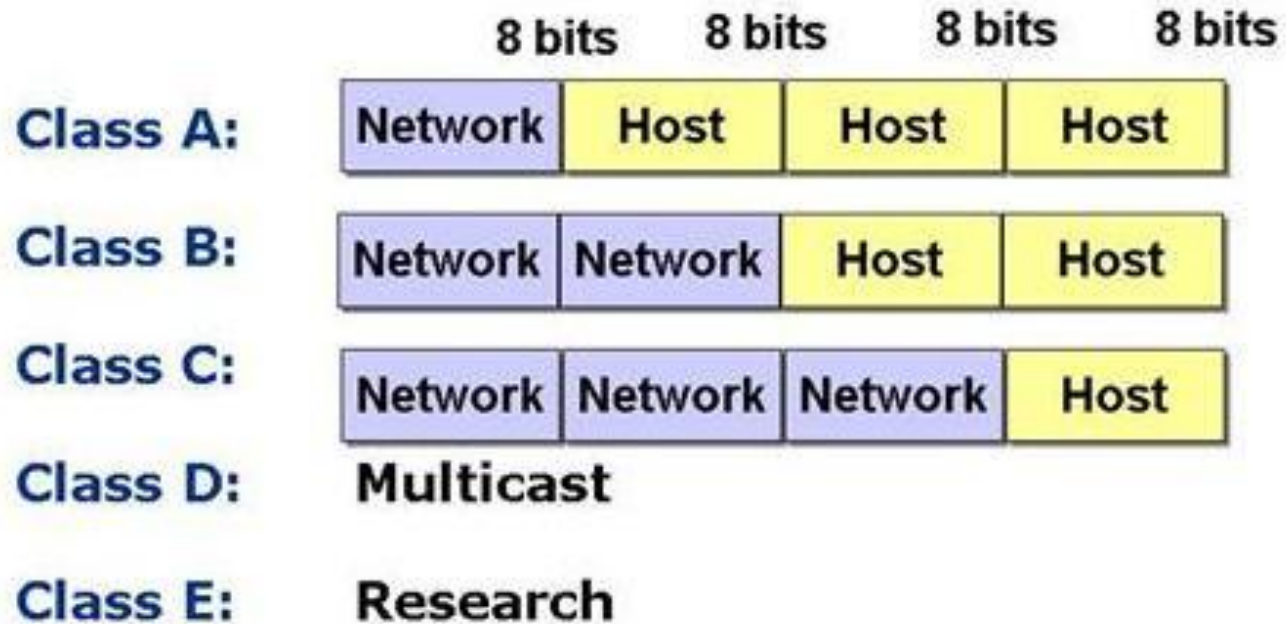


# Сетевая и узловая части IPv4-адреса





# Классовая адресация



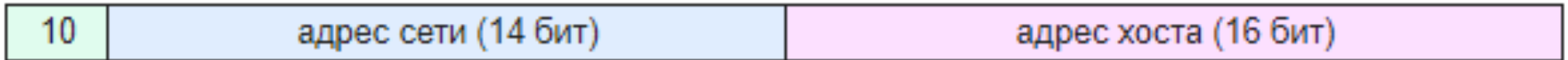


# Классовая адресация

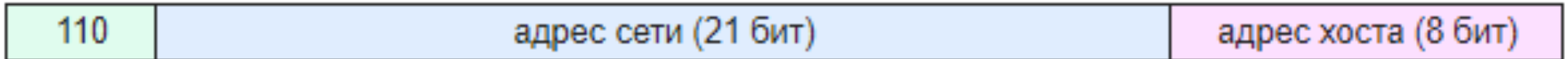
Класс А



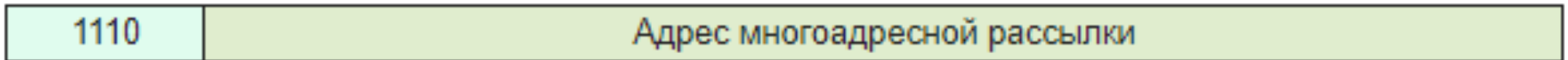
Класс В



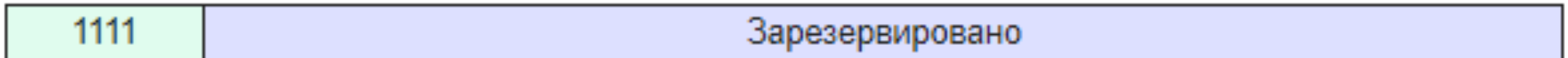
Класс С



Класс D



Класс E



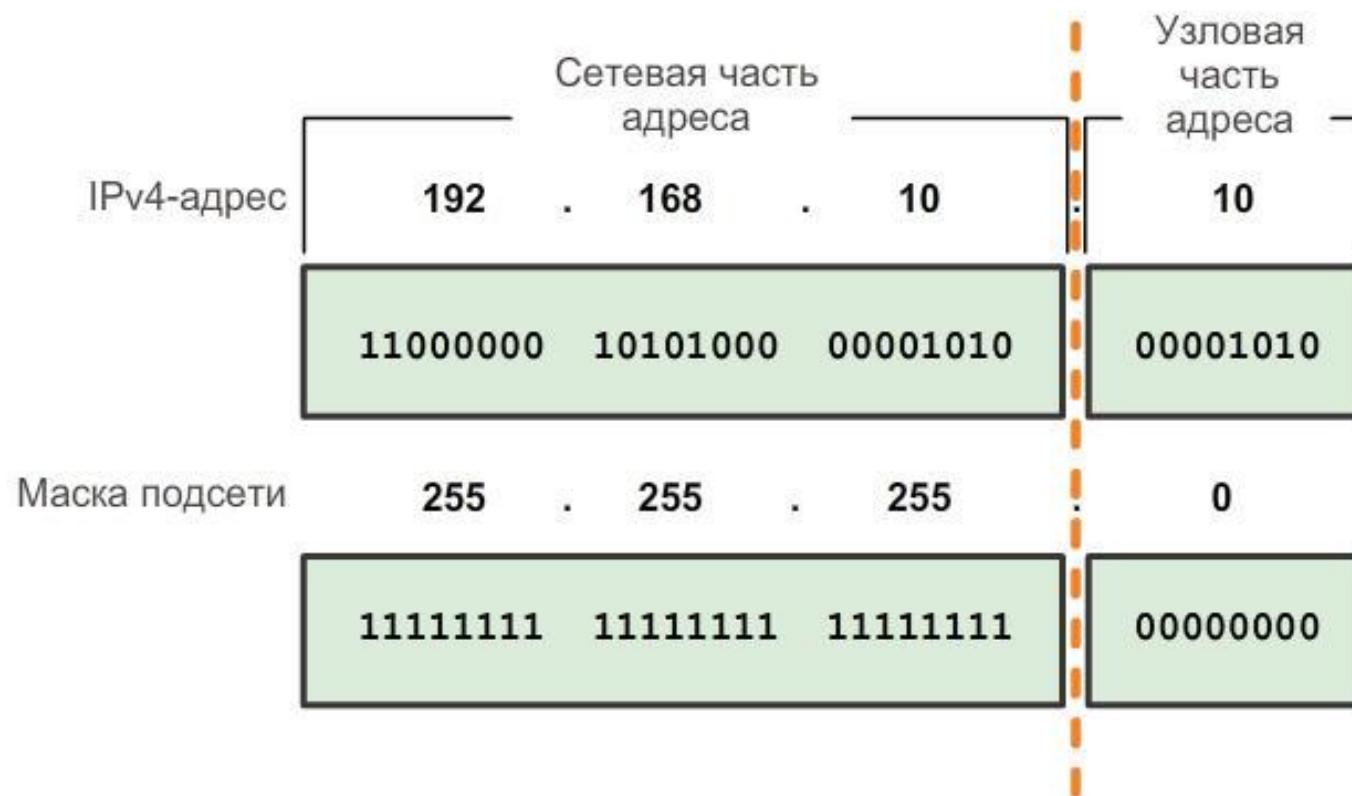


# Классовая адресация

Класс	Число возможных адресов сетей	Число возможных адресов хостов	Маска подсети	Начальный адрес	Конечный адрес
A	128	16 777 214	255.0.0.0	0.0.0.0	127.255.255.255
B	16 384	65 534	255.255.0.0	128.0.0.0	191.255.255.255
C	2 097 152	254	255.255.255.0	192.0.0.0	223.255.255.255
D	Групповой адрес			224.0.0.0	239.255.255.255
E	Зарезервировано			240.0.0.0	255.255.255.255



# Маска сети



# Маска сети

IPv4-адрес

11000000	10101000	00001010	00001010
----------	----------	----------	----------

Маска подсети

11111111	11111111	11111111	00000000
----------	----------	----------	----------

Сетевой адрес

11000000	10101000	00001010	00000000
----------	----------	----------	----------

1 И 1 = 1    1 И 0 = 0    0 И 1 = 0    0 И 0 = 0



# Маска / префикс

Маска подсети	Двоичная запись маски	Префикс	Класс
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8	A
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16	B
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24	C



# Маска / префикс. Допусти- мые значения

Маска подсети	Префикс маски	Двоичная запись маски
0.0.0.0	/0	00000000.00000000.00000000.00000000
128.0.0.0	/1	10000000.00000000.00000000.00000000
192.0.0.0	/2	11000000.00000000.00000000.00000000
224.0.0.0	/3	11100000.00000000.00000000.00000000
240.0.0.0	/4	11110000.00000000.00000000.00000000
248.0.0.0	/5	11111000.00000000.00000000.00000000
252.0.0.0	/6	11111100.00000000.00000000.00000000
254.0.0.0	/7	11111110.00000000.00000000.00000000
255.0.0.0	/8	11111111.00000000.00000000.00000000
255.128.0.0	/9	11111111.10000000.00000000.00000000
255.192.0.0	/10	11111111.11000000.00000000.00000000
255.224.0.0	/11	11111111.11100000.00000000.00000000
255.240.0.0	/12	11111111.11110000.00000000.00000000
255.248.0.0	/13	11111111.11111000.00000000.00000000
255.252.0.0	/14	11111111.11111100.00000000.00000000
255.254.0.0	/15	11111111.11111110.00000000.00000000
255.255.0.0	/16	11111111.11111111.00000000.00000000
255.255.128.0	/17	11111111.11111111.10000000.00000000
255.255.192.0	/18	11111111.11111111.11000000.00000000
255.255.224.0	/19	11111111.11111111.11100000.00000000
255.255.240.0	/20	11111111.11111111.11110000.00000000
255.255.248.0	/21	11111111.11111111.11111000.00000000
255.255.252.0	/22	11111111.11111111.11111100.00000000
255.255.254.0	/23	11111111.11111111.11111110.00000000
255.255.255.0	/24	11111111.11111111.11111111.00000000
255.255.255.128	/25	11111111.11111111.11111111.10000000
255.255.255.192	/26	11111111.11111111.11111111.11000000
255.255.255.224	/27	11111111.11111111.11111111.11100000
255.255.255.240	/28	11111111.11111111.11111111.11110000
255.255.255.248	/29	11111111.11111111.11111111.11111000
255.255.255.252	/30	11111111.11111111.11111111.11111100
255.255.255.254	/31	11111111.11111111.11111111.11111110
255.255.255.255	/32	11111111.11111111.11111111.11111111





# Маска сети

IP-адрес: **192.168.100.1**

Маска: **255.255.255.0 (/24)**

Адрес сети: **192.168.100.0**



В одной сети?

215.220.215.220/12

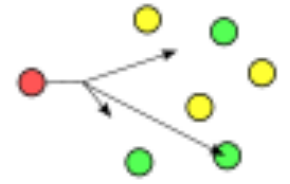
215.200.215.220/12



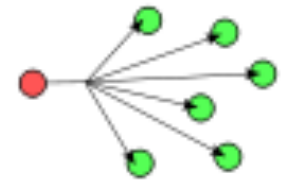
# Типы IP адресов и рассылок

- Адрес сети (network address) - **192.168.100.0** /24 (в узловой части все разряды =0)
- Широковещательный адрес / broadcast - **192.168.100.255** /24 (в узловой части все разряды =1)
- Узловой адрес / unicast - **192.168.100.101** /24
- Групповой адрес / multicast - диапазон 224.0.0.0 – 239.255.255.255
- Ближайшая группа / anycast

anycast



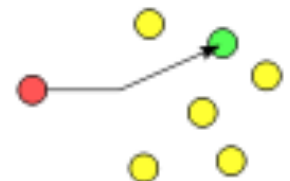
broadcast



multicast



unicast



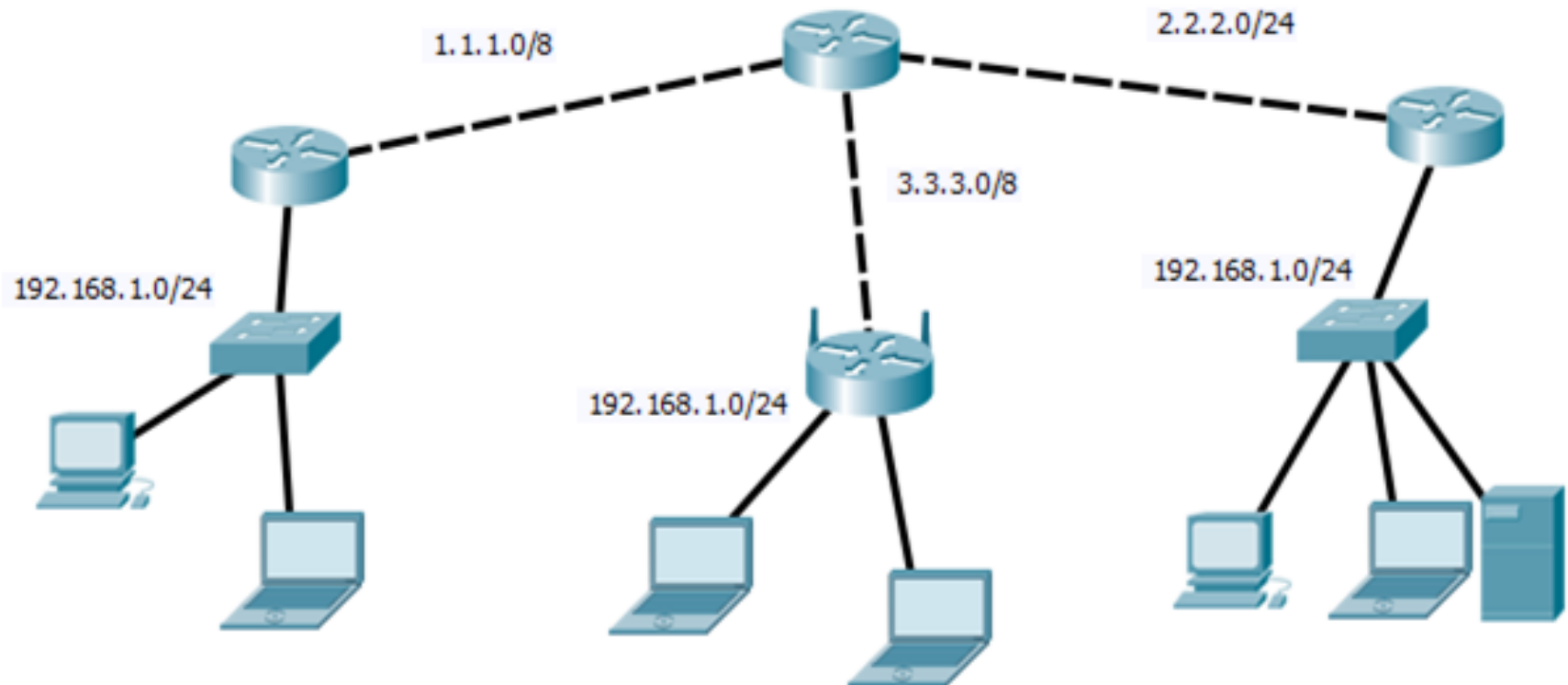
# Специальные IPv4-адреса

- **Сетевые адреса и адреса широковещательной рассылки:** в пределах каждой сети узлам не назначаются первый и последний адреса
- **Интерфейс «обратной петли»:** 127.0.0.1 (127.0.0.0 – 127.255.255.255 зарезервированы)
- **Локальный адрес канала:** 169.254.0.0 – 169.254.255.255 (169.254.0.0/16) (служба APIPA)
- **Адреса TEST-NET:** 192.0.2.0—192.0.2.255 (192.0.2.0/24) для образовательных и обучающих целей
- **Экспериментальные адреса:** 240.0.0.0—255.255.255.254



# Частные или «серые» адреса

Диапазон	Маска	Кол-во узлов
10.0.0.0.-10.255.255.255.	255.0.0.0	≈16,5 млн
172.16.0.0.-172.31.255.255	255.240.0.0	≈ 65,5 тыс
192.168.0.0.-192.168.255.255.	255.255.255.0	254



# «Серый», «белый» или специальный?

192.23.11.8

10.1.1.256

148.108.62.95

127.0.0.1

245.255.123.49

100.54.100.90

169.34.0.0

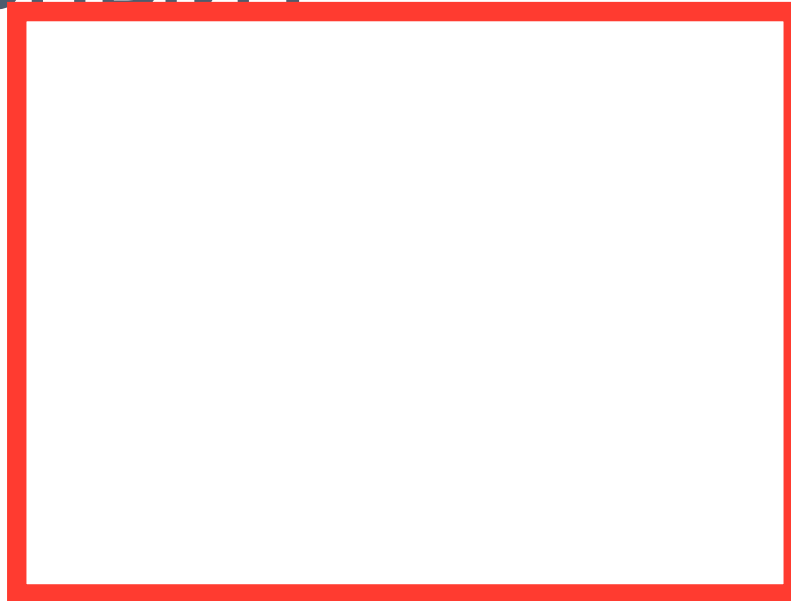
169.254.18.191

1.1.1.1

208.152.84.255

225.37.257.34

255.255.255.255





# Протоколы сетевого уровня





# Internet Protocol (IPv4)

Internet Protocol (IP, Интернет протокол или межсетевой протокол) — является маршрутизируемым протоколом сетевого уровня. На основе протокола IP работает большинство современных сетей.

Октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	Версия			IHL			Тип обслуживания				Длина пакета																					
4	Идентификатор										Флаги		Смещение фрагмента																			
8	Время жизни (TTL)				Протокол				Контрольная сумма заголовка																							
12	IP-адрес отправителя																															
16	IP-адрес получателя																															
20	Параметры (от 0 до 10-и 32-х битных слов)																															
	Данные																															





# ARP – Address Resolution Protocol

Word Offset	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
0x0000	Hardware Type (0x01)		Protocol Type (0x80)	
0x0010	HLEN (0x06)	PLEN (0x04)	Operation	
0x0020	Sender Hardware Address			
0x0030			Sender Protocol Address	
0x0040				
0x0050	Target Hardware Address			
0x0060			Target Protocol Address	
0x0070				



# ICMP – Internet Control Message Protocol (ping, tracert...)

Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Type								Code								Checksum															
4	32	Rest of Header																															

Тип=8. Эхо-запрос.

Тип=0. Эхо-ответ.

Тип=3. Код=0. Сеть недостижима

Тип=3. Код=1. Узел недостижим

Тип=3. Код=3. Порт недостижим

Тип=3. Код=4. Необходима фрагментация, но установлен флаг её запрета (DF)

Тип=11. TTL истекло

и т.д.



# Routing and Forwarding



- Маршрутизаторы выполняют задачи:

- ❖ **Routing** — маршрутизация — поиск маршрута для IP-пакета
- ❖ **Forwarding** – продвижение — пересылка пакета в нужный шлюз/сетевой интерфейс

- Маршрутизация бывает

- ❖ **Статическая** (таблицы настраиваются на каждом маршрутизаторе)
- ❖ **Динамическая** (маршрутизаторы сами обмениваются таблицами)

**Важно.** Маршрутизация выполняется на каждом компьютере, даже на обычной рабочей станции имеется таблица маршрутизации, как правило из одно (устройство) или двух (устройство и маршрут по умолчанию)

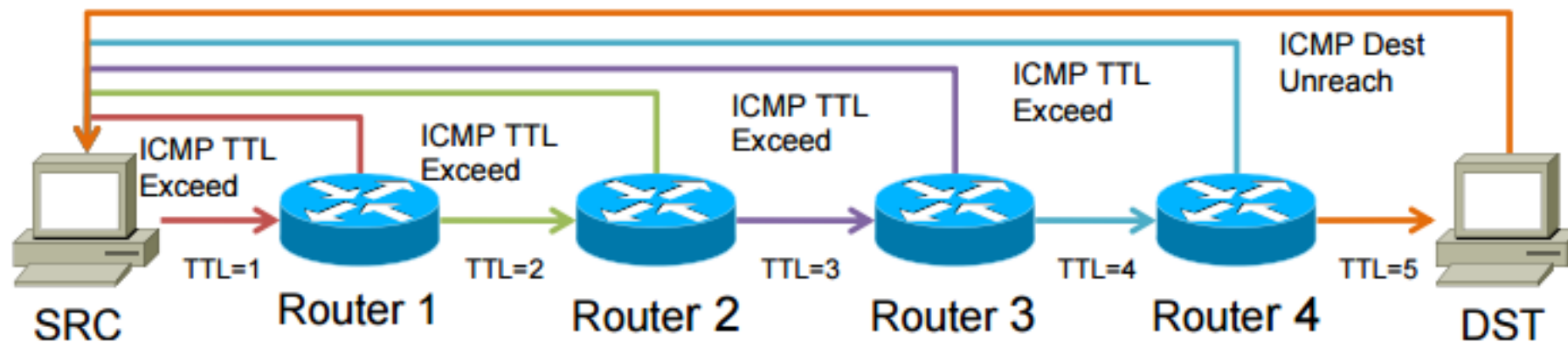


# Практика

- Настройка статической маршрутизации в Packet Tracer.



# Утилита tracert





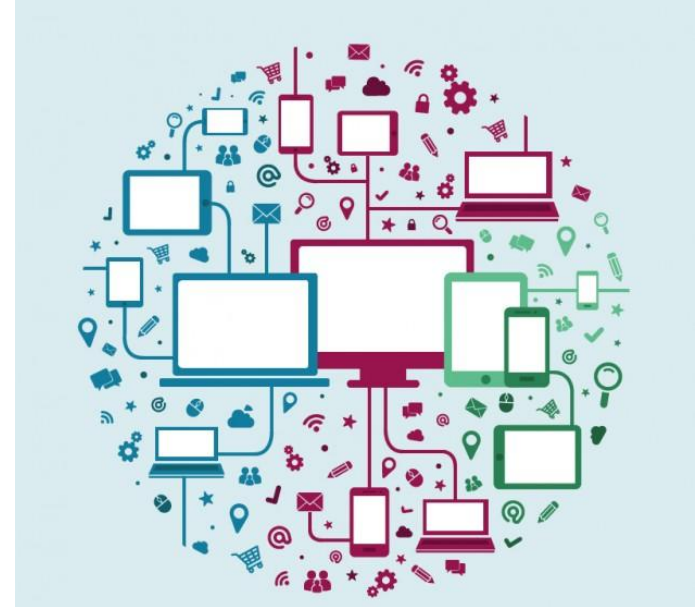
# Практическое задание

Работа в РТ.

Объедините предложенные в файле сети с помощью статической маршрутизации



Вопросы?



На следующем занятии...  
Сетевой уровень. Часть 2

Бесклассовая адресация.

Динамическая маршрутизация

