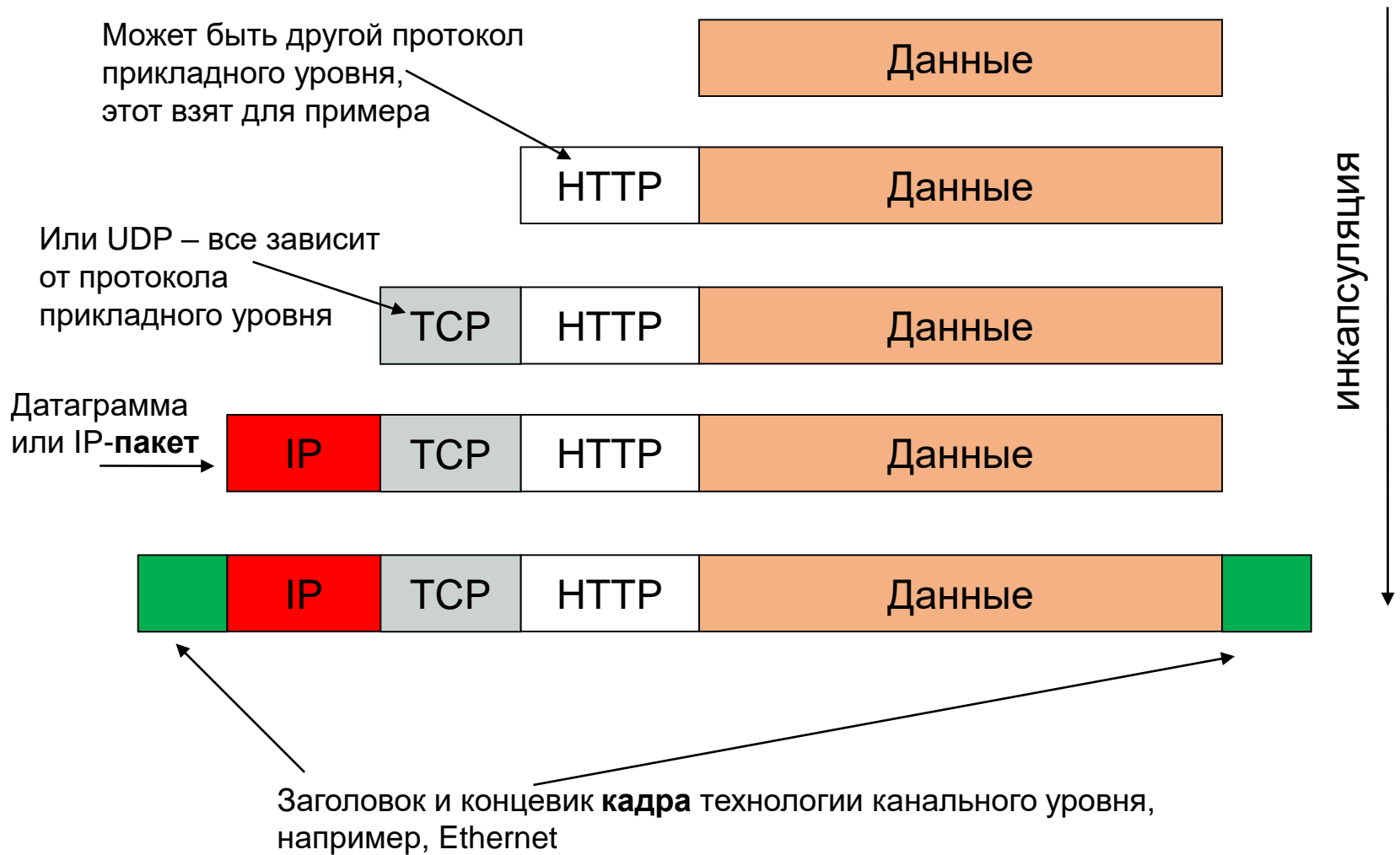


# Практики

Адресация IPv4

# Процесс формирования датаграммы



# Жизненный цикл датаграммы

1. Формирование датаграммы: расчет контрольной суммы, конструирование заголовка
2. Определение адреса узла-получателя
3. Определение ближайшего маршрутизатора
4. На каждом маршрутизаторе:
  - вычисляется контрольная сумма заголовка;
  - проверяется значение TTL (при необходимости пакеты отбрасываются);
  - определяется следующий ближайший маршрутизатор;
  - при необходимости производится фрагментация.
5. На узле-получателе проверяется контрольная сумма заголовка и количество фрагментов, производятся необходимые перезапросы при повреждении или потере датаграмм

**Важно:** при добавлении информации о IP-адресах пройденных узлов-маршрутизаторов или шлюзов длина датаграммы увеличивается

# Формат IPv4-заголовка

	4	8	16	32 бита	
Версия	Длина заголовка	Тип обслуживания	Длина датаграммы		
Идентификатор			Флаги	Смещение фрагмента	
TTL	Протокол верхнего уровня		Контрольная сумма заголовка		
IP-адрес отправителя					
IP-адрес получателя					
Опции (может отсутствовать)				Заполнитель	

- **Версия** – 4 или 6
- **Длина заголовка** – указатель на окончание заголовка, т.к. заголовки не имеют фиксированной длины
- **Тип обслуживания:** приоритет -3 бита, задержка (D), пропускная способность (T), надежность (R) – по 1 биту, остальное – резерв. Используется при маршрутизации.
- **Длина датаграммы** – указатель на окончание датаграммы, т.к. она не имеет фиксированной длины.
- **Идентификатор** – индивидуальный номер пакета, под которым он пересылается по сети.
- **Флаги** – поле, указывающее на дополнительные действия над пакетом, в частности, фрагментацию. Т.е. будут и еще фрагменты исходного пакета в последующих IP-пакетах. DF – не фрагментировано, MF- еще фрагменты.

- **Смещение фрагмента** – указатель на размер фрагмента.
- **TTL** (Time to Live) – время жизни пакета. По умолчанию TTL=255, на каждом узле вычитается минимум 1, при TTL=0 пакет удаляется из сети. Необходимо для предотвращения блуждания пакетов по сети и появления паразитного трафика.
- **Протокол** – указатель на протокол транспортного уровня. Используется при маршрутизации.
- **Контрольная сумма заголовка** – вычисляется на основании информации заголовка в процессе его формирования. Важно – в IP нет контроля за правильностью передаваемых пользовательских данных, эта функция возложена на протоколы верхних уровней

- **IP-адрес отправителя** – адрес узла, с которого был отправлен пакет.
- **IP-адрес получателя** – адрес узла, на который был отправлен пакет.  
Эти поля используются при маршрутизации.
- **Опции** – факультативное поле. Может содержать дополнительные параметры, такие как секретность, маршрут и т.п. Используется для обеспечения качества обслуживания и защиты информации на сетевом уровне.
- **Заполнитель** – выравнивает длину заголовка до кратной 32 битам.
- В конец IP-заголовка может дописываться информация об узлах, через которые этот пакет уже прошел. Это приводит к увеличению размера датаграммы в процессе передачи по сети.

# Адресация в IPv4-сетях

## Основные определения

**Имя сетевого устройства** – уникальный идентификатор, взаимосвязан с адресом.

### **Адрес:**

-физический, или MAC-адрес, назначается сетевой плате, программно или аппаратно, анализируется на физическом уровне.

-логический или IP-адрес, назначается устройству программно. Анализируется на сетевом уровне. Связан с MAC-адресом посредством протокола ARP.

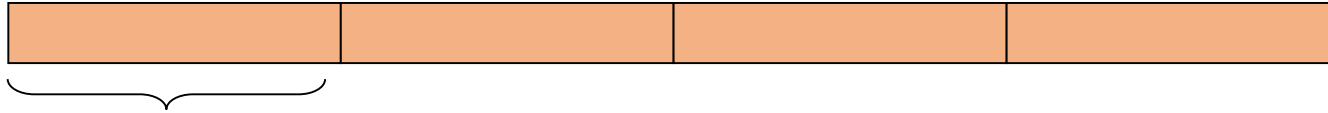
**Маршрут** – указание системе о доставке информации к точке назначения.

## Пример ARP-таблицы

```
Interface: 192.168.10.104 --- 0x12
  Internet Address      Physical Address      Type
  192.168.10.1         e8-5a-a7-00-0e-f7    dynamic
  192.168.10.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff    static
  224.0.0.2            01-00-5e-00-00-02    static
  224.0.0.22          01-00-5e-00-00-16    static
  224.0.0.251         01-00-5e-00-00-fb    static
  224.0.0.252         01-00-5e-00-00-fc    static
  239.255.255.250     01-00-5e-7f-ff-fa    static
  255.255.255.255     ff-ff-ff-ff-ff-ff    static
```



# Структура IPv4-адреса



1 октет = 8 бит=1 байт, следовательно, может принимать значения от 0 до 255 включительно

- Пример IP-адреса:
  - в десятичной форме: 195.15.27.37
  - в двоичной форме: 11000011.00001111.00011011.00100101
- Зарезервированы:
  - 0 и 255 под маску
  - 1 под широковещательный адрес (например, 195.15.27.1 – сообщение отсылается всем устройствам подсети)
- Маска – способ обозначать количество машин в подсети.
  - Пример маски: 255.255.255.0
  - В двоичной форме:

11111111 11111111 11111111 00000000

**Важно:** единицы в маске идут **поряд**

# Классовая система адресации

- Разработана для разделения сетей на подсети, позволяет ускорить процесс обнаружения узла.
- Форматы IP-адресов:

– A 

0	сеть	узел	узел	узел
---	------	------	------	------

– B 

1	0	сеть	сеть	узел	узел
---	---	------	------	------	------

– C 

1	1	0	сеть	сеть	сеть	узел
---	---	---	------	------	------	------

– D 

1	1	1	0	Широковещательный адрес		
---	---	---	---	-------------------------	--	--

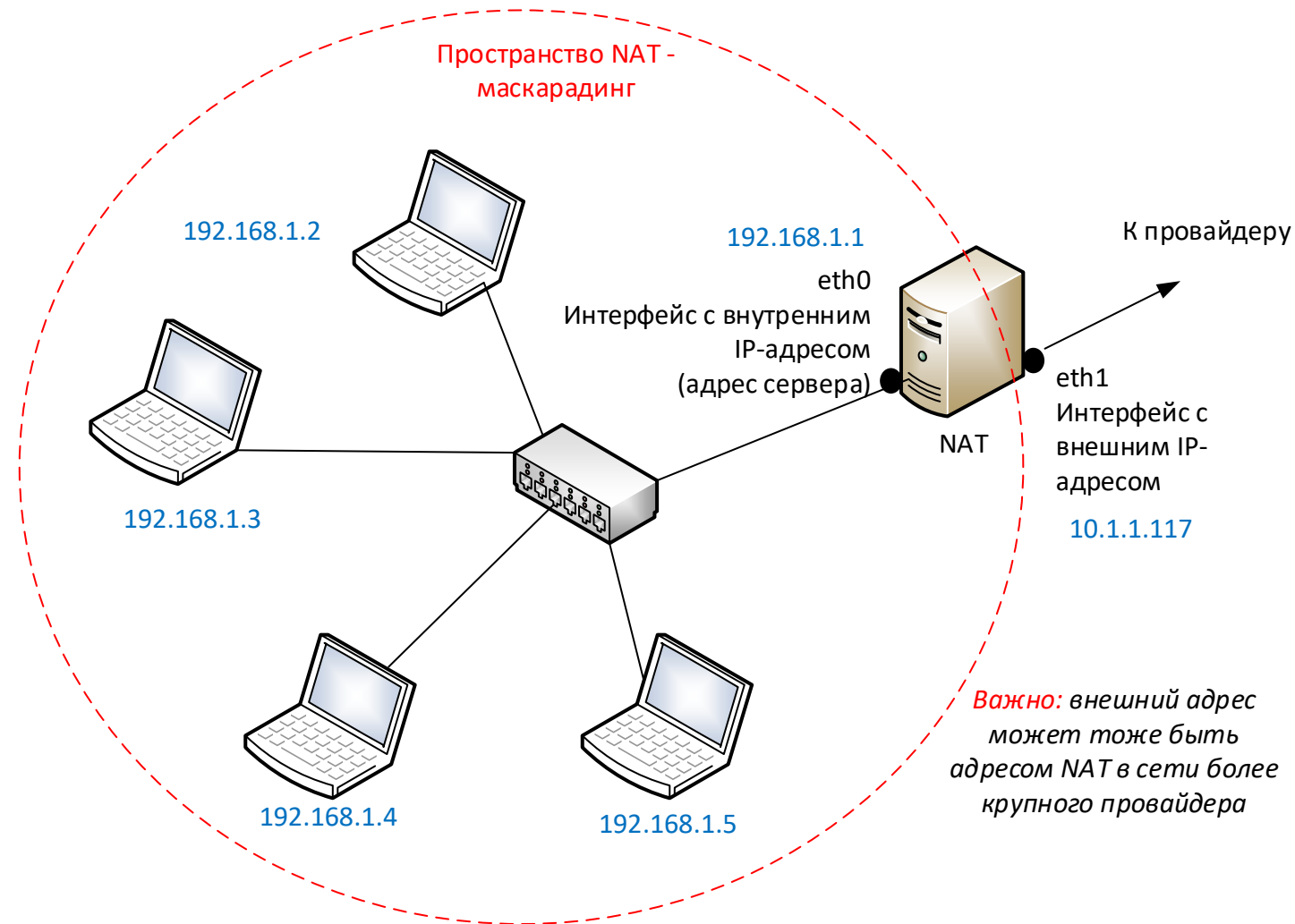
– E 

1	1	1	1	зарезервировано		
---	---	---	---	-----------------	--	--

# Диапазоны адресов по классам

- A: 1.0.0.0 -126.0.0.0
- B: 128.1.0.0. – 191.255.0.0
- C: 192.0.1.0 – 223.255.255.0
- D: 224.0.0.0 – 239.255.255.255
- E: 240.0.0.0 – 255.255.255.254
  
- **Специальные адреса:**
  - 192.168.\*.\*, 10.\*.\*.\*, 172.\*.\*.\* - маскарадные адреса (адреса для внутреннего пользования в локальной сети, используются совместно с системой NAT);
  - 127.0.0.0 – означает пересылку на это же устройство.
  - Сеть.сеть.сеть.1 – широковещательный адрес в указанной сети
  - 0.0.0.узел – адрес компьютера в этой сети, используется при инициализации ПО

# Принцип организации NAT



Синим цветом отмечены адреса для примера.

Тип соединения не влияет на таблицу маршрутизации.

# Бесклассовая адресация

- Причина перехода к бесклассовой адресации – неравномерность распределения IP-адресов. Оказалось, что количество небольших сетей (класса C) гораздо больше, чем предполагалось.
- Для организации бесклассовой адресации используется маска сети.

Маска: 11111111 11111111 11111111 1111 0000



Неизменяемая часть (подсеть)

Изменяемая  
часть  
(узел)

Или в десятичной форме: 255.255.255.240 / **28**

Количество единиц  
в маске

## Пример маски, назначенной классовым способом:

255.255.255.0

195.15.27.37

Подсеть

узел

11111111 11111111 11111111 00000000  
11000011 00001111 00011011 00100101

В этом случае количество узлов в подсети 253.

Диапазон адресов: 195.15.27.2 - 195.15.27.254.

Широковещательный: адрес: 195.15.27.1, адрес сети: 195.15.27.0

## Пример маски, назначенной бесклассовым способом:

255.255.255.240

195.15.27.37

Подсеть

узел

11111111 11111111 11111111 11110000  
11000011 00001111 00011011 00100101

В этом случае количество узлов в подсети 14.

Диапазон адресов: 195.15.27.33 - 195.15.27.46,

Широковещательный адрес: 195.15.27.47, адрес сети 195.15.27.32

Пример таблицы маршрутизации клиентского устройства //Win10, подключение к WLAN, скрытая сеть

```
=====  
Interface List  
 4...6c 4b 90 3c f7 95 .....Intel(R) Ethernet Connection (2) I219-V  
15...9e da 3e 6d 1e 29 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter  
 8...9c da 3e 6d 1e 2a .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #3  
18...9c da 3e 6d 1e 29 .....Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3165  
44...9c da 3e 6d 1e 2d .....Bluetooth Device (Personal Area Network) #2  
 1.....Software Loopback Interface 1  
=====  
IPv4 Route Table  
=====  
Active Routes:  
Network Destination          Netmask          Gateway           Interface        Metric  
          0.0.0.0            0.0.0.0          192.168.10.1     192.168.10.104    50  
          127.0.0.0            255.0.0.0         On-link          127.0.0.1         331  
          127.0.0.1          255.255.255.255   On-link          127.0.0.1         331  
127.255.255.255  255.255.255.255   On-link          127.0.0.1         331  
          192.168.10.0        255.255.255.0     On-link          192.168.10.104    306  
          192.168.10.104     255.255.255.255   On-link          192.168.10.104    306  
          192.168.10.255    255.255.255.255   On-link          192.168.10.104    306  
          224.0.0.0            240.0.0.0         On-link          127.0.0.1         331  
          224.0.0.0            240.0.0.0         On-link          192.168.10.104    306  
255.255.255.255  255.255.255.255   On-link          127.0.0.1         331  
255.255.255.255  255.255.255.255   On-link          192.168.10.104    306  
=====  
Persistent Routes:  
None  
  
IPv6 Route Table  
=====  
Active Routes:  
If Metric Network Destination          Gateway  
 1     331  ::1/128                On-link  
 1     331  ff00::/8                On-link  
=====  
Persistent Routes:
```

Пример списка  
активных  
соединений  
// утилита netstat -a

Выводится по  
протоколам: TCP,  
UDP, прочие.

#### Active Connections

Proto	Local Address	Foreign Address	State	Offload State
TCP	127.0.0.1:50418	DESKTOP-6A80301:50419	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50419	DESKTOP-6A80301:50418	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50420	DESKTOP-6A80301:50421	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50421	DESKTOP-6A80301:50420	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50425	DESKTOP-6A80301:50426	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50426	DESKTOP-6A80301:50425	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50497	DESKTOP-6A80301:50498	ESTABLISHED	InHost
TCP	127.0.0.1:50498	DESKTOP-6A80301:50497	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:49455	40.119.211.203:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50410	a88-221-132-16:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50422	a95-101-119-8:http	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50423	a95-101-119-8:http	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50424	ec2-52-34-188-51:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50427	ec2-54-69-207-70:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50428	ec2-54-69-207-70:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50429	sba:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50432	93.184.220.29:http	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50433	93.184.220.29:http	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50436	a2-19-115-62:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50437	yandex:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50438	cdn:http	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50440	mail:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50441	mail:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50442	r:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50443	host205:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50444	is-radar21:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50445	194.226.130.227:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50446	is-radar21:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50447	r:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50448	ip1:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50449	img:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50450	217.69.135.203:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50451	limgsms:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50452	r:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50453	bar:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50454	top-fwz1:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50455	r:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50456	srf:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50457	likemore-go:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50458	sipuha:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50459	stepan-fe:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50460	40.112.199.13:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50461	portal:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50462	r:https	CLOSE_WAIT	InHost
TCP	192.168.10.104:50463	40.112.199.13:https	ESTABLISHED	InHost
TCP	192.168.10.104:50464	r:https	CLOSE_WAIT	InHost