

Компьютерные сети

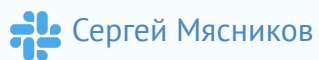
лекция 2



Сергей
Мясников



Сергей Мясников
Сетевой Инженер, RingCentral
ex Mail.ru Group





План модуля

1. Работа в терминале, лекция 1
2. Работа в терминале, лекция 2
3. Операционные системы, лекция 1
4. Операционные системы, лекция 2
5. Файловые системы
6. Компьютерные сети, лекция 1
- 7. Компьютерные сети, лекция 2**
8. Компьютерные сети, лекция 3
9. Элементы безопасности информационных систем



План занятия

1. [Модель OSI](#)
2. [L1: Физика](#)
3. [L2 Коммутация](#)
4. [L3 IP адресация](#)
5. [Итоги](#)
6. [Домашнее задание](#)



Модель OSI

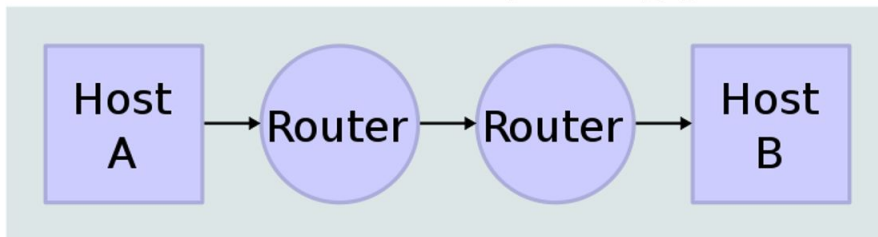
Протоколы и уровни

Распределение протоколов по уровням модели OSI

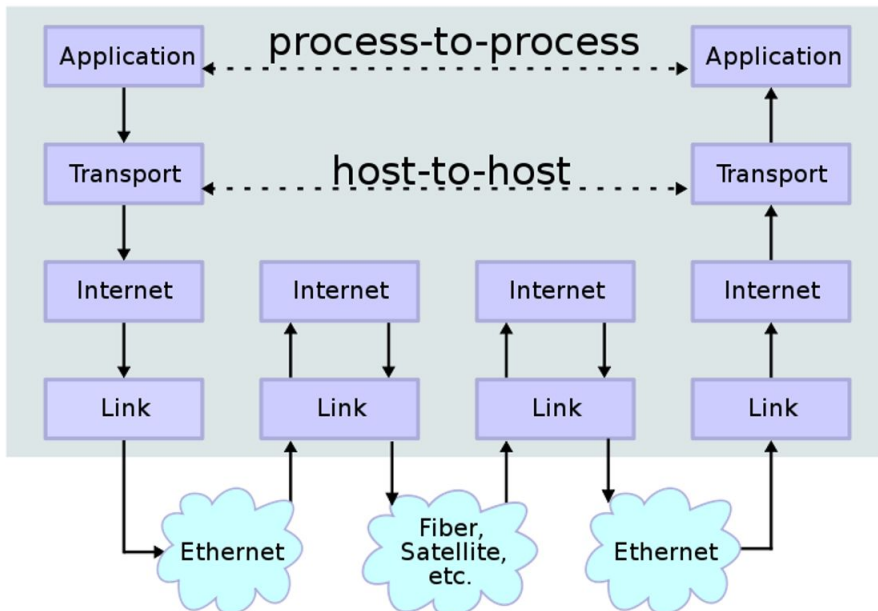
	ТСР/IP	OSI	
7	Прикладной	Прикладной	напр., HTTP , SMTP , SNMP , FTP , Telnet , SSH , SCP , SMB , NFS , RTSP , BGP
6		Представления	напр., XDR , AFP , TLS , SSL
5		Сеансовый	напр., ISO 8327 / CCITT X.225 , RPC , NetBIOS , PPTP , L2TP , ASP
4	Транспортный	Транспортный	напр., TCP , UDP , SCTP , SPX , ATP , DCCP , GRE
3	Сетевой	Сетевой	напр., IP , ICMP , IGMP , CLNP , OSPF , RIP , IPX , DDP
2	Канальный	Канальный	напр., Ethernet , Token ring , HDLC , PPP , X.25 , Frame relay , ISDN , ATM , SPB , MPLS , ARP
1		Физический	напр., электрические провода , радиосвязь , волоконно-оптические провода , инфракрасное излучение

Модель передачи данных

Network Topology



Data Flow



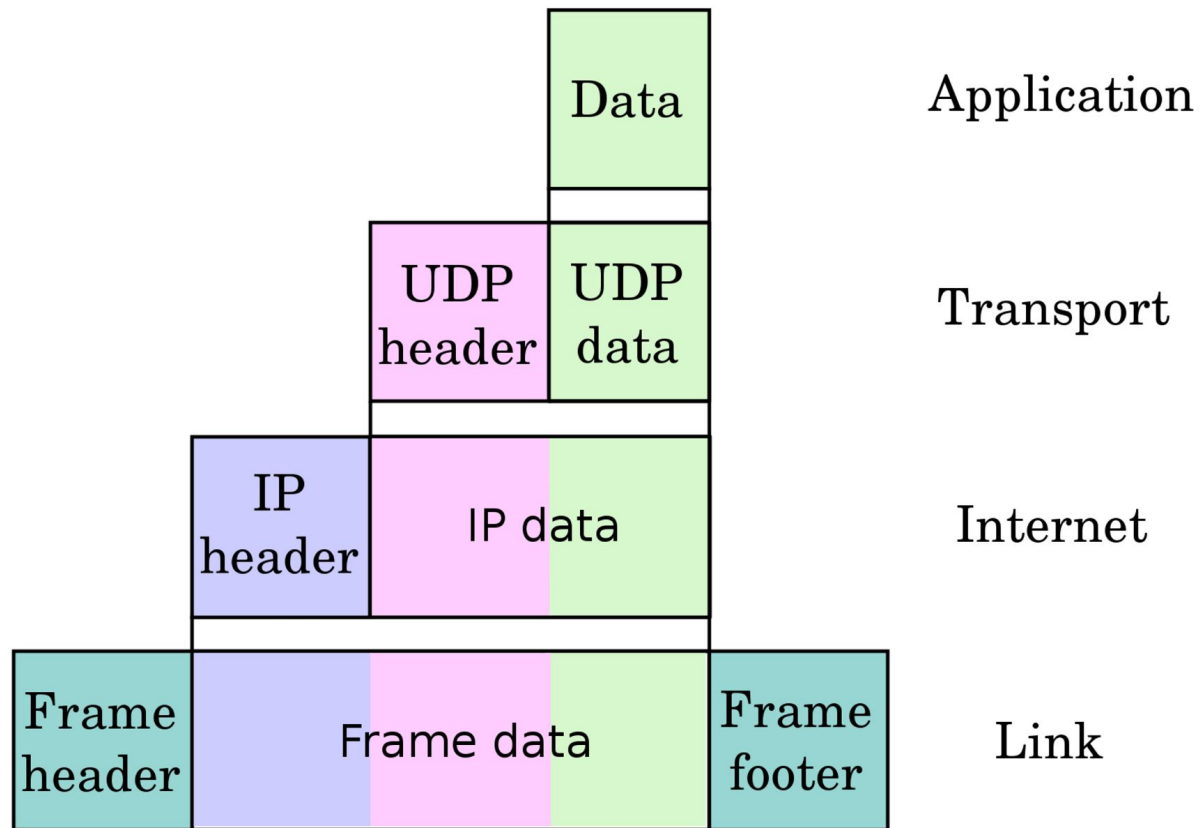
L5-7 - APPLICATION

L4 - HOST OR LOAD BALANCERS

L3 - ROUTERS

L2 - SWITCHES

Инкапсуляция данных





L1 – Физика

L1: Модули SFP

Различное наполнение коммутатора в зависимости от типа портов на сервере.



L1: Параметры Ethernet – Speed, Duplex

Разные типы линков по скорости:

- 100/1000 Mbit;
- 1G/10G;
- 10G/25G;
- 40G, 100G

Duplex:

- Full - по умолчанию;
- Half - проблема с линком.

L1: Коннекторы

Разные типы оптики – Single Mode, Multi-Mode.

Оптика распаивается на оптический кросс.

Оптический патчкорд обычно соединяет участок между кроссом и оборудованием.



L1: состояние порта – UP, DOWN

`ip -c -br link`

`ip link set dev <interface> down`

`ip link set dev <interface> up`

```
serge@M1B00K6928:/mnt/c/Users/sergey.myasnikov$ ip -br l
lo                UNKNOWN          00:00:00:00:00:00 <LOOPBACK,UP,LOWER_UP>
bond0             DOWN             62:ce:ef:67:56:52 <BROADCAST,MULTICAST,MASTER>
dummy0           DOWN             66:d2:4c:e6:1e:b2 <BROADCAST,NOARP>
eth0             UP              00:15:5d:52:c8:24 <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>
sit0@NONE        DOWN             0.0.0.0 <NOARP>
```

LLDP – информация о соседнем устройстве

LLDP – протокол для обмена информацией между соседними устройствами, позволяет определить к какому порту коммутатора подключен сервер.

```
apt install lldpd
```

```
systemctl enable lldpd && systemctl start lldpd
```

```
root@docker_vm# lldpctl
=====
LLDP neighbors:
=====
Interface: ens18, via: LLDP, RID: 1, Time: 0 day, 00:18:03
Chassis:
ChassisID: mac 18:66:da:8b:cb:bc
SysName: proxmox1.com
SysDescr: Debian GNU/Linux 10 (buster) Linux 5.3.13-1-pve #1 SMP PVE 5.3.13-1 (Thu, 05
Dec 2019 07:18:14 +0100) x86_64
MgmtIP: 192.168.10.20
Capability: Bridge, on
Capability: Router, off
```



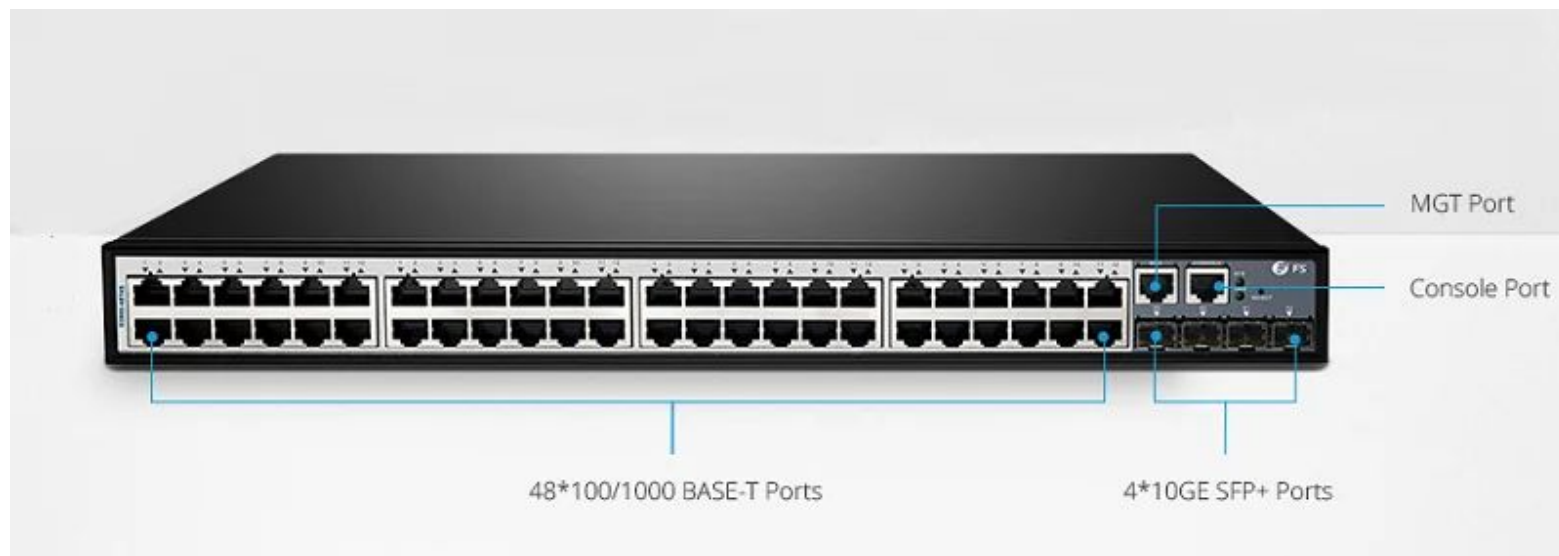
L2 – Коммутация

Uplink и Downlink порты

Uplink – порты в сторону ядра сети. Обычно 4-6 портов на коммутаторе.

Downlink – порты к серверам. Обычно 24-48 портов на коммутаторе.

Oversubscription – переподписка, соотношение Downlink/Uplink.



MAC таблица

Хранятся записи вида «MAC-порт». Время хранения каждой записи ограничено, таймер – mac aging-time.

BUM трафик – Broadcast, Unknown-Unicast, Multicast – рассылается во все порты кроме входящего.

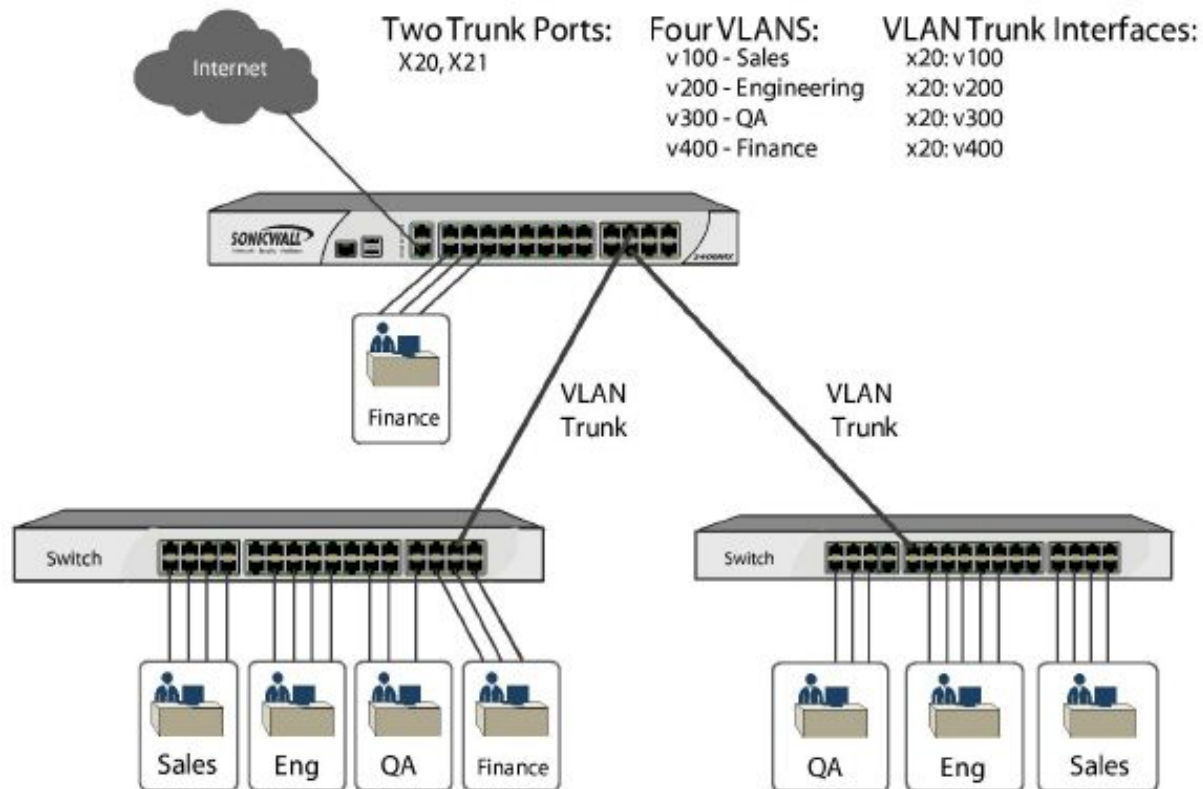
Пример MAC таблицы на Cisco коммутаторе:

```
#show mac address-table
      Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----    -
All     0100.0ccc.cccc    STATIC    CPU
All     0100.0ccc.cccd    STATIC    CPU
All     ffff.ffff.ffff    STATIC    CPU
10      0000.0c07.abcd    DYNAMIC   Gi0/1
20      000b.be68.bcde    DYNAMIC   Gi0/2
30      0013.6016.cdef    DYNAMIC   Gi0/3
```

VLAN – виртуальное разделение коммутатора

VLAN ID - метка в диапазоне 1 - 4096

<http://xgu.ru/wiki/VLAN>



Trunk и Access порты

Trunk порт:

- 1 порт – много VLAN id;
- пакеты отправляются с меткой(тегом) dot1q, соответствующей VLAN id;
- VLAN без метки – native vlan, по умолчанию VLAN id = 1;
- 802.1q – стандарт Ethernet определяющий метки;
- используется, как правило, на Uplink портах;
- в linux устанавливается пакет vlan.

Trunk и Access порты

Access порт:

- 1 порт – 1 VLAN id;
- порт принимает только пакеты без метки;
- используется, как правило, на портах пользователей или серверах с одним сетевым адресом.

VLAN в linux

apt install vlan

```
vi /etc/network/interfaces

auto vlan1400
iface vlan1400 inet static
    address 192.168.1.1
    netmask 255.255.255.0
    vlan_raw_device eth0

auto eth0.1400
iface eth0.1400 inet static
    address 192.168.1.1
    netmask 255.255.255.0
    vlan_raw_device eth0
```

[Настройка VLAN в Ubuntu](#)

LAG – агрегация портов

- Используется для увеличения полосы в сторону сервера;
- Как правило, на сервере имеется 3-4 сетевых интерфейса;
- Позволяет использовать несколько физических интерфейсов как один логический.

LAG в Linux – бондинг, имя интерфейса bond0, bond1.

```
apt install ifenslave
```

```
modprobe bonding
```

Типы LAG:

- статический (на Cisco mode on);
- динамический – LACP протокол (на Cisco mode active).

<https://wiki.debian.org/Bonding>

[Агрегирование каналов](#)



L3: IP адресация

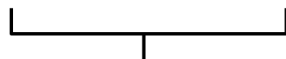
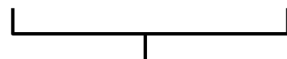
IPv4 адрес

IPv4 address in dotted-decimal notation

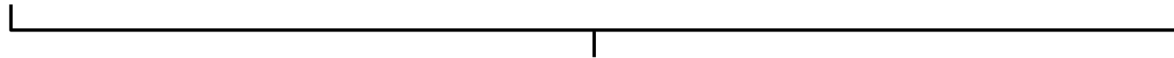
172 . 16 . 254 . 1



10101100 . 00010000 . 11111110 . 00000001



8 bits



32 bits (4 bytes)

Классовая адресация сетей

класс А	0	адрес сети (7 бит)	адрес хоста (24 бита)
класс В	10	адрес сети (14 бит)	адрес хоста (16 бит)
класс С	110	адрес сети (21 бит)	адрес хоста (8 бит)
класс D	1110	адрес многоадресной рассылки	
класс E	1111 ^[1]	зарезервировано	

Class A – большая сеть, свыше 16 миллионов хостов в каждой сети.

Class B – 65 534 хостов в каждой сети.

Class C – 254 хоста.

IP классы

Class A

0. 0. 0. 0 = 00000000.00000000.00000000.00000000
127.255.255.255 = 01111111.11111111.11111111.11111111
0nnnnnnn.HHHHHHHH.HHHHHHHH.HHHHHHHH

Class B

128. 0. 0. 0 = 10000000.00000000.00000000.00000000
191.255.255.255 = 10111111.11111111.11111111.11111111
10nnnnnnn.nnnnnnnn.HHHHHHHH.HHHHHHHH

Class C

192. 0. 0. 0 = 11000000.00000000.00000000.00000000
223.255.255.255 = 11011111.11111111.11111111.11111111
110nnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.HHHHHHHH

Class D

224. 0. 0. 0 = 11100000.00000000.00000000.00000000
239.255.255.255 = 11101111.11111111.11111111.11111111
1110XXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX

Class E

240. 0. 0. 0 = 11110000.00000000.00000000.00000000
255.255.255.255 = 11111111.11111111.11111111.11111111
1111XXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX

CIDR – бесклассовая адресация – маски

IPv4 CIDR

IP/маска	До последнего IP в подсети	Маска	Всего адресов	Узловых адресов	Класс
a.b.c.d/32	+0.0.0.0	255.255.255.255	1	(нет)	1/256 C
a.b.c.d/31	+0.0.0.1	255.255.255.254	2	2 ^[1]	1/128 C
a.b.c.d/30	+0.0.0.3	255.255.255.252	4	2	1/64 C
a.b.c.d/29	+0.0.0.7	255.255.255.248	8	6	1/32 C
a.b.c.d/28	+0.0.0.15	255.255.255.240	16	14	1/16 C
a.b.c.d/27	+0.0.0.31	255.255.255.224	32	30	1/8 C
a.b.c.d/26	+0.0.0.63	255.255.255.192	64	62	1/4 C
a.b.c.d/25	+0.0.0.127	255.255.255.128	128	126	1/2 C
a.b.c.0/24	+0.0.0.255	255.255.255.000	256	254	1 C
a.b.c.0/23	+0.0.1.255	255.255.254.000	512	510	2 C
a.b.c.0/22	+0.0.3.255	255.255.252.000	1024	1022	4 C

ipcalc – cli ip калькулятор

```
apt install ipcalc
```

```
ipcalc 192.168.1.1/24
```

```
ipcalc -b --split 10 20 192.168.100.0/24
```

```
sergaM1B00K6928:/mnt/c/Users/sergey.myasnikov$ ipcalc 192.168.1.1/24
Address:   192.168.1.1           11000000.10101000.00000001. 00000001
Netmask:   255.255.255.0 = 24    11111111.11111111.11111111. 00000000
Wildcard:  0.0.0.255           00000000.00000000.00000000. 11111111
=>
Network:   192.168.1.0/24       11000000.10101000.00000001. 00000000
HostMin:   192.168.1.1         11000000.10101000.00000001. 00000001
HostMax:   192.168.1.254       11000000.10101000.00000001. 11111110
Broadcast: 192.168.1.255       11000000.10101000.00000001. 11111111
Hosts/Net: 254                  Class C, Private Internet
```

IPv4 Частные подсети

Используются в сетях, не маршрутизируемых в интернете.

Недопустимо внутри локальной сети использовать чужие публичные IP адреса, из-за этого вы потеряете доступ к этим адресам в сети интернет.

10.0.0.0 – 10.255.255.255 (маска подсети: 255.0.0.0 или /8)

172.16.0.0 – 172.31.255.255 (маска подсети: 255.240.0.0 или /12)

192.168.0.0 – 192.168.255.255 (маска подсети: 255.255.0.0 или /16)

100.64.0.0 – 100.127.255.255 (маска подсети: 255.192.0.0 или /10) Carrier-Grade NAT.

IPv4 Специальные подсети

127.0.0.0/8 – localhost, для передачи внутри хоста.

169.254.0.0/16 – автоназначение, если настроено получение адреса по DHCP, но ни один сервер не отвечает.

224.0.0.0/4 – мультикаст - многоадресная рассылка.

240.0.0.0/4 – зарезервировано для использования в будущем.

И много других, полный список по [ссылке](#).

L 2.5 – ARP таблица

- ARP предназначен для определения MAC-адреса по IP-адресу;
- работает только для IP адресов внутри одной подсети

```
C:\Users\sergey.myasnikov>arp -a
```

```
Интерфейс: 100.100.14.113 --- 0x3
```

адрес в Интернете	Физический адрес	Тип
100.100.14.1	00-00-0c-9f-f0-02	динамический
100.100.14.8	6c-9c-ed-40-42-c1	динамический
100.100.14.9	40-55-39-0c-dd-c1	динамический
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	статический
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	статический

```
arp -d 192.168.100.25
```

```
serge@M1B00K6928:/mnt/c/Users/sergey.myasnikov$ ip neigh  
172.27.64.1 dev eth0 lladdr 00:15:5d:cd:3b:bf STALE
```

```
sudo ip neigh flush all
```

Шлюз по умолчанию – Default gateway

- адрес шлюза должен быть в одной сети с хостом;
- шлюз по умолчанию настраивается один раз на хост;
- если у хоста несколько сетевых интерфейсов, шлюз по умолчанию настраивается только на одном из них;
- шлюз по умолчанию и маршрут по умолчанию это разные вещи;
- как правило, для шлюза по умолчанию выбирают первый доступный адрес в сети.

ip – linux cli утилита

ip link – состояние интерфейсов;

ip address – IP адреса интерфейсов;

ip neighbour – ARP таблица;

ip route – таблица маршрутизации

```
[sm@manjaro ~]$ ip -c -br link
lo                UNKNOWN          00:00:00:00:00:00 <LOOPBACK,UP,LOWER_UP>
enp0s25          DOWN              54:ee:75:32:28:c6 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
wlp4s0           UP                e8:b1:fc:32:4c:27 <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>

[sm@manjaro ~]$ ip -c -br address
lo                UNKNOWN          127.0.0.1/8 ::1/128
enp0s25          DOWN
wlp4s0           UP                192.168.1.21/24 fe80::c58e:4091:11b7:d022/64

[sm@manjaro ~]$ ip -c neighbour
192.168.1.1 dev wlp4s0 lladdr 40:31:3c:03:80:9b REACHABLE

[sm@manjaro ~]$ ip -c route
default via 192.168.1.1 dev wlp4s0 proto dhcp metric 600
192.168.1.0/24 dev wlp4s0 proto kernel scope link src 192.168.1.21 metric 600
192.168.250.0/24 via 192.168.250.1 dev wlp4s0 proto static metric 600
192.168.250.1 dev wlp4s0 proto static scope link metric 600
```

Итоги

Сегодня мы:

- рассмотрели модель OSI;
- рассмотрели физические интерфейсы и их параметры;
- познакомились с L2 коммутацией, VLAN, LAG;
- рассмотрели принципы IP адресации, классы, маски подсети;
- познакомились с работой ARP.

Домашнее задание

Давайте посмотрим ваше [домашнее задание](#).

- Вопросы по домашней работе задавайте **в чате** мессенджера Slack.
- Задачи можно сдавать **по частям**.
- Зачёт по домашней работе проставляется после того, как **приняты все задачи**.



Дополнительные материалы

[Цикл статей - сети для самых маленьких](#)

[Xgu.ru - wiki по сетевым технологиям](#)

[Краткая справка по работе с утилитой ip](#)

**Задавайте вопросы и
пишите отзыв о лекции!**

Сергей Мясников