

Лабораторная работа №6

Сетевые технологии

Иванов Сергей Владимирович, НПИбд-01-23

21 ноября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

Разбиение IPv4-сети на подсети

1) 172.16.20.0/24

Префикс: /24

Маска: 11111111.11111111.11111111.00000000 в двоичной записи или 255.255.255.0

Диапазон адресов узлов: $2^{(32 - 24)} = 2^8 = 256 \Rightarrow 172.16.20.1 - 172.16.20.254$

broadcast: 172.16.20.255

Рис. 1: Разбиение IPv4-сети

Разбиение IPv4-сети на подсети

Разделение на сети:

1. 126 узлов: ближайшая степень 2: $2^7 = 128$. $128 - 2$ (broadcast и адрес сети) как раз 126.

$32 - 7 = 25$, значит маска сети 11111111.11111111.11111111.10000000 или 255.255.255.128

Адрес сети: 172.16.20.0/25

Диапазон адресов узлов: $2^7 = 128 \Rightarrow 172.16.20.1 - 172.16.20.126$

broadcast: 172.16.20.127

2. 62 узла: ближайшая степень 2: $2^6 = 64$. $64 - 2$ (broadcast и адрес сети) как раз 62.

$32 - 6 = 26$, значит маска сети 11111111.11111111.11111111.11000000 или 255.255.255.192

После 172.16.20.127/25 следующая свободная подсеть 172.16.20.128/25.

Поделим ее на две /26: **172.16.20.128/26** и **172.16.20.192/26**

Берем сеть 172.16.20.128/26.

Диапазон адресов узлов: 172.16.20.129 – 172.16.20.190

broadcast: 172.16.20.191

3. 62 узла: аналогично, только берем адрес сети 172.16.20.192/26

Диапазон адресов узлов: 172.16.20.193 – 172.16.20.254

broadcast: 172.16.20.255

Рис. 2: Разбиение IPv4-сети

Разбиение IPv4-сети на подсети

2) 10.10.1.64/26

Префикс: /26

Маска: 11111111.11111111.11111111.11000000 в двоичной записи или 255.255.255.192

Диапазон адресов узлов: $2^{(32 - 26)} = 2^6 = 64 \Rightarrow 10.10.1.65 - 10.10.1.126$

broadcast: 10.10.1.127

Подсеть на 30 узлов:

ближайшая степень 2: $2^5 = 32$. $32 - 2$ (broadcast и адрес сети) как раз 30.

$32 - 5 = 27$, значит маска сети 11111111.11111111.11111111.11100000 или 255.255.255.224

Делим 10.10.1.64/26 на две подсети 10.10.1.64/27 и 10.10.1.96/27

Берем адрес сети: 10.10.1.64/27

Диапазон адресов узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.94

broadcast: 10.10.1.95

Рис. 3: Разбиение IPv4-сети

Разбиение IPv4-сети на подсети

3) 10.10.1.0/26

Префикс: /26

Маска: 11111111.11111111.11111111.11000000 в двоичной записи или 255.255.255.192

Диапазон адресов узлов: $2^{(32 - 26)} = 2^6 = 64 \Rightarrow 10.10.1.1 - 10.10.1.62$

broadcast: 10.10.1.63

Подсеть на 14 узлов:

ближайшая степень 2: $2^4 = 16$. $16 - 2$ (broadcast и адрес сети) как раз 14.

$32 - 4 = 28$, значит маска сети 11111111.11111111.11111111.11110000 или 255.255.255.240

Делим 10.10.1.0/26 на 4 подсети

10.10.1.0/28

10.10.1.14/28

10.10.1.28/28

10.10.1.42/28

Берем адрес сети: 10.10.1.0/28

Диапазон адресов узлов: 10.10.1.1 – 10.10.1.12

broadcast: 10.10.1.13

Рис. 4: Разбиение IPv4-сети

Разбиение IPv6-сети на подсети

1) 2001:db8:c0de::/48 – Зарезервированы для документации и примеров (2001:DB8::/32).

Префикс: /48

Маска: 48 единиц, остальные нули. ffff:ffff:ffff::

Диапазон адресов сети: 2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000 - 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

Разбивка на 2 подсети:

1) С использованием идентификатора подсети:

Исходная сеть: 2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000. Добавляем к префиксу +1 ($48 + 1 = 49$).

Подсеть 1: 2001:db8:c0de::/49

Диапазон: 2001:db8:c0de:: - 2001:db8:c0de:7fff:ffff:ffff:ffff

Подсеть 2: 2001:db8:c0de:8::/49 т.к. $(0000_{16} = 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 \Rightarrow 1000\ 0000\ 0000\ 0000_2 = 8000_{16})$

Диапазон: 2001:db8:c0de:8000:0000:0000:0000 - 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

2) С использованием идентификатора интерфейса:

Исходная сеть: 2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000

Разбиваем на 2 подсети /64:

2001:db8:c0de:0000::/64. Добавляем к префиксу +1: $64 + 1 = 65$.

Подсеть 1: 2001:db8:c0de::/65

Диапазон: 2001:db8:c0de:: - 2001:db8:c0de:0000:7fff:ffff:ffff:ffff

Подсеть 2: 2001:db8:c0de:0000:8::/65 т.к. $(0000_{16} = 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 \Rightarrow 1000\ 0000\ 0000\ 0000_2 = 8000_{16})$

Диапазон: 2001:db8:c0de:0000:8:: - 2001:db8:c0de:0000:ffff:ffff:ffff:ffff

Рис. 5: Разбиение IPv6-сети

Разбиение IPv6-сети на подсети

2) 2a02:6b8::/64 - Глобальный Unicast-адрес (префикс 2000::/3)

Префикс: /64

Маска: 64 единицы, остальные нули. ffff:ffff:ffff:ffff::

Диапазон адресов сети: 2a02:6b8:: - 2a02:6b8:0000:0000:ffff:ffff:ffff:ffff

Разбивка на 2 подсети:

1) С использованием идентификатора подсети:

Исходная сеть: 2a02:6b8::/64

Добавляем к префиксу +1 (64 + 1 = 65).

Подсеть 1: 2a02:6b8::/65

Диапазон: 2a02:6b8:: - 2a02:6b8:0000:0000:7fff:ffff:ffff:ffff

Подсеть 2: 2a02:6b8:0000:0000:8::/65 т.к $(0000_{16} = 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 \Rightarrow 1000\ 0000\ 0000\ 0000_2 = 8000_{16})$

Диапазон: 2a02:6b8:0000:0000:8:: - 2a02:6b8:0000:0000:ffff:ffff:ffff:ffff

2) С использованием идентификатора интерфейса:

Исходная сеть: 2a02:6b8::/64

Разбиваем на 2 подсети /64

Добавляем к префиксу +1: 64 + 1 = 65.

Подсеть 1: 2a02:6b8::/65

Диапазон: 2a02:6b8:: - 2a02:6b8:0000:0000:7fff:ffff:ffff:ffff

Подсеть 2: 2a02:6b8:0000:0000:8::/65 т.к $(0000_{16} = 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 \Rightarrow 1000\ 0000\ 0000\ 0000_2 = 8000_{16})$

Диапазон: 2a02:6b8:0000:0000:8:: - 2a02:6b8:0000:0000:ffff:ffff:ffff:ffff

Рис. 6: Разбиение IPv6-сети

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

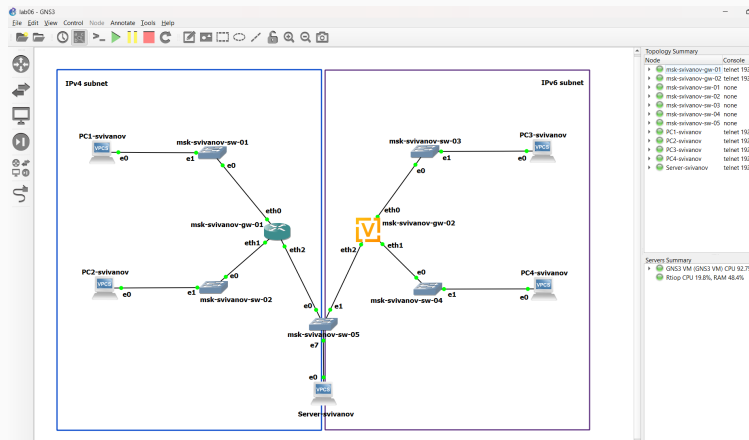


Рис. 7: Создание сети

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Включим захват трафика.

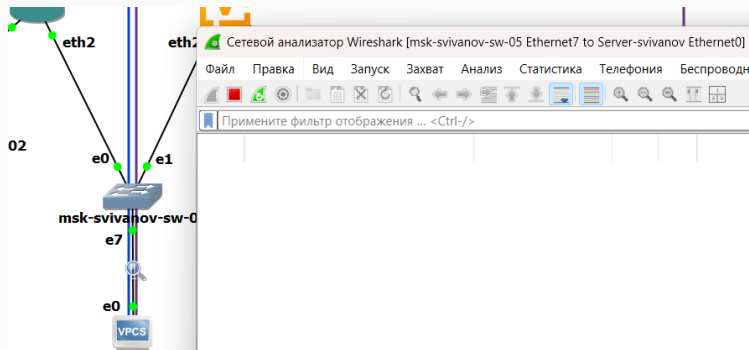


Рис. 8: Запуск Wireshark

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Настроим IPv4-адресацию для интерфейсов узлов PC1, PC2, Server:

```
PC1-svivanov> ip 172.16.20.10/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
PC1-svivanov : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

PC1-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC1-svivanov> 
```

Рис. 9: Настройка PC1

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

PC2:

```
PC2-svivanov> ip 172.16.20.138/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
PC2-svivanov : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

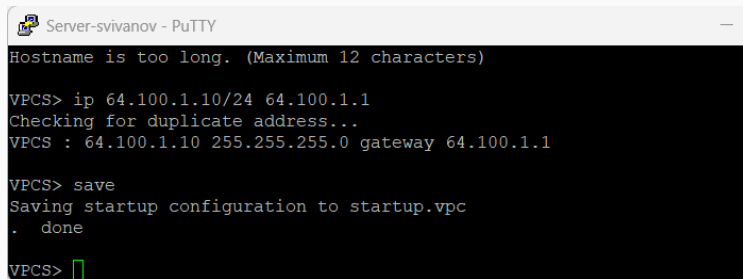
PC2-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC2-svivanov> █
```

Рис. 10: Настройка PC2

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Server:



```
Server-svivanov - PuTTY
Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 64.100.1.10/24 64.100.1.1
Checking for duplicate address...
VPCS : 64.100.1.10 255.255.255.0 gateway 64.100.1.1

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> █
```

Рис. 11: Настройка Server

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC1-svivanov> show ip
```

```
NAME       : PC1-svivanov[1]  
IP/MASK    : 172.16.20.10/25  
GATEWAY    : 172.16.20.1  
DNS        :  
MAC        : 00:50:79:66:68:00  
LPORT      : 20022  
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20023  
MTU        : 1500
```

```
PC1-svivanov> show ipv6
```

```
NAME           : PC1-svivanov[1]  
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64  
GLOBAL SCOPE    :  
DNS            :  
ROUTER LINK-LAYER :  
MAC            : 00:50:79:66:68:00  
LPORT          : 20022  
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20023  
MTU:           : 1500
```

```
PC1-svivanov> █
```

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC2-svivanov> show ip
```

```
NAME           : PC2-svivanov[1]  
IP/MASK        : 172.16.20.138/25  
GATEWAY        : 172.16.20.129  
DNS            :  
MAC            : 00:50:79:66:68:01  
LPORT          : 20024  
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20025  
MTU            : 1500
```

```
PC2-svivanov> show ipv6
```

```
NAME           : PC2-svivanov[1]  
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64  
GLOBAL SCOPE    :  
DNS             :  
ROUTER LINK-LAYER :  
MAC             : 00:50:79:66:68:01  
LPORT           : 20024  
RHOST:PORT      : 127.0.0.1:20025  
MTU             : 1500
```

```
PC2-svivanov> █
```

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
msk-svivanov-gw-01# configure terminal
msk-svivanov-gw-01(config)# interface eth0
msk-svivanov-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-svivanov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-svivanov-gw-01(config-if)# exit
msk-svivanov-gw-01(config)# interface eth1
msk-svivanov-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.129/25
msk-svivanov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-svivanov-gw-01(config-if)# exit
msk-svivanov-gw-01(config)# interface eth2
msk-svivanov-gw-01(config-if)# ip address 64.100.1.1/24
msk-svivanov-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-svivanov-gw-01(config-if)# exit
msk-svivanov-gw-01(config)# exit
msk-svivanov-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-svivanov-gw-01#
```

Рис. 14: Настройка FRR

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
interface eth1
 ip address 172.16.20.129/25
exit
!
interface eth2
 ip address 64.100.1.1/24
exit
!
end
msk-svivanov-gw-01# show interface brief
```

Interface	Status	VRF	Addresses
-----	-----	---	-----
eth0	up	default	172.16.20.1/25
eth1	up	default	172.16.20.129/25
eth2	up	default	64.100.1.1/24
eth3	down	default	
eth4	down	default	
eth5	down	default	
eth6	down	default	
eth7	down	default	
lo	up	default	
pimreg	up	default	

```
msk-svivanov-gw-01#
```

Рис. 15: Конфигурация FRR

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC1-svivanov> ping 172.16.20.138

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.284 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.237 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.476 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.845 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.439 ms

PC1-svivanov> ping 64.100.1.10

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.593 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.082 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.990 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.161 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.045 ms

PC1-svivanov> trace 172.16.20.138
trace to 172.16.20.138, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1    12.531 ms  0.339 ms  0.412 ms
 2  *172.16.20.138  3.146 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-svivanov> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1    1.957 ms  1.203 ms  2.145 ms
 2  *64.100.1.10   4.012 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-svivanov> █
```

Рис. 16: Проверка подключения с PC1

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC2-svivanov> ping 172.16.20.10

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=28.206 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.354 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=4.043 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.513 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.244 ms

PC2-svivanov> ping 64.100.1.10

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=7.170 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.699 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.412 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.527 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.825 ms

PC2-svivanov> trace 172.16.20.10
trace to 172.16.20.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129    4.014 ms  0.598 ms  0.593 ms
 2  *172.16.20.10    0.846 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
)

PC2-svivanov> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129    1.541 ms  0.932 ms  0.651 ms
 2  *64.100.1.10     2.623 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-svivanov> █
```

Рис. 17: Проверка подключения с PC2

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Настроим IPv6-адресацию для интерфейсов узлов PC3, PC4, Server

```
PC3-svivanov> ip 2001:db8:c0de:12::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::a/64

PC3-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC3-svivanov> 
```

Рис. 18: Настройка PC3

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

PC4:

```
PC4-svivanov> ip 2001:db8:c0de:13::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64

PC4-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC4-svivanov> █
```

Рис. 19: Настройка PC4

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Server:



```
Server-svivanov - PuTTY

VPCS>
VPCS>
VPCS> ip 2001:db8:c0de:11::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:11::a/64

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> 
```

Рис. 20: Настройка Server

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC3-svivanov> show ip
```

```
NAME          : PC3-svivanov[1]  
IP/MASK       : 0.0.0.0/0  
GATEWAY      : 0.0.0.0  
DNS          :  
MAC          : 00:50:79:66:68:02  
LPORT       : 20026  
RHOST:PORT   : 127.0.0.1:20027  
MTU         : 1500
```

```
PC3-svivanov> show ipv6
```

```
NAME          : PC3-svivanov[1]  
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6802/64  
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:12::a/64  
DNS            :  
ROUTER LINK-LAYER :  
MAC           : 00:50:79:66:68:02  
LPORT        : 20026  
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20027  
MTU:         : 1500
```

```
PC3-svivanov> 
```

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC4-svivanov> show ip
```

```
NAME           : PC4-svivanov[1]  
IP/MASK        : 0.0.0.0/0  
GATEWAY        : 0.0.0.0  
DNS            :  
MAC            : 00:50:79:66:68:03  
LPORT         : 20028  
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20029  
MTU            : 1500
```

```
PC4-svivanov> show ipv6
```

```
NAME           : PC4-svivanov[1]  
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6803/64  
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:13::a/64  
DNS             :  
ROUTER LINK-LAYER :  
MAC            : 00:50:79:66:68:03  
LPORT         : 20028  
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20029  
MTU:           : 1500
```

```
PC4-svivanov> █
```


Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
vyos@vyos:~$ install image
You are trying to install from an already installed system. An ISO
image file to install or URL must be specified.
Exiting...
vyos@vyos:~$
```

Рис. 23: Установка системы на VyOS

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name msk-svivanov-gw-02
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit system]
>host-name msk-svivanov-gw-02
[edit]
vyos@vyos# commit
save'[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ reboot
```

Рис. 24: Конфигурация VyOS

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
+      prefix 2001:db8:c0de:11::/64 {
+      }
+    }
+}
[edit]
vyos@msk-svivanov-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-svivanov-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-svivanov-gw-02# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address dhcp
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:f5:64:b4:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:f5:64:b4:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:f5:64:b4:00:02
```

Рис. 25: Конфигурация VyOS

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC3-svivanov> ping 2001:db8:c0de:13::a

2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=7.775 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.353 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.612 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.207 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.727 ms

PC3-svivanov> trace 2001:db8:c0de:13::a

trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  4.372 ms  1.608 ms  2.131 ms
 2 2001:db8:c0de:13::a  2.687 ms  1.888 ms  1.928 ms

PC3-svivanov> ping 2001:db8:c0de:11::a

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.336 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.279 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.712 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.373 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.832 ms

PC3-svivanov> trace 2001:db8:c0de:11::a

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  0.489 ms  0.867 ms  1.843 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a  2.773 ms  1.474 ms  0.601 ms

PC3-svivanov> █
```

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC4-svivanov> ping 2001:db8:c0de:12::a

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=5.765 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.517 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=0.971 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=1.127 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.603 ms

PC4-svivanov> trace 2001:db8:c0de:12::a

trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1 3.064 ms 1.278 ms 0.912 ms
 2 2001:db8:c0de:12::a 3.500 ms 1.840 ms 1.758 ms

PC4-svivanov> ping 2001:db8:c0de:11::a

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.022 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.965 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=1.857 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.005 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.890 ms


PC4-svivanov> trace 2001:db8:c0de:11::a

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1 1.203 ms 1.034 ms 0.855 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a 3.014 ms 2.039 ms 1.228 ms

PC4-svivanov> █
```

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
PC3-svivanov> ping 172.16.20.10  
  
host (172.16.20.10) not reachable  
  
PC3-svivanov> 
```

 PC1-svivanov - PuTTY

```
PC1-svivanov>  
PC1-svivanov> ping 2001:db8:c0de:12::a  
  
host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable
```

Рис. 28: Проверка недоступности устройств IPv4 и IPv6 между собой

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

```
VPCS> ping 172.16.20.10

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.412 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.515 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.009 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.485 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.109 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=5.610 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.021 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=1.096 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=0.795 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.308 ms
```

Рис. 29: Обращение сервера к устройствам обеих подсетей

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

19	1882.584300	0c:57:dc:33:00:02	Broadcast	ARP	60	Who has 64.100.1.10? Tell 64.100.1.1
20	1882.584520	Private_66:68:04	0c:57:dc:33:00:02	ARP	60	64.100.1.10 is at 00:50:79:66:68:04
21	1882.584974	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x3eee, seq=1/256, ttl=63 (r
22	1882.585173	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x3eee, seq=1/256, ttl=64 (r
23	1883.588630	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x3fee, seq=2/512, ttl=63 (r
24	1883.588850	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x3fee, seq=2/512, ttl=64 (r
25	1884.594388	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x40ee, seq=3/768, ttl=63 (r
26	1884.594551	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x40ee, seq=3/768, ttl=64 (r
27	1885.597585	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x41ee, seq=4/1024, ttl=63 (r
28	1885.597900	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x41ee, seq=4/1024, ttl=64 (r
29	1886.600146	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x42ee, seq=5/1280, ttl=63 (r
30	1886.600333	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x42ee, seq=5/1280, ttl=64 (r

> Frame 19: Packet, 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480	0000	ff ff ff ff ff 0c 57 dc 33 00 02 08 06 00 01 ...
> Ethernet II, Src: 0c:57:dc:33:00:02 (0c:57:dc:33:00:02), Dst: Broadca	0010	08 00 06 04 00 01 0c 57 dc 33 00 02 40 64 01 01 ...
✓ Address Resolution Protocol (request)	0020	00 00 00 00 00 00 40 64 01 0a 00 00 00 00 00 00 ...
Hardware type: Ethernet (1)	0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ...
Protocol type: IPv4 (0x0800)		
Hardware size: 6		
Protocol size: 4		
Opcode: request (1)		
Sender MAC address: 0c:57:dc:33:00:02 (0c:57:dc:33:00:02)		
Sender IP address: 64.100.1.1		
Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)		
Target IP address: 64.100.1.10		

Рис. 30: Трафик ARP

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

19	1882.584300	0c:57:dc:33:00:02	Broadcast	ARP	60	Who has 64.100.1.10? Tell 64.100.1.1
20	1882.584520	Private_66:68:04	0c:57:dc:33:00:02	ARP	60	64.100.1.10 is at 00:50:79:66:68:04
→	21	1882.584974	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3eee, seq=1/256, ttl=63 (r
←	22	1882.585173	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x3eee, seq=1/256, ttl=64 (r
	23	1883.588630	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x3fee, seq=2/512, ttl=63 (r
	24	1883.588850	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x3fee, seq=2/512, ttl=64 (r
	25	1884.594388	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x40ee, seq=3/768, ttl=63 (r
	26	1884.594551	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x40ee, seq=3/768, ttl=64 (r
	27	1885.597585	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x41ee, seq=4/1024, ttl=63 (
	28	1885.597900	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x41ee, seq=4/1024, ttl=64 (
	29	1886.600146	172.16.20.10	64.100.1.10	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x42ee, seq=5/1280, ttl=63 (
	30	1886.600332	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x42ee, seq=5/1280, ttl=64 (
	31	1981.366425	172.16.20.10	64.100.1.10	UDP	106 9889 → 9890 Len=64
	32	1981.366652	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	86 Destination unreachable (Port unreachable)
	33	1981.371078	172.16.20.10	64.100.1.10	UDP	106 9889 → 9890 Len=64

>	Frame 21: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784	0000	00 50 79 66 68 04 0c 57 dc 33 00 02 08 00 45 00	-Py
>	Ethernet II, Src: 0c:57:dc:33:00:02 (0c:57:dc:33:00:02), Dst: Private	0010	00 54 ee 3e 00 00 3f 01 8b e2 ac 10 14 0a 40 64	-T-
>	Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.20.10, Dst: 64.100.1.10	0020	01 0a 08 00 e1 1c 3e ee 00 01 08 09 0a 0b 0c 0d	...
>	Internet Control Message Protocol	0030	0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d	...
>	Type: Echo (ping) request (8)	0040	1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d	...
>	Code: 0	0050	2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d	...
>	Checksum: 0xe11c [correct]	0060	3e 3f	>>
>	[Checksum Status: Good]			
>	Identifier (BE): 16110 (0x3eee)			
>	Identifier (LE): 60990 (0xee3e)			
>	Sequence Number (BE): 1 (0x0001)			
>	Sequence Number (LE): 256 (0x0100)			
>	[Response frame: 22]			
>	Data (56 bytes)			

Рис. 31: Трафик ICMP

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

37	1986.367635	0c:57:dc:33:00:02	Private_66:68:04	ARP	60	Who has 64.100.1.10? Tell 64.100.1.1
38	1986.367778	Private_66:68:04	0c:57:dc:33:00:02	ARP	60	64.100.1.10 is at 00:50:79:66:68:04
39	2265.532569	2001:db8:c0de:11::a	ff02::2	ICMPv6	62	Router Solicitation
40	2537.540194	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
41	2538.335532	::	ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2
42	2538.465388	::	ff02::1:ffb4:2	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ef5:64ff:feb4:2
43	2539.489514	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
44	2539.490431	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
45	2539.856636	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
46	2540.513119	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
47	2856.916666	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	170	Multicast Listener Report Message v2
48	2857.121500	::	ff02::1:ff00:1	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:db8:c0de:11::1
49	2857.267298	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from 0c:f5:64:b4:00:02
50	2857.568626	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::16	ICMPv6	170	Multicast Listener Report Message v2
51	2873.288077	fe80::ef5:64ff:feb4...	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from 0c:f5:64:b4:00:02

> Frame 40: Packet, 130 bytes on wire (1040 bits), 130 bytes captured (0000	33 33 00 00 00 16 0c f5	64 b4 00 02 86 dd 60 00	33-
> Ethernet II, Src: 0c:f5:64:b4:00:02 (0c:f5:64:b4:00:02), Dst: IPv6mca	0010	00 00 00 4c 00 01 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	...
> Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::16	0020	00 00 00 00 00 00 ff 02	00 00 00 00 00 00 00 00	...
> Internet Control Message Protocol v6	0030	00 00 00 00 00 16 3a 00	05 02 00 00 01 00 8f 00	...
Type: Multicast Listener Report Message v2 (143)	0040	68 9d 00 00 00 03 04 00	00 00 ff 02 00 00 00 00	h...
Code: 0	0050	00 00 00 00 00 01 ff b4	00 02 04 00 00 00 ff 05	...
Checksum: 0x689d [correct]	0060	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 02 04 00	...
[Checksum Status: Good]	0070	00 00 ff 02 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	...
Reserved: 0000	0080	00 02		..
Number of Multicast Address Records: 3				
> Multicast Address Record Changed to exclude: ff02::1:ffb4:2				
> Multicast Address Record Changed to exclude: ff05::2				
> Multicast Address Record Changed to exclude: ff02::2				

Рис. 32: Трафик ICMPv6

Задание для самостоятельного выполнения

IPv4 подсеть



	1 подсеть	2 подсеть
Адрес сети	10.10.1.96/27	10.10.1.16/28
Маска	255.255.255.224	255.255.255.240
Количество адресов	32 ($2^{(32-27)}$)	16 ($2^{(32-28)}$)
Диапазон адресов	10.10.1.96 - 10.10.1.128	10.10.1.16 - 10.10.1.32
Broadcast - адрес	10.10.1.127	10.10.1.31
Доступные адреса	10.10.1.97 - 10.10.1.126	10.10.1.17 - 10.10.1.30



IPv6 подсеть

	1 подсеть	2 подсеть
Адрес сети	2001:DB8:1:1::/64	2001:DB8:1:4::/64
Префикс	/64	/64
Доступные адреса	2001:DB8:1:1:0:0:0:0 – 2001:DB8:1:1:ffff:ffff:ffff:ffff –	2001:DB8:1:4:0:0:0:0 – 2001:DB8:1:4:ffff:ffff:ffff:ffff –

Устройство	Интерфейс	IPv4 - адрес	IPv6 - адрес	Шлюз по умолчанию
PC1	NIC	10.10.1.98/27	2001:DB8:1:1::2/64	10.10.1.97/27 2001:DB8:1:1::/64
PC2	NIC	10.10.1.18/28	2001:DB8:1:4::2/64	10.10.1.17/28 2001:DB8:1:4::/64
gw-01	eth0	10.10.1.97/27	2001:DB8:1:1::1/64	-
gw-01	eth1	10.10.1.17/28	2001:DB8:1:4::1/64	-

Задание для самостоятельного выполнения

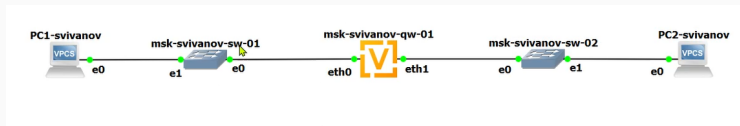


Рис. 34: Построение сети

Задание для самостоятельного выполнения

Настроим маршрутизацию на PC1

```
PC1-svivanov> ip 10.10.1.98/27 10.10.1.97
Checking for duplicate address...
PC1-svivanov : 10.10.1.98 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97

PC1-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC1-svivanov> ip 2001:db8:1:1::2/64 2001:db8:1:1::1
PC1 : 2001:db8:1:1::2/64

PC1-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

Рис. 35: Маршрутизация на PC1

Задание для самостоятельного выполнения

```
PC2-svivanov> ip 10.10.1.18/28 10.10.1.17
Checking for duplicate address...
PC2-svivanov : 10.10.1.18 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17

PC2-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC2-svivanov> ip 2001:db8:1:4::2/64
PC1 : 2001:db8:1:4::2/64

PC2-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

Рис. 36: Маршрутизация на PC2

Задание для самостоятельного выполнения

```
vyos@vyos# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:1:1::/64
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:1:4::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:1:4::/64
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 10.10.1.97/27
+address 2001:db8:1:1::1/64
[edit interfaces ethernet eth1]
```

Рис. 37: Маршрутизация на VyOS

Задание для самостоятельного выполнения

```
vyos@vyos# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    address 2001:db8:1:1::1/64
    hw-id 0c:d0:c7:39:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/28
    address 2001:db8:1:4::1/64
    hw-id 0c:d0:c7:39:00:01
  }
```

Рис. 38: Настройки VyOS

Задание для самостоятельного выполнения

```
PC1-svivanov> ping 10.10.1.18

84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.021 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.264 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.726 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.097 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.231 ms

PC1-svivanov> trace 10.10.1.18
trace to 10.10.1.18, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.97    3.714 ms  0.514 ms  0.755 ms
 2  *10.10.1.18   1.653 ms  (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-svivanov> ping 2001:db8:1:4::2

2001:db8:1:4::2 icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.923 ms
2001:db8:1:4::2 icmp6_seq=2 ttl=62 time=0.880 ms
2001:db8:1:4::2 icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.391 ms
2001:db8:1:4::2 icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.213 ms
2001:db8:1:4::2 icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.455 ms

PC1-svivanov> trace 2001:db8:1:4::2
trace to 2001:db8:1:4::2, 64 hops max
 1 2001:db8:1:1::1 2.703 ms 1.413 ms 0.480 ms
 2 2001:db8:1:4::2 1.220 ms 1.639 ms 1.489 ms

PC1-svivanov> █
```

Рис. 39: Проверка подключения с PC1

Задание для самостоятельного выполнения

```
PC2-svivanov> ping 10.10.1.98

84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.938 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.648 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=3 ttl=63 time=3.131 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.134 ms
84 bytes from 10.10.1.98 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.878 ms

PC2-svivanov> trace 10.10.1.98
trace to 10.10.1.98, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.17    1.309 ms  0.425 ms  0.371 ms
 2  *10.10.1.98   1.118 ms  (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-svivanov> ping 2001:db8:1:1::2

2001:db8:1:1::2 icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.448 ms
2001:db8:1:1::2 icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.053 ms
2001:db8:1:1::2 icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.542 ms
2001:db8:1:1::2 icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.703 ms
2001:db8:1:1::2 icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.536 ms

PC2-svivanov> trace 2001:db8:1:1::2

trace to 2001:db8:1:1::2, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1  3.092 ms  0.907 ms  1.275 ms
 2 2001:db8:1:1::2  2.269 ms  3.593 ms  4.988 ms

PC2-svivanov> █
```

Рис. 40: Проверка подключения с PC2

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы мы изучили принципы распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.