

Лабораторная работа №6

Сетевые технологии

Иванов Сергей Владимирович, НПИбд-01-23

21 ноября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель

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).

Предфикс: /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

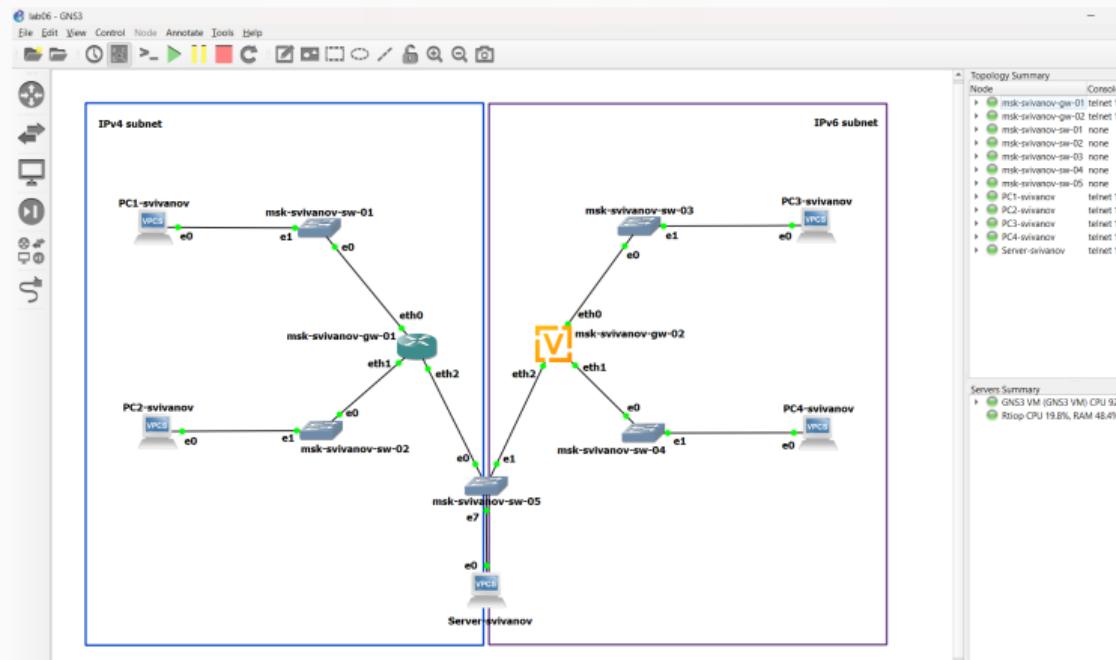


Рис. 7: Создание сети

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Включим захват трафика.

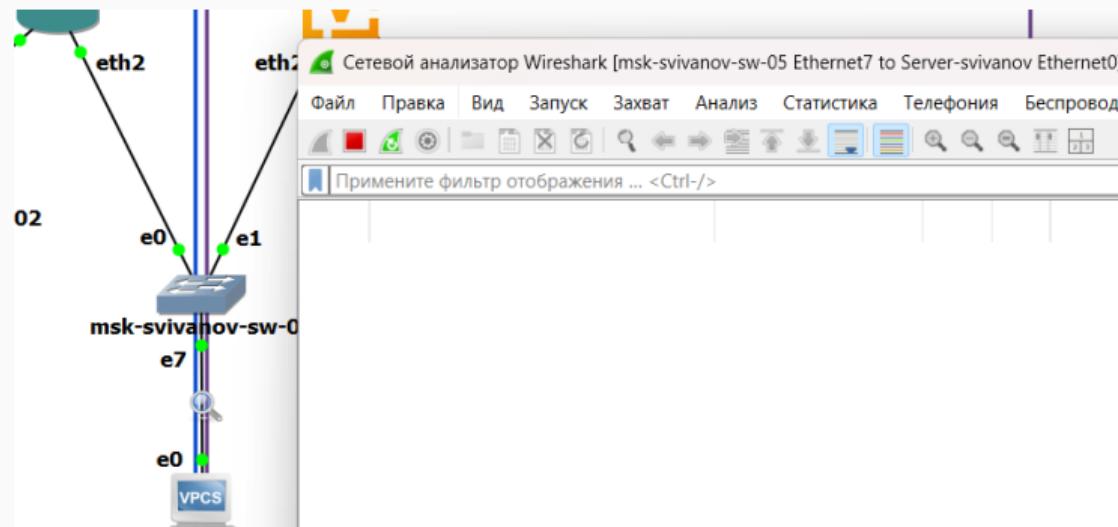


Рис. 8: Запуск Wireshark

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

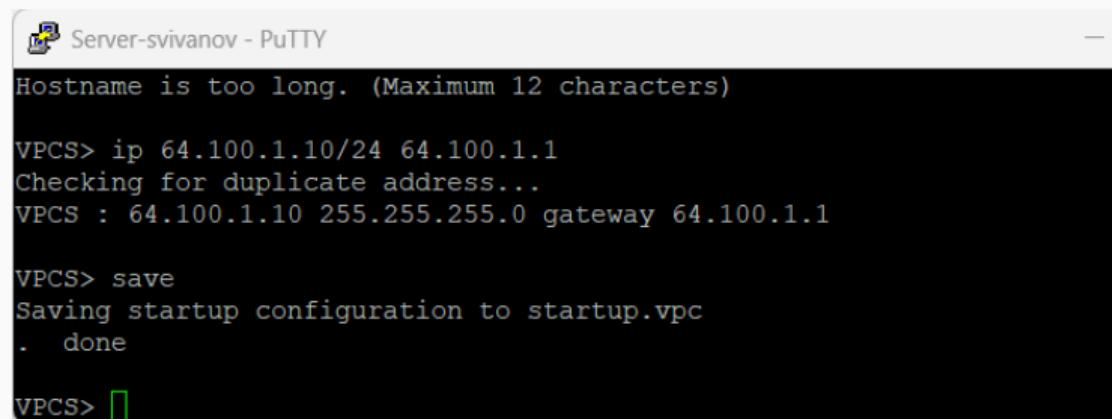
PC2-svivanov> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

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
```

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

Frame	Source MAC	Destination MAC	Type	Protocol	Description
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	1886.600220	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 bits) > Ethernet II, Src: 0c:57:dc:33:00:02 (0c:57:dc:33:00:02), Dst: Broadcast v Address Resolution Protocol (request) Hardware type: Ethernet (1) 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	0000 ff ff ff ff ff 0c 57 dc 33 00 02 08 06 00 01 ... 0010 08 00 06 04 00 01 0c 57 dc 33 00 02 40 64 01 01 ... 0020 00 00 00 00 00 00 40 64 01 0a 00 00 00 00 00 00 ... 0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ...
--	---

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 (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	1886.600332	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x42ee, seq=5/1280, ttl=64 (r)
31	1881.366425	172.16.20.10	64.100.1.10	UDP	106 9889 → 9890 Len=64	
32	1881.366652	64.100.1.10	172.16.20.10	ICMP	86 Destination unreachable (Port unreachable)	
33	1881.371078	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 bytes on wire (624 bits), 98 bytes received on interface) > Ethernet II, Src: Private [0c:57:dc:33:00:02] (0c:57:dc:33:00:02), Dst: Private [0c:57:dc:33:00:04] (0c:57:dc:33:00:04) > Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.20.10, Dst: 64.100.1.10 Internet Control Message Protocol Type: Echo (ping) request (8) Code: 0 Checksum: 0xe11c [correct] [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)						
0000 00 50 79 66 68 04 0c 57 dc 33 00 02 08 00 45 00 Py 0010 00 54 ee 3e 00 00 3f 01 8b e2 ac 10 14 0a 40 64 T- 0020 01 0a 08 00 e1 1c 3e ee 00 01 08 09 0a 0b 0c 0d ... 0030 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ... 0040 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d ... 0050 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3a 3b 3c 3d ./0 0060 3e 3f >?						

Рис. 31: Трафик ICMP

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

№	Время	Источник	Назначение	Протокол	Описание
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	2539.498431	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:fa4::	ff02::1:1	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: IPv6mcfa (00:00:00:00:00:00)	0010 00 00 00 4c 00 01 00 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 00 ...
▀ Internet Control Message Protocol v6	0030 00 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 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 00 02 04 00 ...
[Checksum Status: Good]	0070 00 00 ff 02 00 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

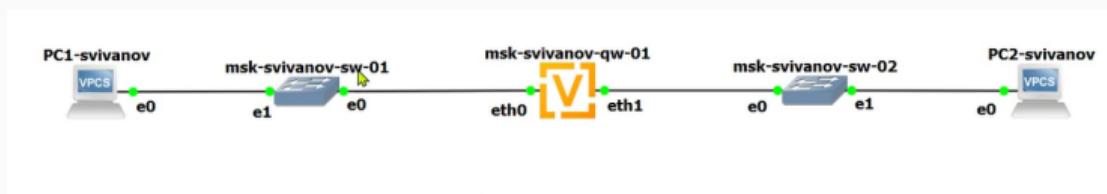


Рис. 34: Построение сети

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> █
```

Вывод

Вывод

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