

Лабораторная работа №6

Сетевые технологии

Андреева С.В.

Группа НПИбд-01-23

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Андреева Софья Владимировна
- Группа НПИбд-01-23
- Российский университет дружбы народов

Вводная часть

Цель работы

Цель работы

Целью данной работы является изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

Разбиение сети на подсети

Сеть 172.16.20.0/24

Характеристики исходной сети: 1. **Префикс:** /24 2. **Маска:** - Двоичный вид:
11111111.11111111.11111111.00000000 - Десятичный вид: 255.255.255.0 3.

Адрес сети: 172.16.20.0 4. **Broadcast-адрес:** 172.16.20.255 5. **Общее число адресов:** 256 6. **Число доступных адресов для хостов:** 254 7.
Диапазон адресов узлов: 172.16.20.1 – 172.16.20.254

Разбиение на 3 подсети (требования: 126, 62, 62 узлов)

Используем VLSM, начиная с наибольшего требования:

- Для 126 узлов: требуется 7 хостовых бит ($2^7 - 2 = 126$) , значит префикс /25
- Для 62 узлов: требуется 6 хостовых бит ($2^6 - 2 = 62$) , значит префикс /26

Разделение: 1.

Первый блок (/25): - Сеть: 172.16.20.0/25 - Маска: 255.255.255.128 - Broadcast: 172.16.20.127 - Диапазон адресов узлов : 172.16.20.1 – 172.16.20.126

Разбиение на 3 подсети (требования: 126, 62, 62 узлов)

2. Второй блок (/26):

- Сеть: 172.16.20.128/26
- Маска: 255.255.255.192
- Broadcast: 172.16.20.191
- Диапазон адресов узлов: 172.16.20.129 – 172.16.20.190

3. Третий блок (/26):

- Сеть: 172.16.20.192/26
- Маска: 255.255.255.192
- Broadcast: 172.16.20.255
- Диапазон адресов узлов: 172.16.20.193 – 172.16.20.254

Сеть 10.10.1.64/26

Характеристики:
1. Префикс: /26
2. Маска: 255.255.255.192
3. Адрес сети: 10.10.1.64
4. Broadcast: 10.10.1.127
5. Общее число адресов: 64
6. Доступных для хостов: 62
7. Диапазон узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.126

Выделение подсети на 30 узлов

- Требуется 5 хостовых бит ($2^5 - 2 = 30$) , значит префикс /27
- Выделенная подсеть: 10.10.1.64/27
- Маска: 255.255.255.224
- Broadcast: 10.10.1.95
- Диапазон адресов узлов: 10.10.1.65 – 10.10.1.94

Сеть 10.10.1.0/26

Характеристики:
1. Префикс: /26
2. Маска: 255.255.255.192
3. Адрес сети: 10.10.1.0
4. Broadcast: 10.10.1.63
5. Общее число адресов: 64
6. Доступных для хостов: 62
7. Диапазон узлов: 10.10.1.1 – 10.10.1.62

Выделение подсети на 14 узлов

- Требуется 4 хостовых бит ($2^4 - 2 = 14$) , значит префикс /28
- Выделенная подсеть: 10.10.1.0/28
- Маска: 255.255.255.240
- Broadcast: 10.10.1.15
- Диапазон адресов узлов: 10.10.1.1 – 10.10.1.14

Разбиение IPv6-сети на подсети

Сеть 2001:db8:c0de::/48 Характеристики:

- 1. Префикс:** /48
- 2. Маска:** ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000:0000
- 3. Структура:** - Биты 0-47: глобальный префикс 2001:0db8:c0de - Биты 48-63: идентификатор подсети - Биты 64-127: идентификатор интерфейса
- 4. Диапазон адресов:** - Минимальный: 2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000 - Максимальный: 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
- 5. Число адресов:** 2^{80}

Разбиение на 2 подсети

С использованием идентификатора подсети

Берём 1 бит из 16-битного Subnet ID, увеличиваем префикс с /48 до /49. Это даёт 2 подсети, каждая размером /49.

- **Подсеть 0:** 2001:db8:c0de:0000::/49
 - Диапазон: 2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000 – 2001:db8:c0de:7fff:ffff:ffff:ffff
- **Подсеть 1:** 2001:db8:c0de:8000::/49
 - Диапазон: 2001:db8:c0de:8000:0000:0000:0000 – 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

Разбиение на 2 подсети

Использование идентификатора интерфейса

При данном подходе мы берём 1 бит не из Subnet ID, а из Interface ID (последних 64 бит).

Механизм разделения: - Оставляем SubnetID на фиксированном значении (например 0) - Делим пространство адресов по старшему биту интерфейсного поля - Увеличиваем префикс от /48 до /65 - *Расчёт: $48 + 17 = 65$ (16 бит из Subnet ID + 1 бит из IID)*

Созданные подсети:

Подсеть А: 2001:db8:c0de:0::/65 - **Диапазон:** от

2001:db8:c0de:0000:0000:0000:0000:0000 до

2001:db8:c0de:0000:7fff:ffff:ffff:ffff - **Условие:** IID старший бит = 0

Разбиение на 2 подсети

Подсеть B: 2001:db8:c0de:0:8000::/65 - **Диапазон:** от
2001:db8:c0de:0000:8000:0000:0000:0000 до
2001:db8:c0de:0000:ffff:ffff:ffff:ffff - **Условие:** IID старший бит = 1

Такой подход является **нестандартным!** Обычно интерфейсный идентификатор — это область размером 64 бита, которую не рекомендуется изменять. Использование префиксов длиннее /64 для реальных LAN приводит к проблемам с: - SLAAC - Некорректной работой сетевых реализаций - Нарушением стандартов RFC

Разбиение на 2 подсети

Сеть 2a02:6b8::/64 Характеристики: 1. **Префикс:** /64 2. **Маска:** ffff:ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000 3. **Диапазон адресов:** -
Минимальный: 2a02:06b8:0000:0000:0000:0000:0000:0000 -
Максимальный: 2a02:06b8:0000:0000:ffff:ffff:ffff:ffff 4. **Число адресов:** 2^{64}

Разбиение на 2 подсети

Разбиение на 2 подсети с использованием идентификатора подсети:

При префиксе /64 под подсети уже не отведено битов, так как первые 64 бита – это префикс сети. Поэтому для деления нам придется нарушить стандарт и заимствовать биты из идентификатора интерфейса.

С использованием идентификатора интерфейса (префикс /65): - Подсеть

1: 2a02:6b8::/65 - Диапазон: 2a02:6b8:: –

2a02:6b8::7fff:ffff:ffff:ffff - **Подсеть 2:** 2a02:6b8::8000:0:0:0/65 -
Диапазон: 2a02:6b8::8000:0:0:0 – 2a02:6b8::ffff:ffff:ffff:ffff

Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Запустили GNS3 VM и GNS3. Создали новый проект.

Выполнение работы

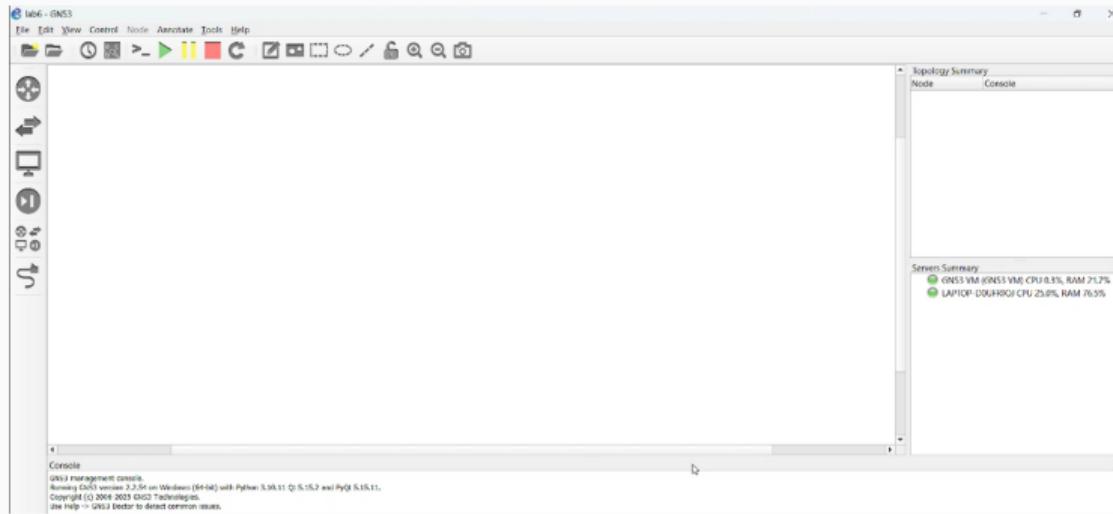


Рис. 1: Создание нового проекта в GNS3

Выполнение работы

В рабочем пространстве разместили и соединили устройства в соответствии с топологией, приведённой в лабораторной работе. Для подсети IPv4 использовали маршрутизатор FRR, а для подсети с IPv6 – маршрутизатор VyOS. Коммутаторам присвойте названия по принципу msk-svandreeva -sw-0x, маршрутизаторам – по принципу msk-svandreeva -gw-0x, VPCS – по принципу PCx-svandreeva , где x – порядковый номер устройства

Выполнение работы

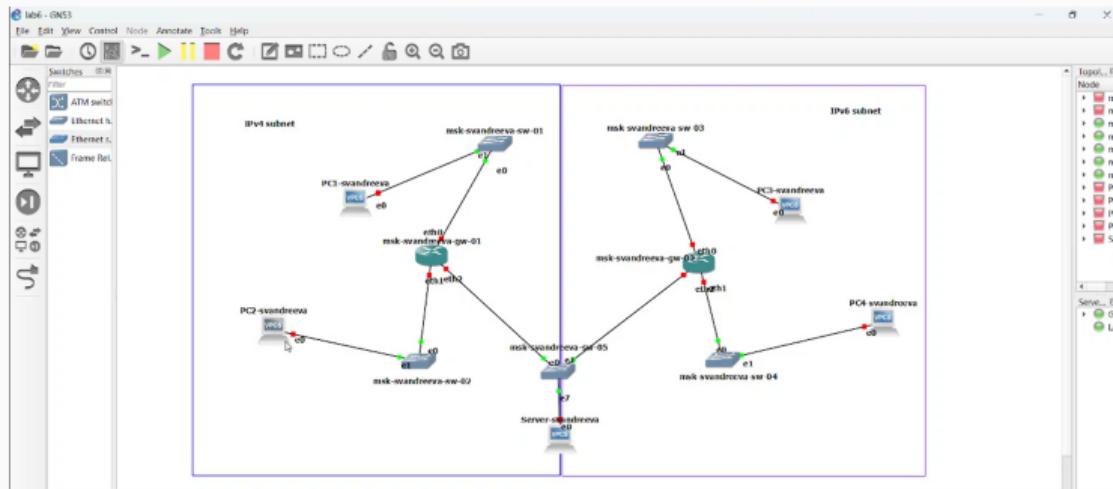
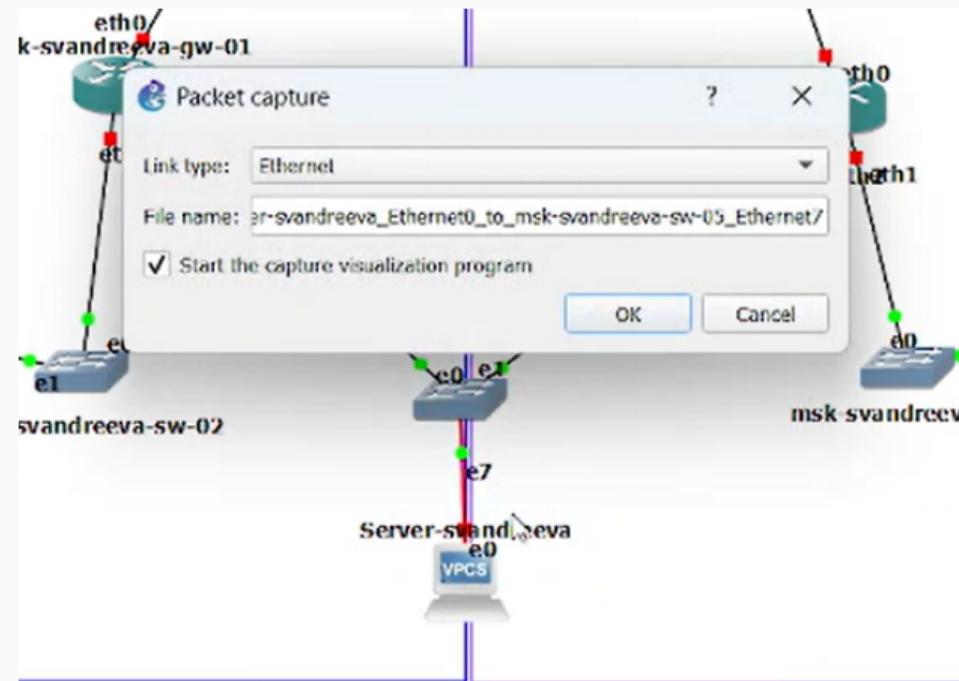


Рис. 2: Топология сети с двумя локальными подсетями

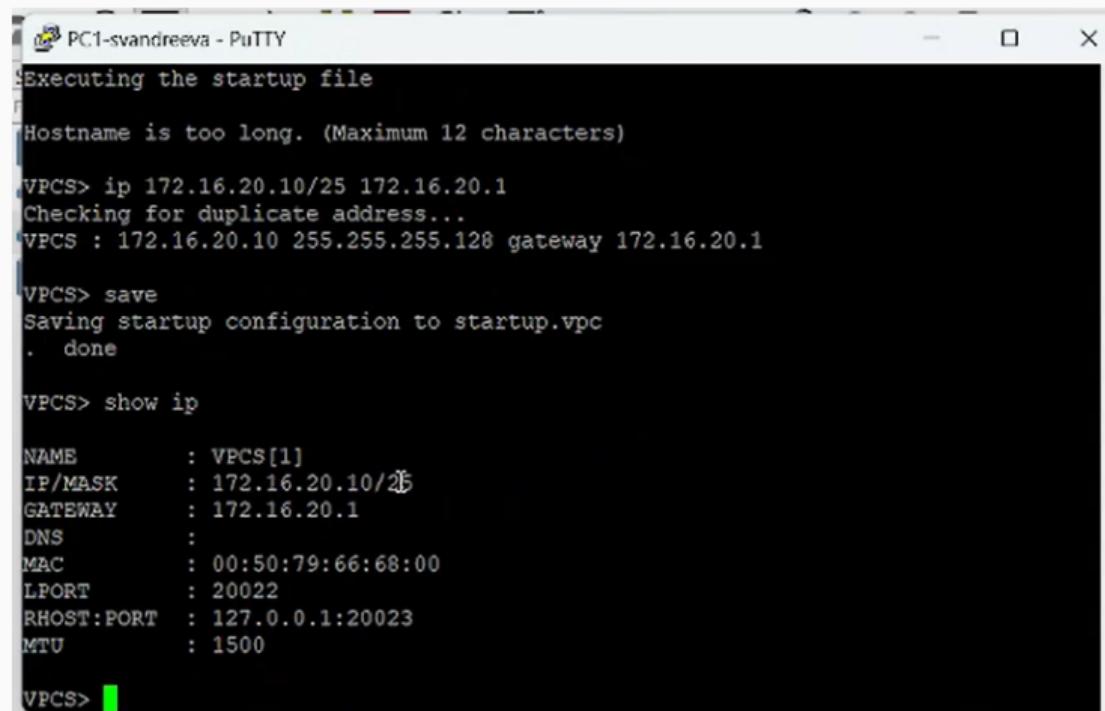
Выполнение работы

Включили захват трафика на соединении между сервером двойного стека адресации и ближайшим к нему коммутатором



Выполнение работы

Руководствуясь (табл. 3.6), настроили IPv4-адресацию для интерфейсов узлов PC1, PC2, Server: - PC1 :



```
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 172.16.20.10/25 172.16.20.1
Checking for duplicate address...
VPCS : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

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

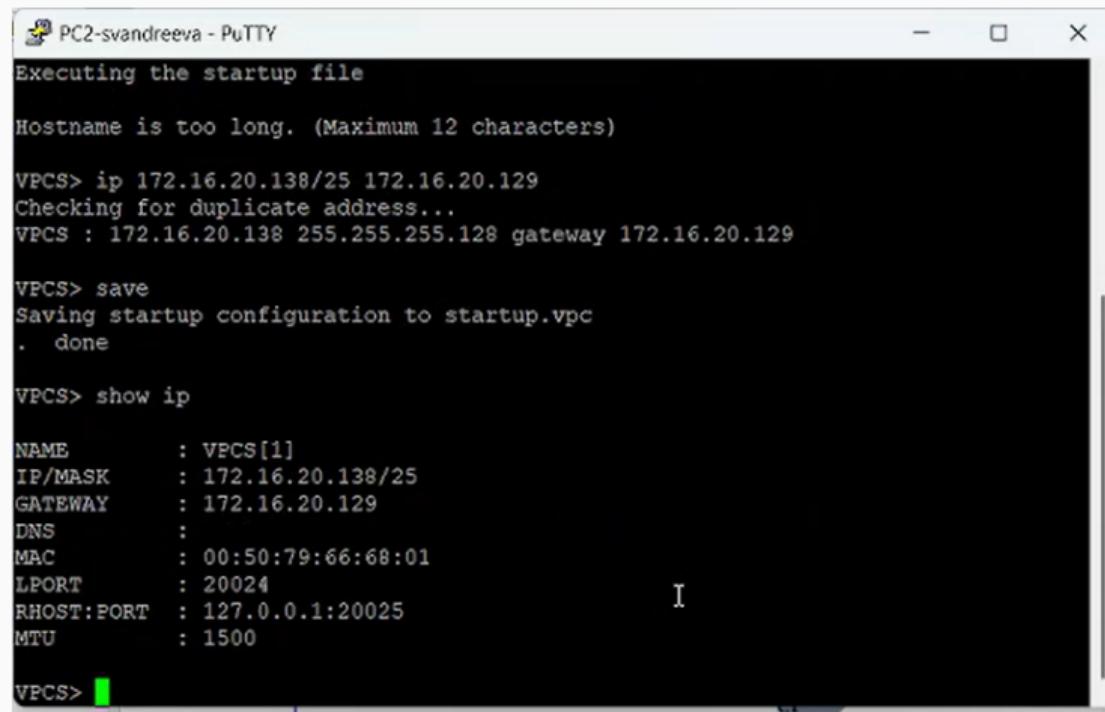
VPCS> show ip

NAME      : VPCS[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

VPCS>
```

Выполнение работы

- PC2:



```
PC2-svandreeva - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 172.16.20.138/25 172.16.20.129
Checking for duplicate address...
VPCS : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129

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

VPCS> show ip

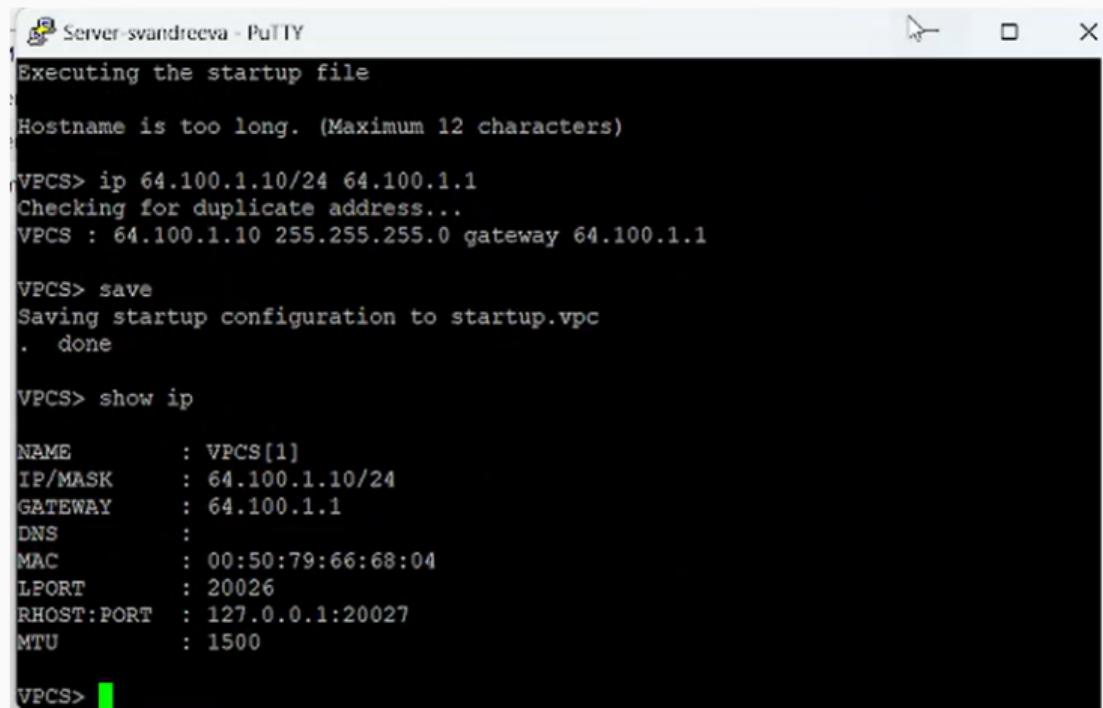
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 172.16.20.138/25
GATEWAY   : 172.16.20.129
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20024
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20025
MTU       : 1500

VPCS>
```

Рис. 5: Настройка IP-адреса на PC2

Выполнение работы

- Server:



```
Executing the startup file

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> show ip

NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 64.100.1.10/24
GATEWAY   : 64.100.1.1
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20026
RHOST:PORT:PORT : 127.0.0.1:20027
MTU       : 1500

VPCS>
```

Рис. 6: Настройка IP-адреса на Server

Выполнение работы

Посмотрели на PC1 и PC2 конфигурацию IPv4 и IPv6:

The screenshot shows two PuTTY sessions side-by-side. The left window is titled "PC1-svandreeva - PuTTY" and the right window is titled "PC2-svandreeva - PuTTY". Both windows display the output of the "show ip" and "show ipv6" commands.

PC1 Configuration (Left Window):

```
VPCS> show ip
NAME      : VPCS[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

VPCS> show ipv6
NAME      : VPCS[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

VPCS>
```

PC2 Configuration (Right Window):

```
VPCS> show ip
NAME      : VPCS[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

VPCS> show ipv6
NAME      : VPCS[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

VPCS>
```

Рис. 7: Конфигурация IPv4 и IPv6

Выполнение работы

Руководствуясь (табл. 3.6), настроили IPv4-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора FRR msk-svandreeva -gw-01 :

Выполнение работы

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

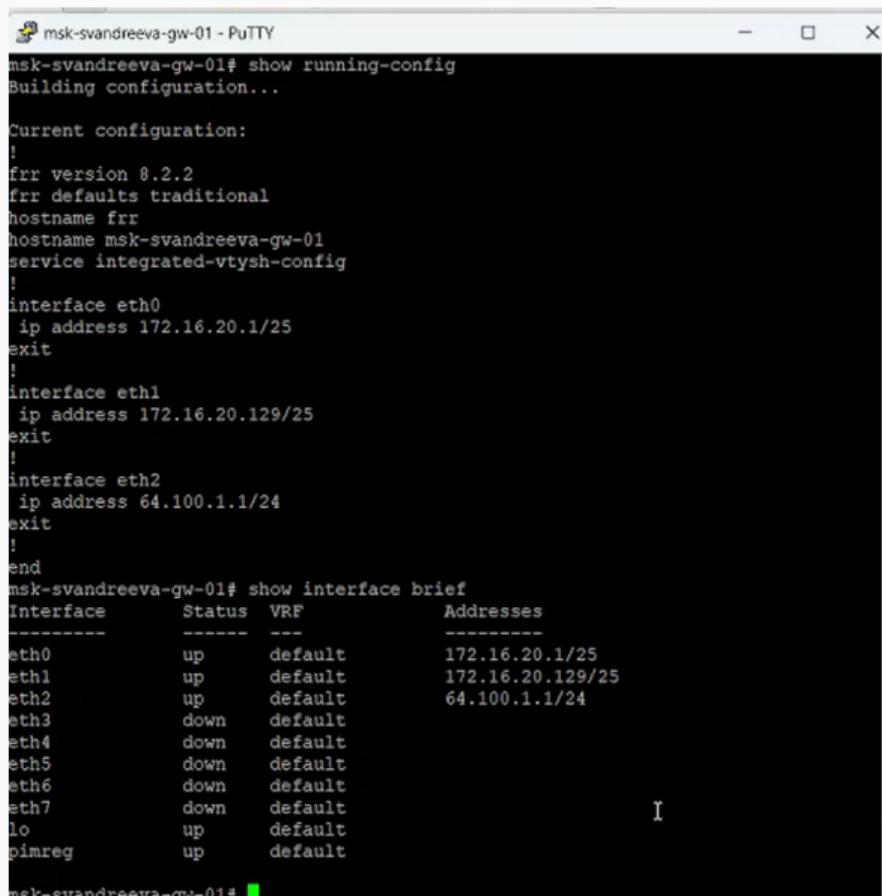
Рис. 8: Настройка IP-адреса на маршрутизаторе FRR

Выполнение работы

Проверили конфигурацию маршрутизатора и настройки IPv4-адресации:

```
msk-svandreeva -gw-01# show running-config  
msk-svandreeva -gw-01# show interface brief
```

Выполнение работы



```
msk-svandreeva-gw-01 - PuTTY
msk-svandreeva-gw-01# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-svandreeva-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 172.16.20.1/25
exit
!
interface eth1
 ip address 172.16.20.129/25
exit
!
interface eth2
 ip address 64.100.1.1/24
exit
!
end
msk-svandreeva-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
```

Выполнение работы

Далее проверили подключение с помощью команд ping и trace. Узлы PC1 и PC2 успешно отправляют эхо-запросы друг другу и на сервер с двойным стеком (Dual Stack Server)

Выполнение работы

The image shows two terminal windows side-by-side. The left window is titled 'PC1-svandreeva - PuTTY' and the right window is titled 'PC2-svandreeva - PuTTY'. Both windows are connected to the same server, indicated by the IP address '192.168.56.2' in the title bar of the right window.

PC1-svandreeva - PuTTY:

```
Checking for duplicate address...
VPCS : 172.16.20.10 255.255.255.128 gateway 172.16.20.1

VPCS> ping 172.16.20.10
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=21.614 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.314 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=8.818 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=0.146 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=0.342 ms

VPCS> trace 172.16.20.10
trace to 172.16.20.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
  1  172.16.20.1  18.562 ms  3.191 ms  1.374 ms
  2  *172.16.20.10  4.180 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
  3

VPCS> ping 64.100.1.10
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=11.865 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=6.075 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=6.116 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=7.340 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=5.244 ms

VPCS> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
  1  172.16.20.1  4.641 ms  1.960 ms  2.452 ms
  2  *64.100.1.10  4.601 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>
```

PC2-svandreeva - PuTTY:

```
2. Use Ctrl+C to stop the command.

VPCS> ping 172.16.20.10
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=9.505 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=6.655 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=5.122 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=6.373 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=5.149 ms

VPCS> trace 172.16.20.10
trace to 172.16.20.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
  1  172.16.20.129  4.850 ms  2.725 ms  4.315 ms
  2  *172.16.20.10  10.452 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
  3

VPCS> ping 64.100.1.10
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=0.078 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.110 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=6.000 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=5.711 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=5.692 ms

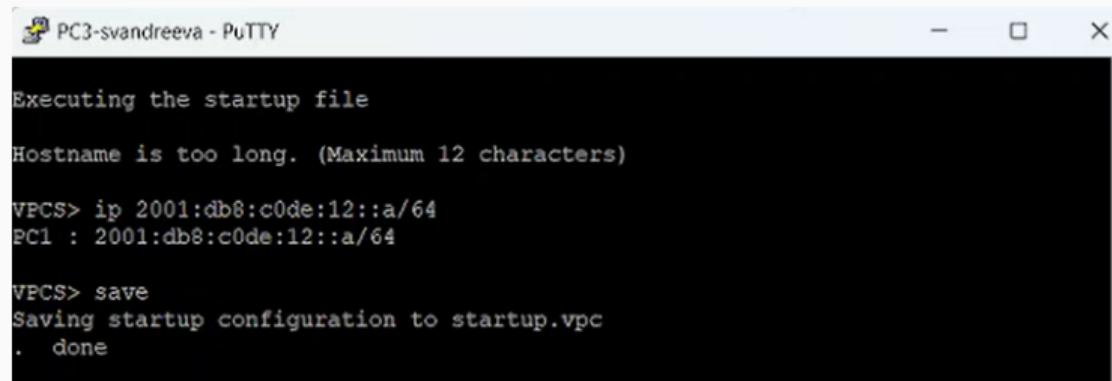
VPCS> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
  1  172.16.20.129  6.912 ms  3.581 ms  1.761 ms
  2  *64.100.1.10  3.962 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>
```

Рис. 10: Отправка эхо-запросов между PC1 и PC2 и Server с помощью ping и trace

Выполнение работы

Руководствуясь (табл. 3.6), настроили IPv6-адресацию для интерфейсов узлов PC3, PC4, Server: - PC3:

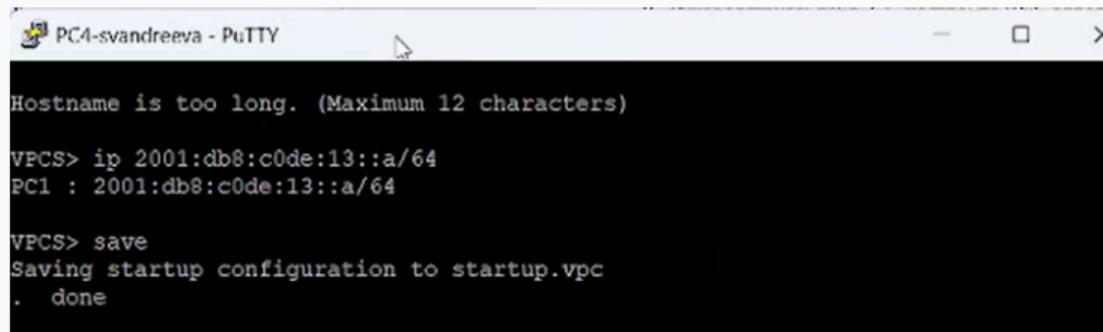


```
Executing the startup file
Hostname is too long. (Maximum 12 characters)
VPCS> ip 2001:db8:c0de:12::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:12::a/64
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

Рис. 11: Настройка IP-адреса на PC3

Выполнение работы

- PC4 :



```
PC4-svandreeva - PuTTY

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 2001:db8:c0de:13::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64

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

Рис. 12: Настройка IP-адреса на PC4

Выполнение работы

- Server:

```
Server svandreeva - PuTTY
Build time: Sep 9 2023 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
VPCS : 64.100.1.10 255.255.255.0 gateway 64.100.1.1

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

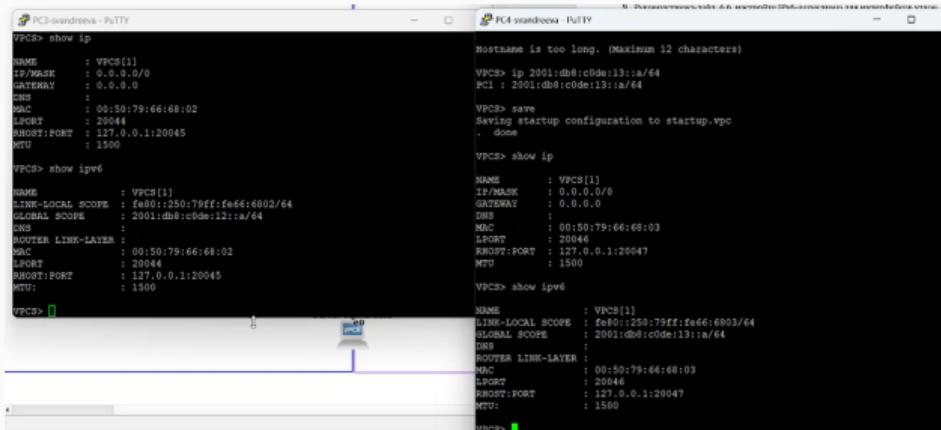
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS>
```

Рис. 13: Настройка IP-адреса на Server

Выполнение работы

Посмотрели на PC3 и PC4 конфигурацию IPv4 и IPv6 :



The image shows two PuTTY windows side-by-side. Both windows are titled 'PC3-standby - PuTTY' and 'PC4-standby - PuTTY'. They both display the command-line interface of a Cisco router. The user has run the 'show ip' command, which outputs detailed information about the router's IP configuration for both IPv4 and IPv6.

PC3 Configuration (Left Window):

```
VPCS> show ip
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 0.0.0.0/0
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:02
LPORT     : 20044
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20045
MTU      : 1500
VPCS> show ip6
NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPES : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
GLOBAL SCOPES : 2001:db8:c0de:12::/64
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:02
ROUTER LINK-LAYER
MAC       : 00:50:79:66:68:02
LPORT     : 20044
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20045
MTU      : 1500
VPCS> show ip6
```

PC4 Configuration (Right Window):

```
Hostname is too long. (Maximum 12 characters)
VPC> ip 2001:db8:c0de:13::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:13::a/64
VPC> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
VPC> show ip
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 0.0.0.0/0
GATEWAY   : 0.0.0.0
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 20044
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20047
MTU      : 1500
VPCS> show ip6
NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPES : fe80::250:79ff:fe66:6803/64
GLOBAL SCOPES : 2001:db8:c0de:13::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER
MAC       : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 20046
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20047
MTU      : 1500
VPCS>
```

Рис. 14: Конфигурация IPv4 и IPv6 на PC3

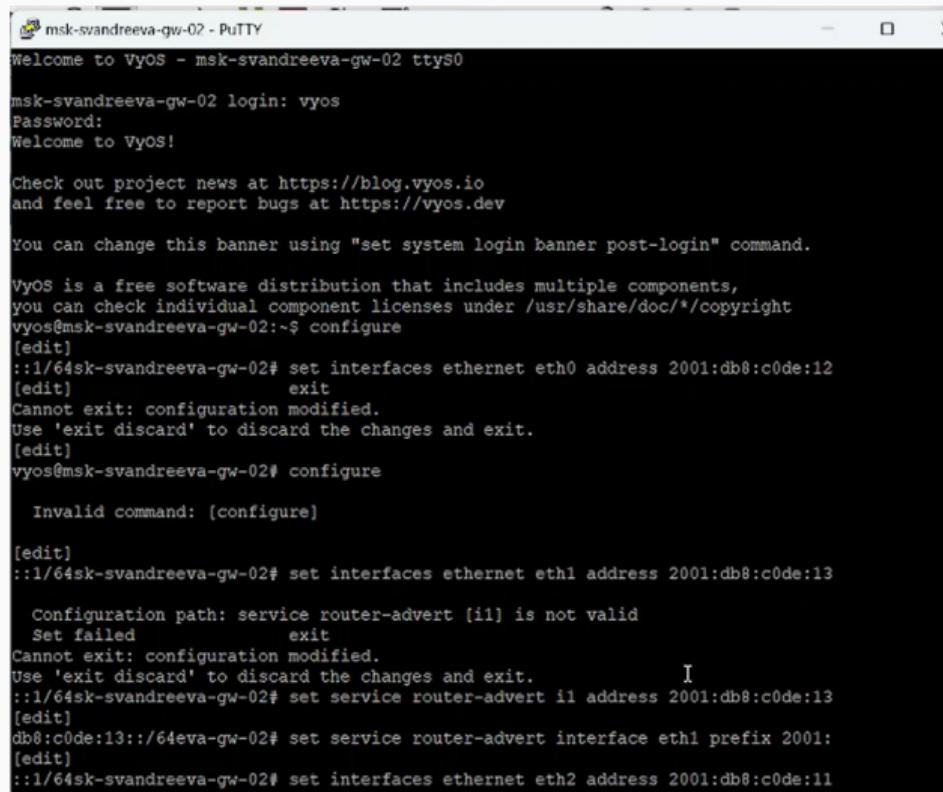
Выполнение работы

Руководствуясь (табл. 3.6), настроили IPv6-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора VyOS msk-svandreeva -gw-02. Перешли в режим конфигурирования, изменили имя устройства:

```
You can change this banner using "set system login banner post-login" command.  
vyos is a free software distribution that includes multiple components,  
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright  
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:~$ cobfigure  
      Invalid command: [cobfigure]  
vyos@vyos:~$ configure  
[edit]  
vyos@vyos# set system host-name msk-svandreeva-gw-02  
[edit]  
vyos@vyos# compare  
[edit system]  
>host-name msk-svandreeva-gw-02  
[edit]  
vyos@vyos# commit  
[edit]  
vyos@vyos# save  
Saving configuration to '/config/config.boot'...  
Done  
[edit]  
vyos@vyos# exit  
exit  
vyos@vyos:~$ reboot
```

Выполнение работы

- Назначили IPv6-адреса маршрутизатору msk-svandreeva -gw-02 :



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "msk-svandreeva-gw-02 - PuTTY". The session is connected to a VyOS router named "msk-svandreeva-gw-02". The terminal displays the following configuration commands:

```
Welcome to VyOS - msk-svandreeva-gw-02 ttys0
msk-svandreeva-gw-02 login: vyos
Password:
Welcome to VyOS!

Check out project news at https://blog.vyos.io
and feel free to report bugs at https://vyos.dev

You can change this banner using "set system login banner post-login" command.

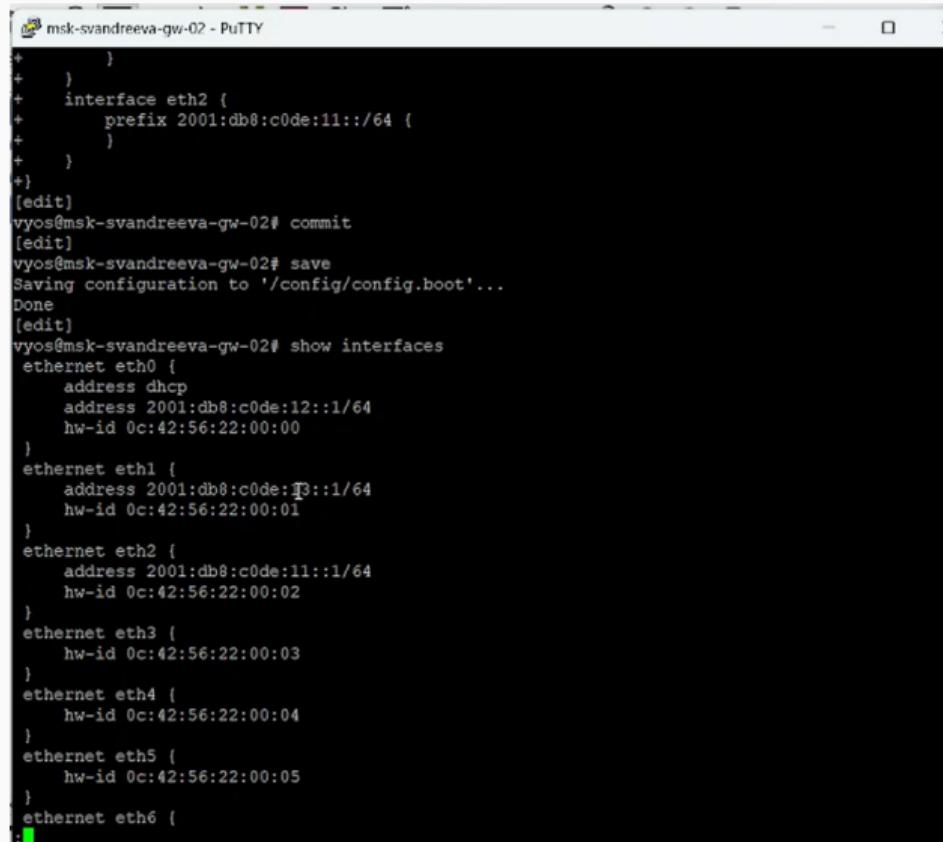
VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright
vyos@msk-svandreeva-gw-02:~$ configure
[edit]
::1/64sk-svandreeva-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12
[edit]
      exit
Cannot exit: configuration modified.
Use 'exit discard' to discard the changes and exit.
[edit]
vyos@msk-svandreeva-gw-02# configure

      Invalid command: [configure]

[edit]
::1/64sk-svandreeva-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:13

      Configuration path: service router-advert [i1] is not valid
      Set failed
      exit
Cannot exit: configuration modified.
Use 'exit discard' to discard the changes and exit.           I
::1/64sk-svandreeva-gw-02# set service router-advert i1 address 2001:db8:c0de:13
[edit]
db8:c0de:13::/64eva-gw-02# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:
[edit]
::1/64sk-svandreeva-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11
```

Выполнение работы



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "msk-svandreeva-gw-02 - PuTTY". The terminal displays the following VYOS configuration commands:

```
+      }
+    }
+    interface eth2 {
+      prefix 2001:db8:c0de:11::/64 {
+      }
+    }
+
[edit]
vyos@msk-svandreeva-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-svandreeva-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-svandreeva-gw-02# show interfaces
ethernet eth0 {
    address dhcp
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:42:56:22:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:42:56:22:00:01
}
ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:42:56:22:00:02
}
ethernet eth3 {
    hw-id 0c:42:56:22:00:03
}
ethernet eth4 {
    hw-id 0c:42:56:22:00:04
}
ethernet eth5 {
    hw-id 0c:42:56:22:00:05
}
ethernet eth6 {
```

Выполнение работы

Проверили подключение с помощью команд ping и trace. Узлы PC3 и PC4 успешно отправляют эхо-запросы друг другу и на сервер с двойным стеком (Dual Stack Server)

Выполнение работы

The image displays two terminal windows from the Putty application, titled "PC3-mnndreya - PuTTY" and "PC4-mnndreya - PuTTY". Both windows show a series of network packets being transmitted between two hosts.

PC3-mnndreya - PuTTY:

```
MTU: : 1500
VPC$> ping 2001:db8:c0de:13::a
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=19.954 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.788 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.069 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=4.511 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=4.209 ms
VPC$> trace 2001:db8:c0de:13::a
trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 2.016 ms 1.531 ms 4.771 ms
2 2001:db8:c0de:13::a 3.624 ms 1.245 ms 2.234 ms
VPC$> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=23.989 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=0.849 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.886 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.601 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=4.547 ms
VPC$> trace 2001:db8:c0de:11::a
trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 4.382 ms 1.187 ms 2.505 ms
2 2001:db8:c0de:11::a 3.767 ms 7.959 ms 4.071 ms
VPC$> 
```

PC4-mnndreya - PuTTY:

```
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20047
MTU: : 1500
VPC$> ping 2001:db8:c0de:12::a
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=16.701 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.513 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=7.457 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=4.100 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=7.126 ms
VPC$> trace 2001:db8:c0de:12::a
trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1 5.506 ms 2.169 ms 1.462 ms
2 2001:db8:c0de:12::a 8.421 ms 3.816 ms 2.705 ms
VPC$> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=3.307 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.490 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=5.237 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=3.361 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=5.381 ms
VPC$> trace 2001:db8:c0de:11::a
trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1 1.752 ms 4.868 ms 1.625 ms
2 2001:db8:c0de:11::a 7.907 ms 8.992 ms 8.415 ms
VPC$> 
```

Рис. 18: Отправка эхо-запросов PC3, PC4 и Server с помощью ping и trace

Выполнение работы

Убедились, что устройства из подсети IPv4 не доступны для устройств из подсети IPv6 и наоборот. Только сервер двойного стека может обращаться к устройствам обеих подсетей

Выполнение работы

The screenshot shows two PuTTY sessions. The left session, titled 'PC3 svandrea - PuTTY', displays network traces and ping results for PC3. The right session, titled 'PC4 svandrea - PuTTY', displays similar information for PC4. Both sessions show traces of ICMP6_seq1 to ICMP6_seq5 and ping results to 2001:db8:c0de:13::a and 2001:db8:c0de:11::a, along with 'host (172.16.20.138) not reachable' and 'host (172.16.20.10) not reachable' messages.

```
PC3 svandrea - PuTTY
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq1 ttl=62 time=19.954 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq2 ttl=62 time=2.788 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq3 ttl=62 time=4.069 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq4 ttl=62 time=4.511 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq5 ttl=62 time=4.209 ms
VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::a
trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 2.016 ms 1.531 ms 4.771 ms
2 2001:db8:c0de:13::a 3.624 ms 1.245 ms 2.234 ms
VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq1 ttl=62 time=23.989 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq2 ttl=62 time=8.849 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq3 ttl=62 time=3.886 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq4 ttl=62 time=3.601 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq5 ttl=62 time=4.547 ms
VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::a
trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 4.382 ms 1.187 ms 2.505 ms
2 2001:db8:c0de:11::a 3.787 ms 7.959 ms 4.071 ms
VPCS> ping 172.16.20.138
host (172.16.20.138) not reachable
VPCS> [green prompt]
PC4 svandrea - PuTTY
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq1 ttl=62 time=16.701 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq2 ttl=62 time=2.513 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq3 ttl=62 time=7.457 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq4 ttl=62 time=4.100 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq5 ttl=62 time=7.126 ms
VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::a
trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1 5.506 ms 2.169 ms 1.462 ms
2 2001:db8:c0de:12::a 8.421 ms 3.816 ms 2.785 ms
VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq1 ttl=62 time=9.307 ns
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq2 ttl=62 time=3.490 ns
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq3 ttl=62 time=5.237 ns
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq4 ttl=62 time=3.381 ns
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq5 ttl=62 time=5.381 ns
VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::a
trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:13::1 1.752 ms 4.868 ms 1.625 ms
2 2001:db8:c0de:11::a 7.907 ms 8.992 ms 8.415 ms
VPCS> ping 172.16.20.10
host (172.16.20.10) not reachable
VPCS> [green prompt]
```

Рис. 19: Попытка подключения PC3, PC4 к PC1, PC2

Выполнение работы

```
PC1-svandreeva - Putty

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=21.614 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.314 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=8.818 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=10.146 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=8.342 ms

VPCS> trace 172.16.20.138
trace to 172.16.20.138, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1 172.16.20.1    18.562 ms  3.191 ms  1.374 ms
2 *172.16.20.138  4.180 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=11.865 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=6.075 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=6.116 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=7.340 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=5.244 ms

VPCS> trace 64.100.1.10
trace to 64.100.1.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1 172.16.20.1    4.641 ms  1.860 ms  2.452 ms
2 *64.100.1.10   4.681 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

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

host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable

VPCS>
```

Рис. 20: Попытка подключения PC1 к PC3

Выполнение работы

Далее посмотрели захваченный на соединении сервера двойного стека адресации с коммутатором трафик ARP, ICMP, ICMPv6. Сеть работоспособна - есть двусторонняя связь, оба стека (IPv4/IPv6) активны, базовые протоколы работают корректно

Выполнение работы

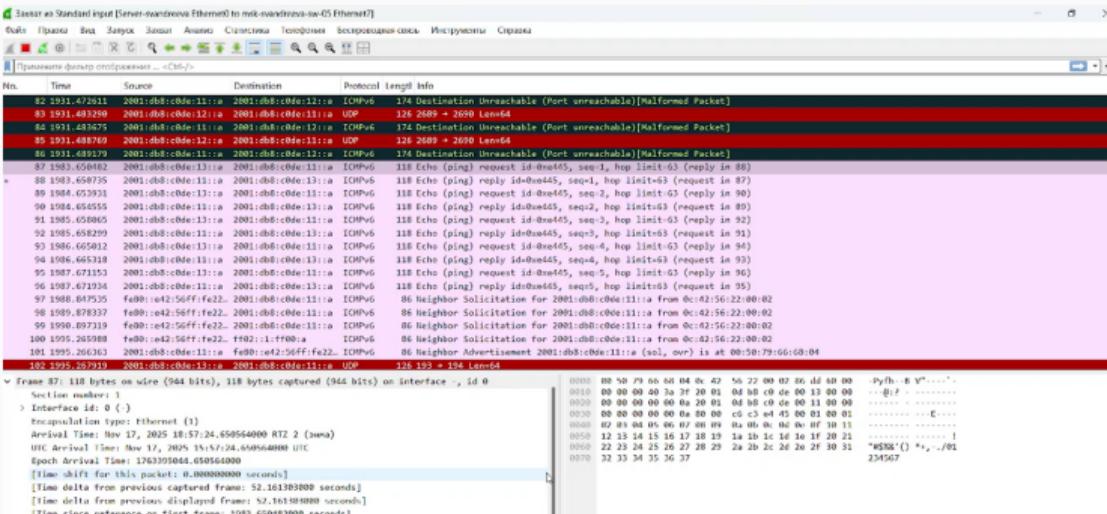


Рис. 21: Перехваченные пакеты ICMPv6

Выполнение работы

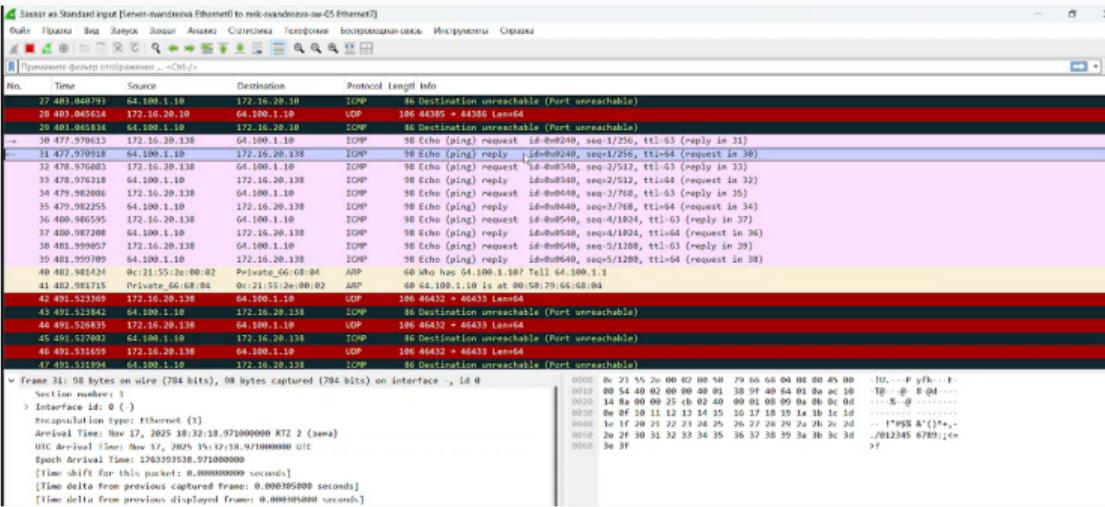


Рис. 22: Перехваченные пакеты ICMP

Выполнение работы

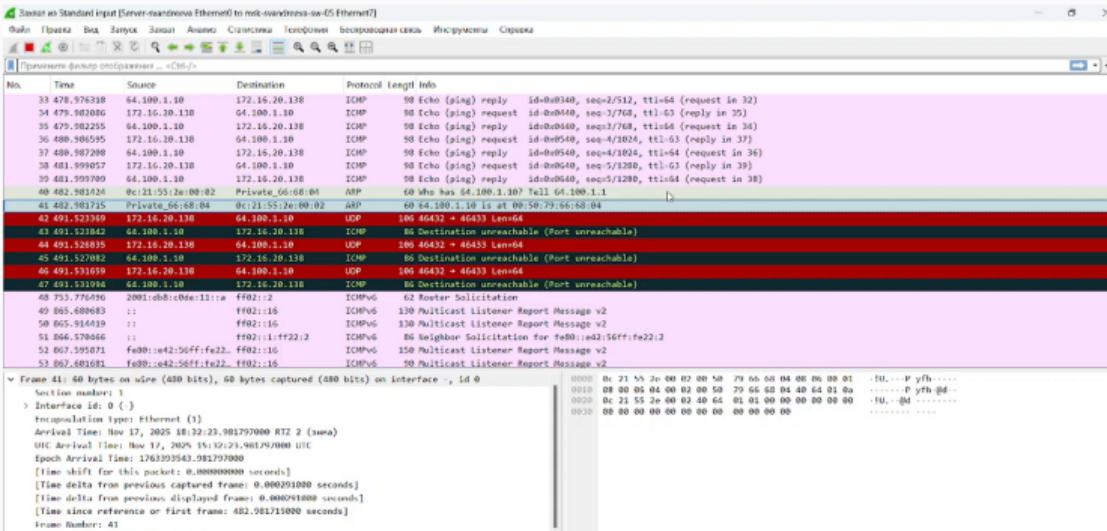


Рис. 23: Перехваченные пакеты ARP

Задание для самостоятельного выполнения

Создали новый проект. Задали топологию сети

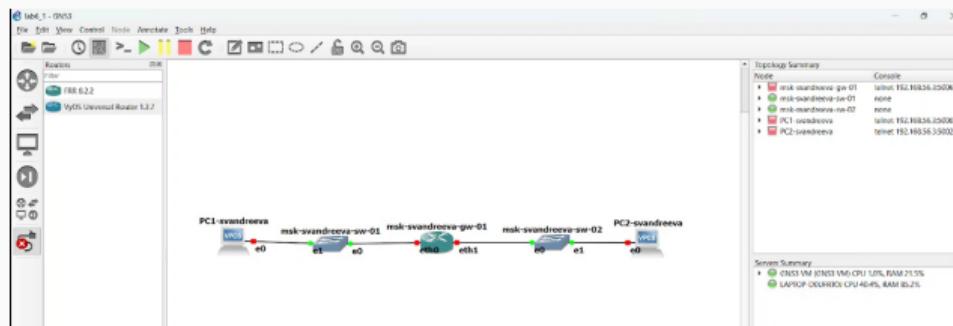


Рис. 24: Топология сети с двумя локальными подсетями

Выполнение работы

Предполагается, что маршрутизатор разбивает сеть на две подсети с адресами IPv4 и IPv6:

- подсеть 1: 10.10.1.96/27; 2001:DB8:1:1::/64;
- подсеть 2: 10.10.1.16/28; 2001:DB8:1:4::/64.

Охарактеризовали подсети, укажем, какие адреса в них находятся. Предложили вариант таблицы адресации для заданной топологии и адресного пространства

Выполнение работы

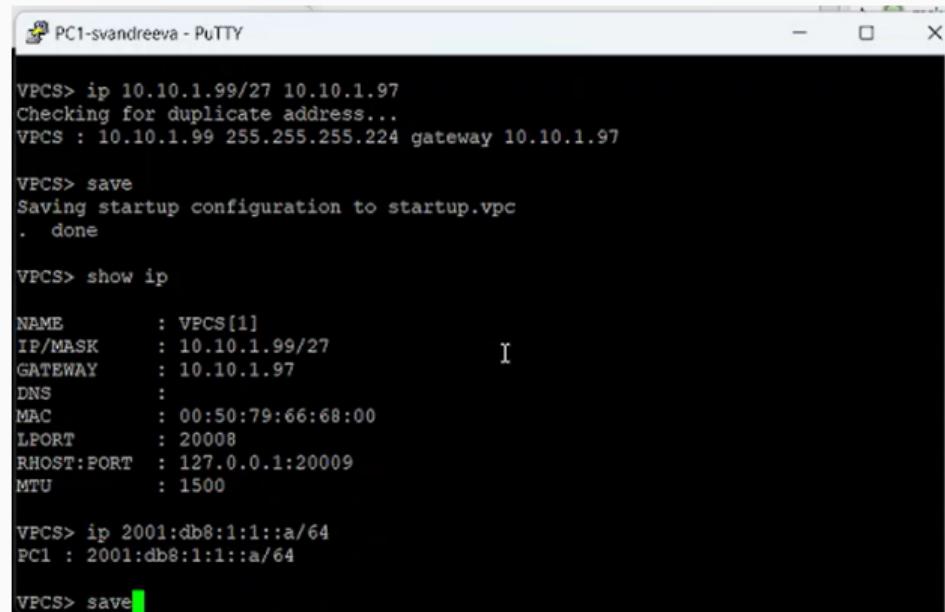
Параметр	1 подсеть	2 подсеть
адрес сети	10.10.1.96/27	10.10.1.16/28
префикс	/27	/28
маска	255.255.255.224	255.255.255.240
broadcast-адрес	10.10.1.127	10.10.1.31
число возможных подсетей	32	16
диапазон адресов узлов	10.10.1.97 – 10.10.1.126	10.10.1.17 – 10.10.1.30

Параметр	1 подсеть	2 подсеть
адрес сети	2001:DB8:1:1::/64	2001:DB8:1:4::/64
маска	ffff:ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000 0	ffff:ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000 0
префикс	2001:DB8:1:1	2001:DB8:1:4
диапазон адресов для узлов сети	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	10.10.1.99/27	2001:db8:1:1::a/64	10.10.1.97/gw-01
PC2	NIC	10.10.1.18/28	2001:db8:1:4::a/64	10.10.1.17/gw-01
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	—

Выполнение работы

Задали IP-адреса для PC1



```
VPCS> ip 10.10.1.99/27 10.10.1.97
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.99 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97

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

VPCS> show ip

NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 10.10.1.99/27
GATEWAY   : 10.10.1.97
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20008
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20009
MTU       : 1500

VPCS> ip 2001:db8:1:1::a/64
PC1 : 2001:db8:1:1::a/64

VPCS> save
```

Рис. 26: Настройка IP-адреса на PC1-svandreeva

Выполнение работы

Задали IP-адреса для PC2

```
PC2-svandreeva - PuTTY
Executing the startup file

Hostname is too long. (Maximum 12 characters)

VPCS> ip 10.10.1.18/28 10.10.1.17
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.18 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17

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

VPCS> show ip

NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 10.10.1.18/28
GATEWAY   : 10.10.1.17
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20011
MTU       : 1500

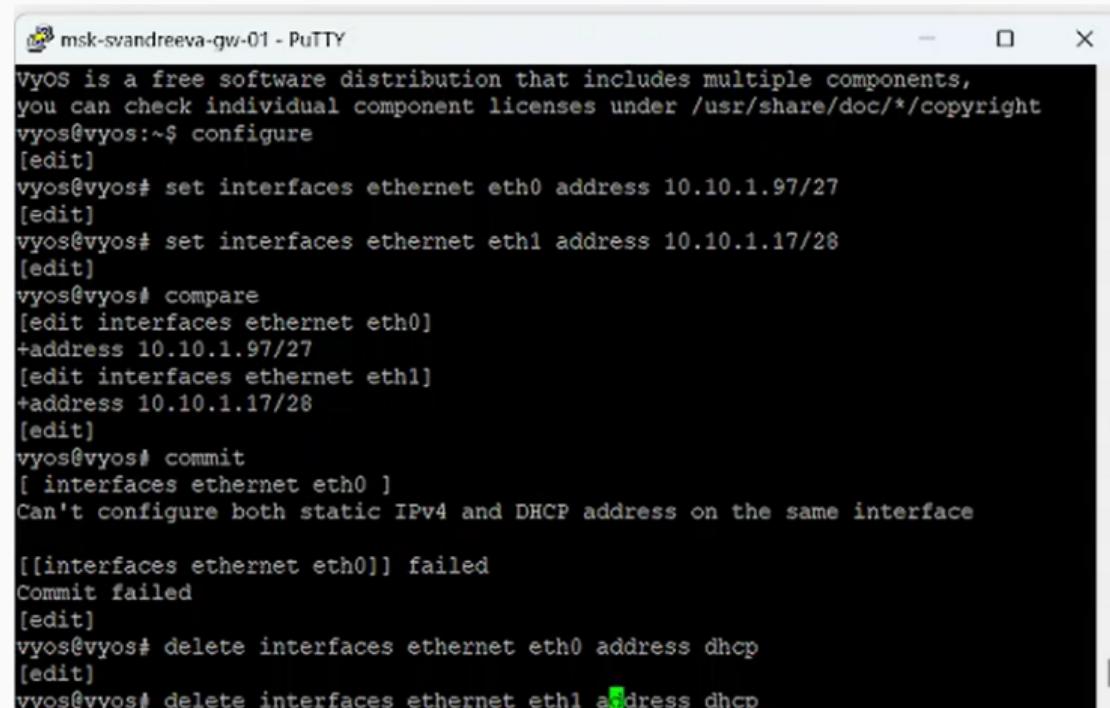
VPCS> ip 2001:db8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64

VPCS> save
```

Выполнение работы

Назначили IPv6 и IPv4-адреса интерфейсам маршрутизатора msk-svandreeva-gw-01 :

Выполнение работы



```
msk-svandreeva-gw-01 - PuTTY
VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*copyright
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 10.10.1.97/27
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 10.10.1.17/28
[edit]
vyos@vyos# commit
[ interfaces ethernet eth0 ]
Can't configure both static IPv4 and DHCP address on the same interface

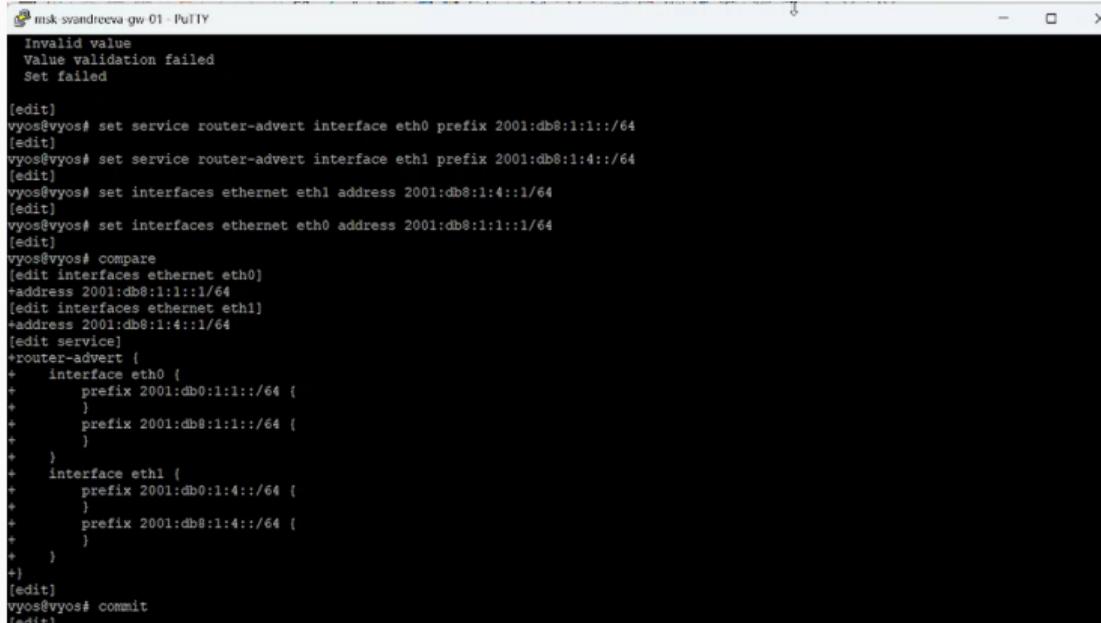
[[interfaces ethernet eth0]] failed
Commit failed
[edit]
vyos@vyos# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@vyos# delete interfaces ethernet eth1 address dhcp
```

Рис. 28: Настройка на маршрутизаторе VyOS

Выполнение работы

```
msk-svandreeva-gw-01 - PuTTY
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# show interfaces
 ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:00
}
 ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/28
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:01
}
 ethernet eth2 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:02
}
 ethernet eth3 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:03
}
 ethernet eth4 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:04
}
 ethernet eth5 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:05
}
 ethernet eth6 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:06
}
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos#
```

Выполнение работы

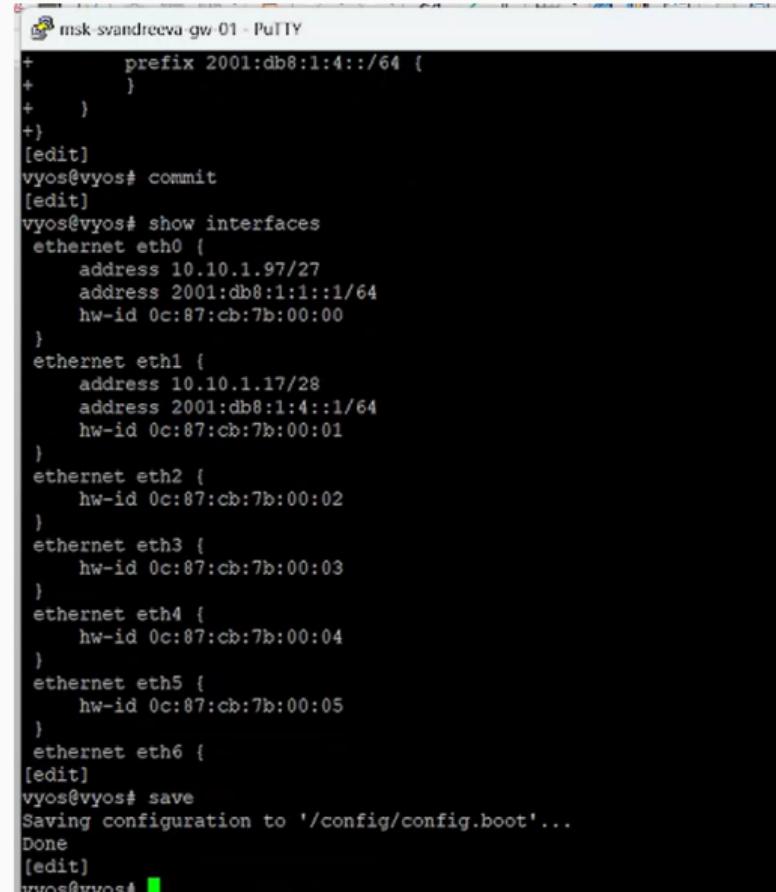


```
msk svandreeva gw-01 - PuTTY
Invalid value
Value validation failed
Set failed

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

Рис. 30: Настройка на маршрутизаторе VyOS

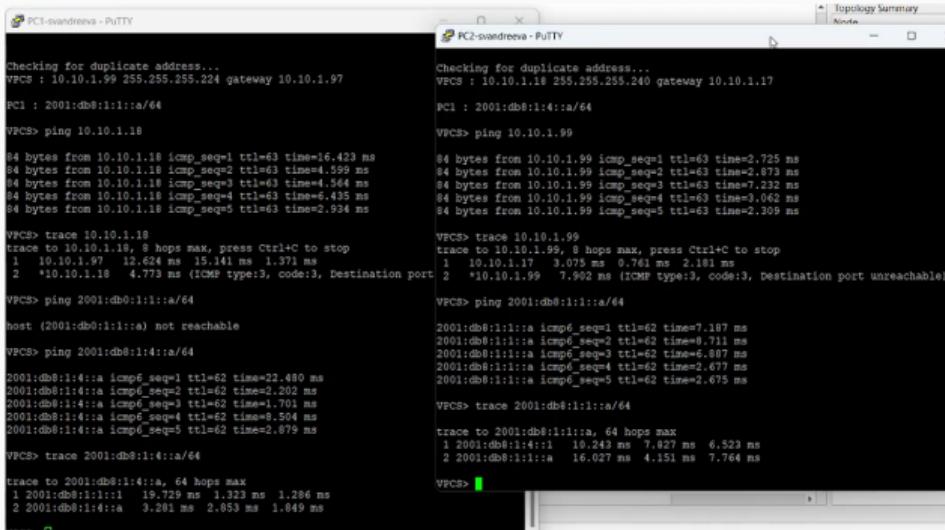
Выполнение работы



```
msk svandreeva-gw-01 - PuTTY
+
+         prefix 2001:db8:1:4::/64 {
+             }
+
+         }
+
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# show interfaces
ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    address 2001:db8:1:1::1/64
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/28
    address 2001:db8:1:4::1/64
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:01
}
ethernet eth2 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:02
}
ethernet eth3 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:03
}
ethernet eth4 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:04
}
ethernet eth5 {
    hw-id 0c:87:cb:7b:00:05
}
ethernet eth6 {
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos#
```

Выполнение работы

Проверили подключение между устройствами подсети с помощью команд ping и trace



The image shows two PuTTY windows side-by-side. Both windows are titled 'PC1-svandrea - PuTTY' and 'PC2-svandrea - PuTTY'. They are both running the 'Topology Summary' command, which displays network topology information.

PC1 (Left Window):

```
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.99 255.255.255.224 gateway 10.10.1.97
PC1 : 2001:db8:1:1::a/64
VPC$> ping 10.10.1.18
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=16.423 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.599 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=3 ttl=63 time=4.564 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=4 ttl=63 time=6.435 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.934 ms
VPC$> trace 10.10.1.18
trace to 10.10.1.18, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1 10.10.1.97 12.624 ms 15.141 ms 1.371 ms
2 *10.10.1.18 4.773 ms (ICMP type:3, code:3, destination port unreachable)
VPC$> ping 2001:db8:1:1::a/64
host (2001:db8:1:1::a) not reachable
VPC$> ping 2001:db8:1:4::a/64
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=22.480 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.202 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=1.701 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=8.504 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.879 ms
VPC$> trace 2001:db8:1:4::a/64
trace to 2001:db8:1:4::a, 64 hops max
1 2001:db8:1:1::1 19.729 ms 1.323 ms 1.286 ms
2 2001:db8:1:4::a 3.281 ms 2.053 ms 1.049 ms
```

PC2 (Right Window):

```
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.10.1.18 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64
VPC$> ping 10.10.1.99
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.725 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.873 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=3 ttl=63 time=7.232 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.062 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.309 ms
VPC$> trace 10.10.1.99
trace to 10.10.1.99, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1 10.10.1.17 3.075 ms 0.761 ms 2.181 ms
2 *10.10.1.99 7.900 ms (ICMP type:3, code:3, destination port unreachable)
VPC$> ping 2001:db8:1:1::a/64
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=7.187 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=0.711 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=6.807 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.677 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=2.675 ms
VPC$> trace 2001:db8:1:1::a/64
trace to 2001:db8:1:1::a, 64 hops max
1 2001:db8:1:4::1 10.243 ms 7.827 ms 6.523 ms
2 2001:db8:1:1::a 16.027 ms 4.151 ms 7.764 ms
```

Рис. 32: Отправка эхо-запроса PC1 и PC2

Выводы

Выводы

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