

Отчет по лабораторной работе №6

Адресация IPv4 и IPv6. Двойной стек

Галацан Николай, НПИбд-01-22

Содержание

1	Цель работы	4
2	Выполнение лабораторной работы	5
2.1	Разбиение сети на подсети	5
2.1.1	Разбиение IPv4-сети на подсети	5
2.1.2	Разбиение IPv6-сети на подсети	8
2.2	Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети	10
2.3	Задание для самостоятельного выполнения	19
3	Выводы	24

Список иллюстраций

2.1	Топология сети с двумя локальными подсетями в GNS3	10
2.2	Настройка IPv4-адресации на PC-1 и PC-2	11
2.3	Настройка IPv4-адресации на сервере	11
2.4	Настройка IPv4-адресации для интерфейсов маршрутизатора FRR	12
2.5	Проверка конфигурации маршрутизатора FRR	12
2.6	Проверка подключения с PC-1	13
2.7	Проверка подключения с PC-2	13
2.8	Настройка IPv6-адресации на PC-3 и PC-4	14
2.9	Настройка IPv6-адресации на сервере	14
2.10	Настройка IPv6-адресации для интерфейсов маршрутизатора VyOS	15
2.11	Сохранение изменений настроек маршрутизатора VyOS	15
2.12	Просмотр интерфейсов маршрутизатора VyOS	16
2.13	Проверка подключения с PC-3	16
2.14	Проверка подключения с PC-4	17
2.15	Проверка доступности устройств из подсети IPv4 для устройств из подсети IPv6	17
2.16	Проверка доступности устройств из подсети IPv6 для устройств из подсети IPv4	18
2.17	Проверка доступности устройств из обеих подсетей с сервера двойного стека	18
2.18	Захваченный трафик ARP, ICMP, ICMPv6 в Wireshark	19
2.19	Топология сети с двумя локальными подсетями	20
2.20	Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-1	21
2.21	Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-2	21
2.22	Настройка IPv6-адресации на маршрутизаторе VyOS	22
2.23	Просмотр интерфейсов на маршрутизаторе VyOS	22
2.24	Проверка подключения с PC-1 на PC-2 по IPv4 и IPv6	23
2.25	Проверка подключения с PC-2 на PC-1 по IPv4 и IPv6	23

1 Цель работы

Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Разбиение сети на подсети

2.1.1 Разбиение IPv4-сети на подсети

1. Задана IPv4-сеть 172.16.20.0/24. Для заданной сети определите префикс, маску, broadcast-адрес, число возможных подсетей, диапазон адресов узлов. Разбейте сеть на 3 подсети с максимально возможным числом адресов узлов 126, 62, 62 соответственно.

Характеристика	Значение
Адрес сети	172.16.20.0/24
Префикс маски	/24
Маска	255.255.255.0
Broadcast-адрес	172.16.20.255
Адрес сети в двоичной форме	10101100.00010000.00010100.00000000
Маска в двоичной форме	11111111.11111111.11111111.00000000
Число возможных подсетей	$2^8=256$
Диапазон адресов узлов	172.16.20.1 - 172.16.20.254

Маска: /24 означает, что первые 24 бита адреса являются сетевой частью маски (24 единицы в двоичном виде), а оставшиеся 8 бит (нули в двоичном виде) - частью для устройств в сети. Broadcast-адрес: Этот адрес можно вычислить,

инвертировав биты в сетевой части маски и применив их к заданной сети. Для вычисления broadcast-адреса инвертирую биты в сетевой части маски:

Маска: 11111111.11111111.11111111.00000000

Инвертированная маска: 00000000.00000000.00000000.11111111

Теперь применяю инвертированную маску к сети: 172.16.20.0 (сетевая часть) OR 0.0.0.255 (инвертированная маска) = 172.16.20.255.

Необходимо разбить сеть на 3 подсети с 126, 62, 62 узлами. Для первой подсети требуется $126 + 2 = 128$ адресов (резервируется 1 для адреса сети и 1 для широковещательного адреса). $128 = 2^7$, значит в маске подсети требуется оставить 7 нулей. 11111111.11111111.11111111.10000000 = 255.255.255.128 Префикс маски - /25. Диапазон адресов для данной подсети: 172.16.20.1 - 172.16.20.126.

Для двух других подсетей требуется $62 + 2 = 64$ адреса. $64 = 2^6$, значит в маске подсети требуется оставить 6 нулей. 11111111.11111111.11111111.11000000 = 255.255.255.192. Префикс маски - /26. Диапазон адресов для второй подсети: 172.16.20.129 - 172.16.20.190. Диапазон адресов для третьей подсети: 172.16.20.193 - 172.16.20.254.

2. Задана сеть 10.10.1.64/26. Для заданной сети определите префикс, маску, broadcast-адрес, число возможных подсетей, диапазон адресов узлов. Выделите в этой сети подсеть на 30 узлов. Запишите характеристики для выделенной подсети.

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.64/26
Префикс маски	/26
Маска	255.255.255.192
Broadcast-адрес	10.10.1.127
Адрес сети в двоичной форме	00001010.00001010.00000001.01000000

Характеристика	Значение
Маска в двоичной форме	11111111.11111111.11111111.11000000
Число возможных подсетей	$2^6=64$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.65 - 10.10.1.126

Чтобы разбить подсеть на 30 узлов, нужно $30 + 2 = 32$ адреса, следовательно маска подсети будет 11111111.11111111.11111111.11100000 = 255.255.255.224 = /27. Диапазон адресов: 10.10.1.65 - 10.10.1.94. Адрес подсети: 10.10.1.64. Broadcast: 10.10.1.95.

3. Задана сеть 10.10.1.0/26. Для этой сети определите префикс, маску, broadcastадрес, число возможных подсетей, диапазон адресов узлов. Выделите в этой сети подсеть на 14 узлов. Запишите характеристики для выделенной подсети.

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.0/26
Префикс маски	/26
Маска	255.255.255.192
Broadcast-адрес	10.10.1.63
Адрес сети в двоичной форме	00001010.00001010.00000001.00000000
Маска в двоичной форме	11111111.11111111.11111111.11000000
Число возможных подсетей	$2^6=64$
Диапазон адресов узлов	10.10.1.1 - 10.10.1.62

Чтобы разбить подсеть на 14 узлов, нужно $14 + 2 = 16$ адресов, следовательно маска подсети будет 11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240 = /28. Диапазон адресов: 10.10.1.1 - 10.10.1.14. Адрес подсети: 10.10.1.0. Broadcast: 10.10.1.15.

2.1.2 Разбиение IPv6-сети на подсети

1. Задана сеть 2001:db8:c0de::/48. Охарактеризуйте адрес, определите маску, префикс, диапазон адресов для узлов сети (краевые значения). Разбейте сеть на 2 подсети двумя способами — с использованием идентификатора подсети и с использованием идентификатора интерфейса. Поясните предложенные вами варианты разбиения.

Адрес 2001:db8:c0de::/48 – адрес локальной подсети. Первые 48 бит фиксированы, далее 16 бит – подсеть, остальные 64 бита - идентификатор конкретного интерфейса узла подсети.

Характеристика	Значение
Адрес сети	2001:db8:c0de::/48
Длина префикса	48
Префикс	2001:db8:c0de::
Маска	ffff:ffff:ffff:0:0:0:0:0
Диапазон адресов узлов	2001:db8:c0de:0:0:0:0 - 2001:db8:c0de:ffff:ffff:ffff:ffff

Разбиение сети на 2 подсети с использованием идентификатора подсети. Для определения доступных подсетей достаточно рассчитать шестнадцатеричное число (идентификатор подсети), следующее за префиксом глобальной маршрутизации (48 бит). Последние 64 бита идентифицируют конкретный узел сети. Можно выделить следующие 2 подсети:

2001:db8:c0de:0003::/64

2001:db8:c0de:0004::/64

Разбиение сети на 2 подсети с использованием идентификатора интерфейса. Создается подсеть на границе полубайта (4 бита или одна шестнадцатеричная цифра). Например, префикс подсети /64 расширяется на четыре бита (или один

полубайт) до подсети /68, что позволяет уменьшить размер идентификатора интерфейса на 4 бита (с 64 до 60). Тогда можно выделить, например, такие подсети:

2001:db8:c0de:0000:1000/68

2001:db8:c0de:0000:5000/68

2. Задана сеть 2a02:6b8::/64. Охарактеризуйте адрес, определите маску, префикс, диапазон адресов для узлов сети (краевые значения). Разбейте сеть на 2 подсети двумя способами — с использованием идентификатора подсети и с использованием идентификатора интерфейса. Поясните предложенные вами варианты разбиения.

Адрес 2a02:6b8::/64 – адрес локальной связи. Первые 64 бита фиксированы, остальные 64 идентифицируют конкретный интерфейс узла.

Характеристика	Значение
Адрес сети	2a02:6b8::/64
Длина префикса	64
Префикс	2a02:6b8:0000:0000
Маска	ffff:ffff:ffff:ffff:0:0:0:0
Диапазон адресов узлов	2a02:6b8:: - 2a02:6b8:0:0:ffff:ffff:ffff:ffff

Разбиение сети на 2 подсети с использованием идентификатора подсети. Можно выделить следующие 2 подсети:

2a02:6b8:0000:0000:0001::/80

2a02:6b8:0000:0000:0002::/80

Разбиение сети на 2 подсети с использованием идентификатора интерфейса. Можно выделить, например, такие подсети:

2a02:6b8:0000:0000:1000::/68

2a02:6b8:0000:0000:2000::/68

2.2 Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети

Запускаю GNS3 VM и GNS3. Создаю новый проект. В рабочей области GNS3 размещаю коммутаторы Ethernet, маршрутизатор FFR и VyOS, 5 VPCS. Формирую топологию сети согласно инструкции и таблице адресации (рис. 2.1).

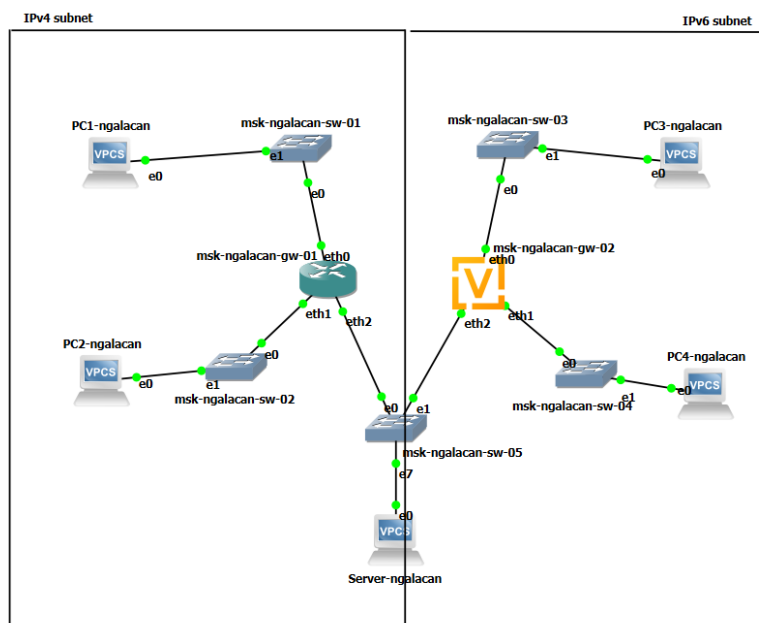
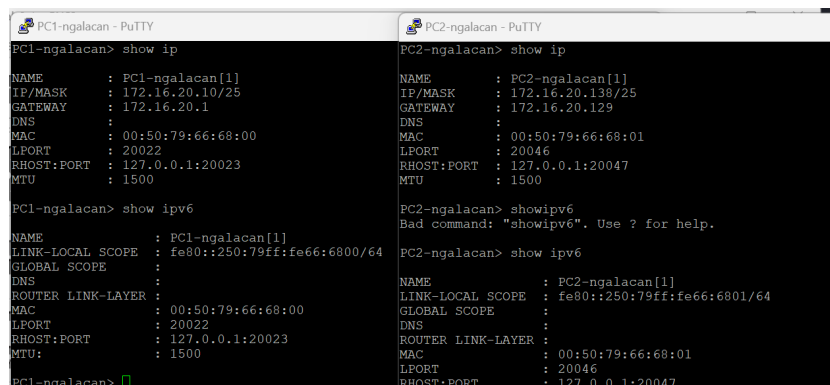


Рис. 2.1: Топология сети с двумя локальными подсетями в GNS3

Включаю захват трафика между сервером двойного стека и ближайшим к нему коммутатором. Включаю все устройства сети.

Задаю IP-адреса PC-1 и PC-2. Вызываю терминалы и настраиваю адресацию в соответствии с таблицей, проверяю конфигурации (рис. 2.2).



The image shows two terminal windows side-by-side. The left window is titled 'PC1-ngalacan - PuTTY' and shows the output of the 'show ip' and 'show ipv6' commands. The right window is titled 'PC2-ngalacan - PuTTY' and shows the output of the 'show ip' and 'show ipv6' commands. The output for 'show ip' includes fields for NAME, IP/MASK, GATEWAY, DNS, MAC, LPORT, RHOST:PORT, and MTU. The output for 'show ipv6' includes fields for NAME, LINK-LOCAL SCOPE, GLOBAL SCOPE, DNS, ROUTER LINK-LAYER, MAC, LPORT, RHOST:PORT, and MTU.

```
PC1-ngalacan> show ip
NAME       : PC1-ngalacan[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-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC1-ngalacan[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-ngalacan>

PC2-ngalacan> show ip
NAME       : PC2-ngalacan[1]
IP/MASK    : 172.16.20.138/25
GATEWAY    : 172.16.20.129
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:01
LPORT      : 20046
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20047
MTU        : 1500

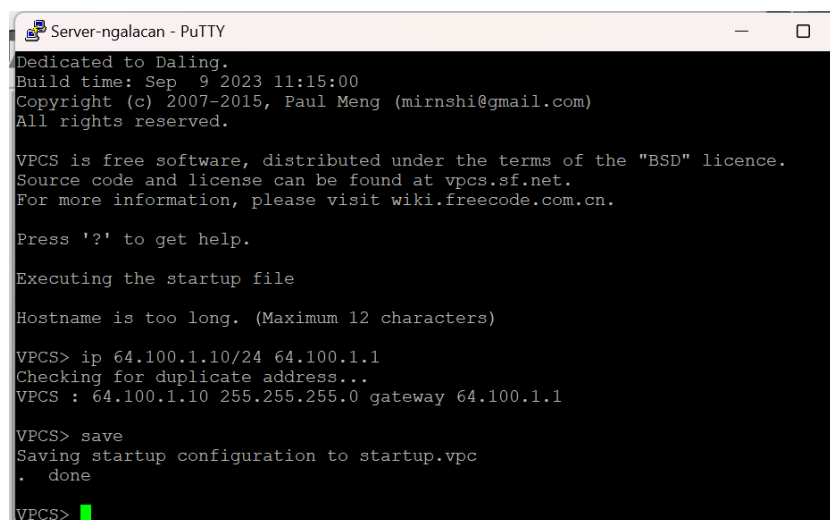
PC2-ngalacan> show ipv6
Bad command: "showipv6". Use ? for help.

PC2-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC2-ngalacan[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    :
DNS             :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC            : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20046
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20047

PC2-ngalacan>
```

Рис. 2.2: Настройка IPv4-адресации на PC-1 и PC-2

Настраиваю адресацию на сервере (рис. 2.3).



The image shows a terminal window titled 'Server-ngalacan - PuTTY'. It displays the VPCS startup sequence, including copyright information, license details, and the execution of the startup file. The configuration for the IP address 64.100.1.10/24 is shown, along with the gateway 64.100.1.1. The configuration is saved to startup.vpc.

```
Server-ngalacan - PuTTY
Dedicated to Daling.
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

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. 2.3: Настройка IPv4-адресации на сервере

По таблице адресации настраиваю IPv4-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора FRR msk-ngalacan-gw-01 (рис. 2.4).

```
msk-ngalacan-gw-01 - PuTTY
frr(config)# hostname msk-user-gw-01
msk-user-gw-01(config)# exit
msk-user-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-user-gw-01# configure terminal
msk-user-gw-01(config)# interface eth0
msk-user-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.1/25
msk-user-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-user-gw-01(config-if)# exit
msk-user-gw-01(config)# interface eth1
msk-user-gw-01(config-if)# ip address 172.16.20.129/25
msk-user-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-user-gw-01(config-if)# exit
msk-user-gw-01(config)# interface eth2
msk-user-gw-01(config-if)# ip address 64.100.1.1/24
% Unknown command: ip address 64.100.1.1/24
msk-user-gw-01(config-if)# ip address 64.100.1.1/24
msk-user-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-user-gw-01(config-if)# exit
msk-user-gw-01(config)# exit
msk-user-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-user-gw-01#
```

Рис. 2.4: Настройка IPv4-адресации для интерфейсов маршрутизатора FRR

Проверяю конфигурацию маршрутизатора (рис. 2.5).

```
msk-ngalacan-gw-01 - PuTTY
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-user-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-user-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
```

Рис. 2.5: Проверка конфигурации маршрутизатора FRR

Проверяю подключение с помощью ping и trace. С PC-1 посылаю запросы на PC-2 и сервер (рис. 2.6), с PC-2 - на PC-1 и сервер (рис. 2.7).

```

PC1-ngalacan> ping 172.16.20.138/25
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=5.316 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.822 ms
^C
PC1-ngalacan> trace 172.16.20.138/25
trace to 172.16.20.138, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1    0.927 ms  0.701 ms  0.903 ms
 2  *172.16.20.138  1.500 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-ngalacan> ping 64.100.1.10/24
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.314 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=4.535 ms
^C
PC1-ngalacan> trace 64.100.1.10/24
trace to 64.100.1.10, 24 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.1    1.545 ms  0.225 ms  0.502 ms
 2  *64.100.1.10   2.259 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-ngalacan>

```

Рис. 2.6: Проверка подключения с PC-1

```

PC2-ngalacan - PuTTY
ping 172.16.20.10/25
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.347 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.998 ms
^C
PC2-ngalacan> trace 172.16.20.10/25
trace to 172.16.20.10, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129  1.973 ms  0.626 ms  0.354 ms
 2  *172.16.20.10  3.865 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-ngalacan> ping 64.100.1.10/24
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.393 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.715 ms
^C
PC2-ngalacan> trace 64.100.1.10/24
trace to 64.100.1.10, 24 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.16.20.129  4.166 ms  0.446 ms  0.836 ms
 2  *64.100.1.10   1.593 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-ngalacan>

```

Рис. 2.7: Проверка подключения с PC-2

Задаю IP-адреса PC-3 и PC-4. Вызываю терминалы и настраиваю адресацию в соответствии с таблицей, проверяю конфигурации (рис. 2.8).

The image shows two PuTTY terminal windows side-by-side. The left window is titled 'PC3-ngalacan - PuTTY' and shows the output of 'show ip' and 'show ipv6' commands. The right window is titled 'PC4-ngalacan - PuTTY' and shows the output of 'show ip' and 'show ipv6' commands.

```
PC3-ngalacan> show ip
NAME       : PC3-ngalacan[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:02
LPORT      : 20048
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20049
MTU        : 1500

PC3-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC3-ngalacan[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         : 20048
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20049
MTU           : 1500

PC3-ngalacan>

PC4-ngalacan> show ip
NAME       : PC4-ngalacan[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:03
LPORT      : 20050
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20051
MTU        : 1500

PC4-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC4-ngalacan[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         : 20050
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20051
MTU           : 1500

PC4-ngalacan>
```

Рис. 2.8: Настройка IPv6-адресации на PC-3 и PC-4

Настраиваю адресацию на сервере (рис. 2.9).

The image shows a PuTTY terminal window titled 'Server-ngalacan - PuTTY'. It displays the startup sequence of a VPCS server, including version information, license, and the configuration of IPv6 addresses and gateway.

```
Server-ngalacan - 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

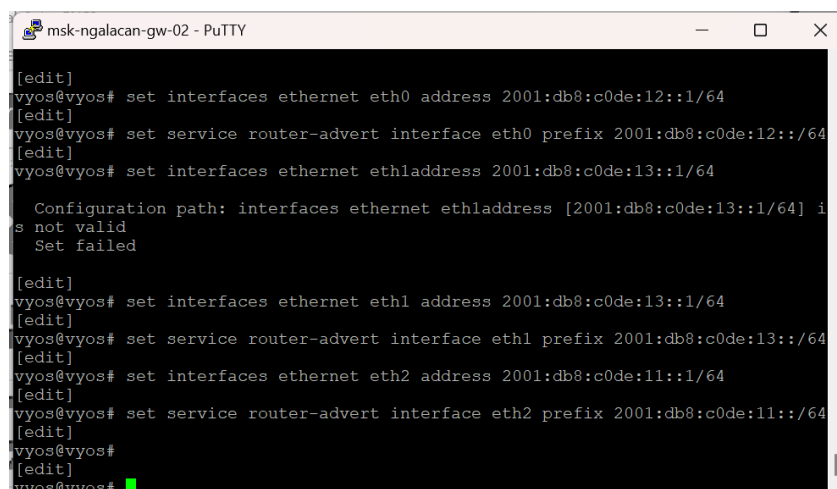
VPCS> ip 2001:db8:c0de:11::a/64
PC1 : 2001:db8:c0de:11::a/64

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

VPCS>
```

Рис. 2.9: Настройка IPv6-адресации на сервере

В соответствии с таблицей адресации настраиваю IPv6-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора VyOS (рис. 2.10).



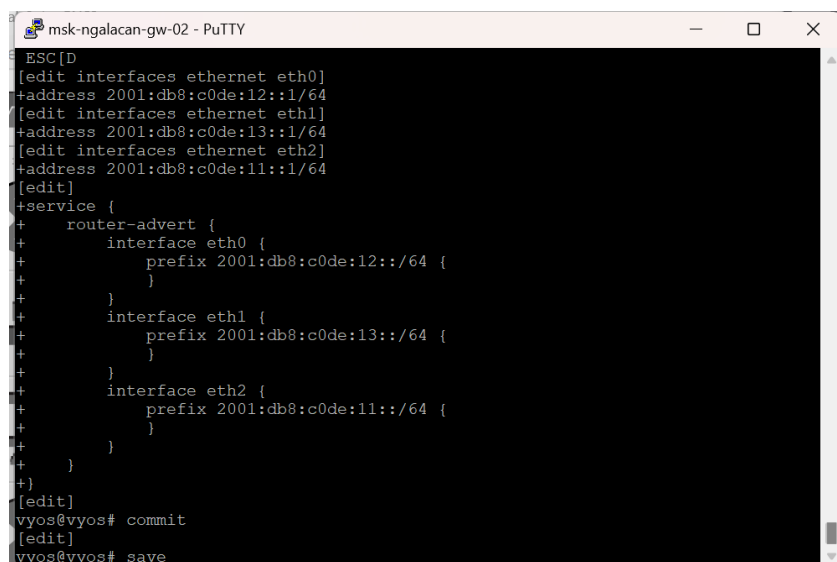
```
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth0 prefix 2001:db8:c0de:12::/64
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1address 2001:db8:c0de:13::1/64

Configuration path: interfaces ethernet eth1address [2001:db8:c0de:13::1/64] i
s not valid
Set failed

[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:13::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:c0de:13::/64
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface eth2 prefix 2001:db8:c0de:11::/64
[edit]
vyos@vyos#
[edit]
vyos@vyos#
```

Рис. 2.10: Настройка IPv6-адресации для интерфейсов маршрутизатора VyOS

Сохраняю изменения (рис. 2.11).



```
ESC[D
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 2001:db8:c0de:12::1/64
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 2001:db8:c0de:13::1/64
[edit interfaces ethernet eth2]
+address 2001:db8:c0de:11::1/64
[edit]
+service {
+  router-advert {
+    interface eth0 {
+      prefix 2001:db8:c0de:12::/64 {
+      }
+    }
+    interface eth1 {
+      prefix 2001:db8:c0de:13::/64 {
+      }
+    }
+    interface eth2 {
+      prefix 2001:db8:c0de:11::/64 {
+      }
+    }
+  }
+}
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
```

Рис. 2.11: Сохранение изменений настроек маршрутизатора VyOS

Проверяю, просмотрев интерфейсы (рис. 2.12).

```
msk-ngalacan-gw-02 - PuTTY
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:7a:98:3c:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:7a:98:3c:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:7a:98:3c:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
vyos@vyos#
```

Рис. 2.12: Просмотр интерфейсов маршрутизатора VyOS

Проверяю подключение. Пингую PC-4 и сервер с PC-3, PC-3 и сервер с PC-4, также проверяю с помощью trace (рис. 2.13).

```
PC3-ngalacan - PuTTY
PC3-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:13::a/64
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=7.523 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.009 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.919 ms
^C
PC3-ngalacan> trace 2001:db8:c0de:13::a/64
trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  1.718 ms  1.691 ms  0.903 ms
 2 2001:db8:c0de:13::a  2.107 ms  1.498 ms  2.255 ms
PC3-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:11::a/64
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=8.106 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.992 ms
^C
PC3-ngalacan> trace 2001:db8:c0de:11::a/64
trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:12::1  2.004 ms  1.426 ms  0.655 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a  2.238 ms  2.678 ms  2.105 ms
PC3-ngalacan>
```

Рис. 2.13: Проверка подключения с PC-3


```
PC4-ngalacan - PuTTY

PC4-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:12::a/64

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=3.252 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=8.210 ms
^C
PC4-ngalacan> trace 2001:db8:c0de:12::a/64

trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1  4.194 ms  2.111 ms  2.572 ms
 2 2001:db8:c0de:12::a  4.337 ms  0.896 ms  0.769 ms

PC4-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:11::a/64

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=1.474 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.411 ms
^C
PC4-ngalacan> trace 2001:db8:c0de:11::a/64

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1  2.861 ms  2.236 ms  0.973 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a  5.309 ms  3.704 ms  2.303 ms

PC4-ngalacan> █
```

Рис. 2.14: Проверка подключения с PC-4

Убеждаюсь, что устройства из подсети IPv4 недоступны для устройств из подсети IPv6 и наоборот (рис. 2.15, рис. 2.16). Только сервер двойного стека может обращаться к устройствам обеих подсетей (рис. 2.17).

```
PC4-ngalacan> ping 172.16.20.10/25

host (172.16.20.10) not reachable

PC4-ngalacan>
PC4-ngalacan> 172.16.20.138/25
Bad command: "172.16.20.138/25". Use ? for help.

PC4-ngalacan> ping 172.16.20.138/25

host (172.16.20.138) not reachable

PC4-ngalacan> █
```

Рис. 2.15: Проверка доступности устройств из подсети IPv4 для устройств из подсети IPv6

```

Checking for duplicate address...
PC2-ngalacan : 172.16.20.138 255.255.255.128 gateway 172.16.20.129
PC2-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:12::a/64
host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable
PC2-ngalacan> ping 2001:db8:c0de:13::a/64
host (2001:db8:c0de:13::a) not reachable
PC2-ngalacan>

```

Рис. 2.16: Проверка доступности устройств из подсети IPv6 для устройств из подсети IPv4

```

Server-ngalacan - PuTTY
PC1 : 2001:db8:c0de:11::a/64
VPCS> ping 172.16.20.10/25
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.315 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=5.696 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.534 ms
^C
VPCS> ping 172.16.20.138/25
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=5.652 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.244 ms
^C
VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.029 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.587 ms
^C
VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a/64
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.476 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.906 ms
^C
VPCS>

```

Рис. 2.17: Проверка доступности устройств из обеих подсетей с сервера двойного стека

Просматриваю захваченный трафик в Wireshark (рис. 2.18).

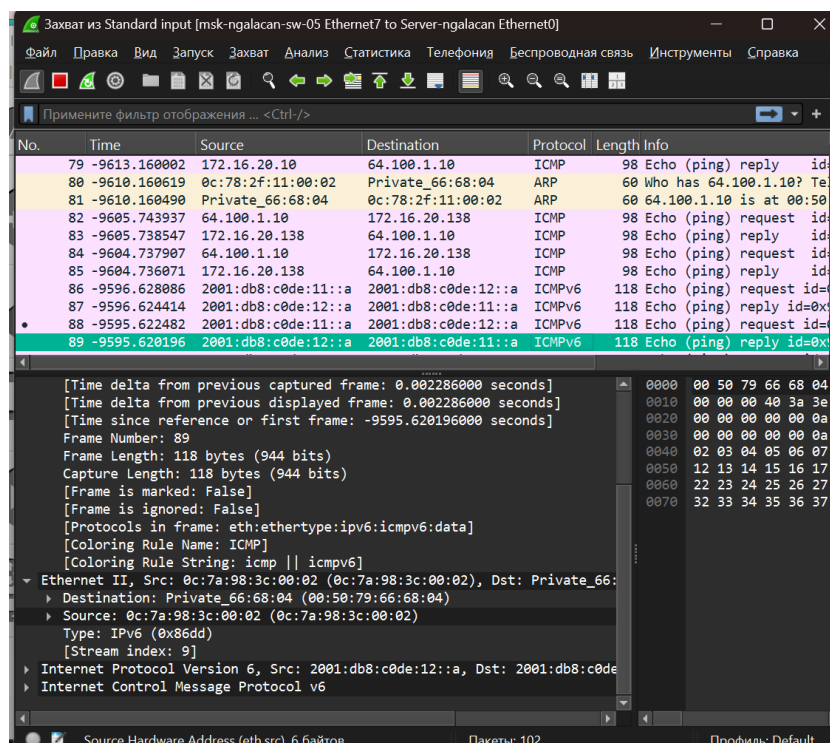


Рис. 2.18: Захваченный трафик ARP, ICMP, ICMPv6 в Wireshark

На физическом уровне можно узнать, например, длину кадра. На канальной уровне можно узнать MAC-адреса источника и получателя, информацию по протоколу ARP.

Для ICMP-пакетов доступна информация сетевого уровня, такая как IP-адреса источника и получателя. Для ICMPv6 информация аналогична, но IP-адреса записаны в формате IPv6.

2.3 Задание для самостоятельного выполнения

Характеристика подсетей:

- подсеть 1: **IPv4** 10.10.1.96/27; длина префикса - 27, маска подсети: 255.255.255.224, broadcast: 10.10.1.127, диапазон: 10.10.1.97 - 10.10.1.126; **IPv6** 2001:DB8:1:1::/64; длина префикса - 64, диапазон: 2001:db8:1:1:0:0:0:0 - 2001:db8:1:1:ffff:ffff:ffff:ffff;

– подсеть 2: **IPv4** 10.10.1.16/28; длина префикса - 28, маска подсети: 255.255.255.240, broadcast: 10.10.1.31, диапазон адресов: 10.10.1.17 - 10.10.1.30; **IPv6** 2001:DB8:1:4::/64; длина префикса - 64, диапазон: 2001:db8:1:4:0:0:0:0 - 2001:db8:1:4:ffff:ffff:ffff:ffff.

Формирую топологию сети в соответствии с инструкцией (рис. 2.19).

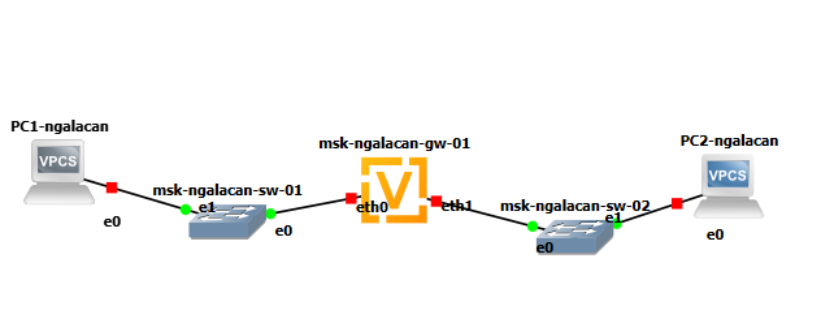


Рис. 2.19: Топология сети с двумя локальными подсетями

Таблица адресации для заданной топологии:

Устройство	Интер-			
	фейс	IPv4	IPv6	Шлюз
PC-1	NIC	10.10.1.99/27	2001:db8:1:1::a/64	10.10.1.97 / gw-01
PC-2	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	

Настраиваю IPv4- и IPv6-адресацию на PC-1, введя команды `ip 10.10.1.99/27 10.10.1.97` и `ip 2001:db8:1:1::a/64` и проверяю (рис. 2.20).

```
PC1-ngalacan - PuTTY
PC1-ngalacan> show ip
NAME       : PC1-ngalacan[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

PC1-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC1-ngalacan[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:1::a/64
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER : 0c:ef:58:dc:00:00
MAC            : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 20008
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20009
MTU            : 1500
PC1-ngalacan>
```

Рис. 2.20: Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-1

Настраиваю IPv4- и IPv6-адресацию на PC-2 аналогичным образом и проверяю (рис. 2.21).

```
PC2-ngalacan - PuTTY
PC2-ngalacan> show ip
NAME       : PC2-ngalacan[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

PC2-ngalacan> show ipv6
NAME       : PC2-ngalacan[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:4::a/64
DNS            :
ROUTER LINK-LAYER : 0c:ef:58:dc:00:01
MAC            : 00:50:79:66:68:01
LPORT          : 20010
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:20011
MTU            : 1500
PC2-ngalacan>
```

Рис. 2.21: Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-2

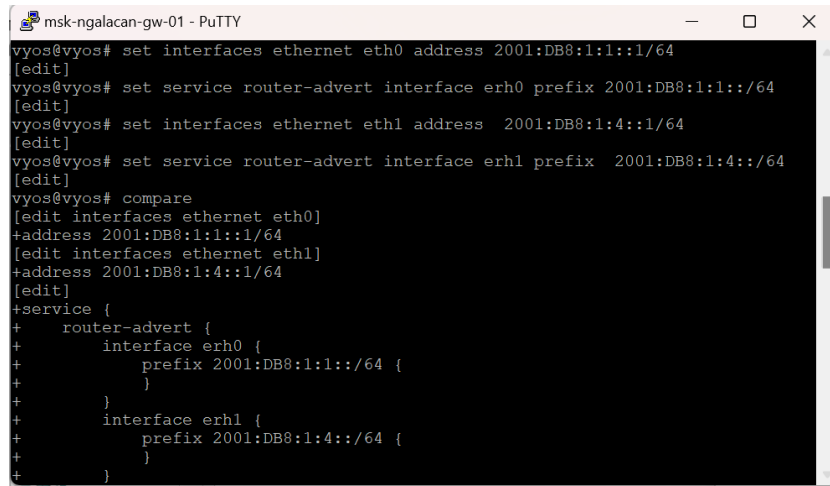
Настраиваю IPv4-адресацию на маршрутизаторе VyOS, установив на его интерфейсах наименьшие адреса в подсетях:

```
set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17.28
compare
```

commit

save

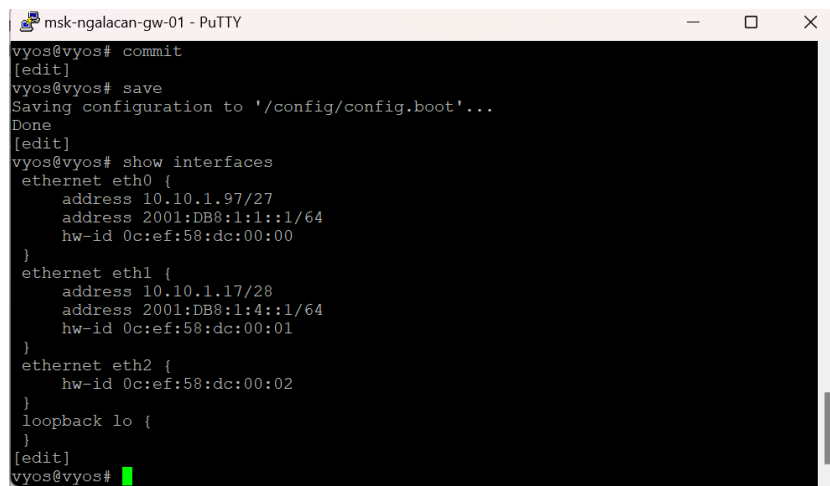
Настраиваю IPv6-адресацию на маршрутизаторе VyOS (рис. 2.22).



```
msk-ngalacan-gw-01 - PuTTY
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth0 address 2001:DB8:1:1::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface erh0 prefix 2001:DB8:1:1::/64
[edit]
vyos@vyos# set interfaces ethernet eth1 address 2001:DB8:1:4::1/64
[edit]
vyos@vyos# set service router-advert interface erh1 prefix 2001:DB8:1:4::/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 erh0 {
+      prefix 2001:DB8:1:1::/64 {
+      }
+    }
+    interface erh1 {
+      prefix 2001:DB8:1:4::/64 {
+      }
+    }
+  }
+}
```

Рис. 2.22: Настройка IPv6-адресации на маршрутизаторе VyOS

Просматриваю внесенные изменения (рис. 2.23).



```
msk-ngalacan-gw-01 - PuTTY
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# show interfaces
ethernet eth0 {
  address 10.10.1.97/27
  address 2001:DB8:1:1::1/64
  hw-id 0c:ef:58:dc:00:00
}
ethernet eth1 {
  address 10.10.1.17/28
  address 2001:DB8:1:4::1/64
  hw-id 0c:ef:58:dc:00:01
}
ethernet eth2 {
  hw-id 0c:ef:58:dc:00:02
}
loopback lo {
}
[edit]
vyos@vyos#
```

Рис. 2.23: Просмотр интерфейсов на маршрутизаторе VyOS

Проверяю подключение между устройствами подсети: с PC-1 пингую IPv4 и IPv6 адреса PC-2 (рис. 2.24) и наоборот (рис. 2.25).

```

PC1-ngalacan> ping 10.10.1.18/28

84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=6.493 ms
^C
PC1-ngalacan> trace 10.10.1.18/28
trace to 10.10.1.18, 28 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.97   3.623 ms  1.538 ms  1.515 ms
 2  *10.10.1.18  5.693 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC1-ngalacan> ping 2001:DB8:1:4::a/64

2001:DB8:1:4::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=6.089 ms
2001:DB8:1:4::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.075 ms
^C
PC1-ngalacan> trace 2001:DB8:1:4::a/64

trace to 2001:DB8:1:4::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:1::1 2.424 ms 1.517 ms 1.667 ms
 2 2001:db8:1:4::a 3.148 ms 2.673 ms 3.070 ms

```

Рис. 2.24: Проверка подключения с PC-1 на PC-2 по IPv4 и IPv6

```

PC2-ngalacan> ping 10.10.1.99/27

84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.220 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.792 ms
^C
PC2-ngalacan> trace 10.10.1.99/27
trace to 10.10.1.99, 27 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.10.1.17   2.580 ms  1.549 ms  1.582 ms
 2  *10.10.1.99  1.049 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC2-ngalacan> ping 2001:DB8:1:1::a/64

2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=7.573 ms
2001:DB8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.002 ms
^C
PC2-ngalacan> trace 2001:DB8:1:1::a/64

trace to 2001:DB8:1:1::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1 2.265 ms 0.662 ms 0.566 ms
 2 2001:db8:1:1::a 2.031 ms 0.843 ms 1.347 ms
PC2-ngalacan>

```

Рис. 2.25: Проверка подключения с PC-2 на PC-1 по IPv4 и IPv6

3 Выводы

В результате выполнения работы были изучены принципы распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.