

Отчёт по лабораторной работе

Сетевые технологии

Ищенко Ирина НПИбд-02-22

Содержание

1 Цель работы	5
2 Выполнение лабораторной работы	6
2.1 Разбиение IPv4-сети на подсети	6
2.2 Разбиение IPv6-сети на подсети	9
2.3 Настройка двойного стека адресации IPv4 и IPv6 в локальной сети	11
2.4 Задание для самостоятельного выполнения	26
3 Выводы	35

Список иллюстраций

2.1 Топология сети с двумя локальными подсетями в GNS3	11
2.2 Настройка IPv4-адресации на PC-1 и PC-2	12
2.3 Настройка IPv4-адресации на PC-2	12
2.4 Настройка IPv4-адресации на сервере	13
2.5 Настройка IPv4-адресации для интерфейсов маршрутизатора VyOS	14
2.6 Проверка подключения с PC-1	15
2.7 Проверка подключения с PC-2	15
2.8 Настройка IPv6-адресации на PC-3	16
2.9 Настройка IPv6-адресации на PC-4	17
2.10 Настройка IPv6-адресации на сервере	18
2.11 Настройка IPv6-адресации для интерфейсов маршрутизатора VyOS	19
2.12 Проверка подключения с PC-3	20
2.13 Проверка подключения с PC-4	21
2.14 Проверка доступности устройств из подсети IPv4 для устройств из подсети IPv6	22
2.15 Проверка доступности устройств из обеих подсетей с сервера двойного стека	23
2.16 Захваченный трафик ARP	24
2.17 Захваченный трафик ICMP	25
2.18 Захваченный трафик ICMPv6	26
2.19 Топология	28
2.20 Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-1	29
2.21 Настройка IPv4- и IPv6-адресации на PC-2	30
2.22 Настройка IPv4-адресации на маршрутизаторе VyOS	31
2.23 Просмотр интерфейсов на маршрутизаторе VyOS	32
2.24 Проверка подключения с PC-1 на PC-2 по IPv4 и IPv6	33
2.25 Проверка подключения с PC-2 на PC-1 по IPv4 и IPv6	34

Список таблиц

2.1 Характеристика сети	6
2.2 Характеристика сети	7
2.3 Характеристика сети	8
2.4 Характеристика сети	9
2.5 Характеристика сети	10
2.6 Подсеть 1	27
2.7 Подсеть 2	27
2.8 Таблица адресации для заданной топологии	28

1 Цель работы

Изучение принципов распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 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 (табл. 2.1). Разбейте сеть на 3 подсети с максимально возможным числом адресов узлов 126, 62, 62 соответственно.

Таблица 2.1: Характеристика сети

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 (табл. 2.2). Выделите в этой сети подсеть на 30 узлов. Запишите характеристики для выделенной подсети.

Таблица 2.2: Характеристика сети

Характеристика	Значение
Адрес сети	10.10.1.64/26
Префикс маски	/26
Маска	255.255.255.192
Broadcast-адрес	10.10.1.127

Характеристика	Значение
Адрес сети в двоичной форме	00001010.00001010.00000001.01000000
Маска в двоичной форме	11111111.1111111.1111111.11000000
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 $11111111.1111111.1111111.11100000 = 255.255.255.224 = /27$. 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, broadcast адрес, число возможных подсетей, диапазон адресов узлов (табл. 2.3). Выделите в этой сети подсеть на 14 узлов. Запишите характеристики для выделенной подсети.

Таблица 2.3: Характеристика сети

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	11111111.1111111.1111111.11000000
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 $11111111.1111111.1111111.11110000 = 255.255.255.240$

= /28. Диапазон адресов: 10.10.1.1 - 10.10.1.14. Адрес подсети: 10.10.1.0. Broadcast: 10.10.1.15.

2.2 Разбиение IPv6-сети на подсети

1. Задана сеть 2001:db8:c0de::/48. Охарактеризуйте адрес, определите маску, префикс, диапазон адресов для узлов сети (краевые значения) (табл. 2.4). 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.

Таблица 2.4: Характеристика сети

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) (табл. 2.5). 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.

Таблица 2.5: Характеристика сети

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 не можем сделать, так как 64 бита зафиксированы и 64 бита характеризуют конкретный интерфейс сети.

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

2.3 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).

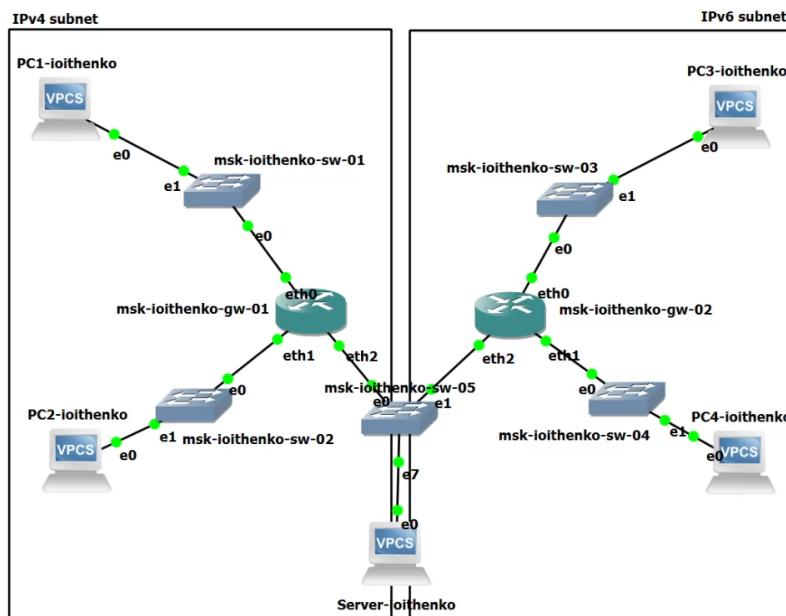


Рис. 2.1: Топология сети с двумя локальными подсетями в GNS3

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 и 2.3).

```
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>
```

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

```
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. 2.3: Настройка IPv4-адресации на PC-2

Настраиваю адресацию на сервере (рис. 2.4).

```
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. 2.4: Настройка IPv4-адресации на сервере

По таблице адресации настраиваю IPv4-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора VyOS (так как терминал маршрутизатора FRR выдает ошибку kernel panic) msk-ioithenko-gw-01 (рис. 2.5).

```
msk-ioithenko-gw-01 - PuTTY
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-ioithenko-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 172.16.20.1/25
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 172.16.20.129/25
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 64.100.1.1/24
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
+address 172.16.20.1/25
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 172.16.20.129/25
[edit interfaces ethernet eth2]
+address 64.100.1.1/24
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# commit

Can't configure both static IPv4 and DHCP address on the same interface

[[interfaces ethernet eth0]] failed
sCommit failed
edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
-address dhcp
+address 172.16.20.1/25
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# show interfaces
ethernet eth0 {
    address 172.16.20.1/25
    hw-id 0c:24:e1:09:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 172.16.20.129/25
    hw-id 0c:24:e1:09:00:01
}
ethernet eth2 {
    address 64.100.1.1/24
    hw-id 0c:24:e1:09:00:02
}
loopback lo {
}
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01#
```

Рис. 2.5: Настройка IPv4-адресации для интерфейсов маршрутизатора VyOS

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).

```

VPCS> ping 172.16.20.138/25
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=1.917 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.884 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.047 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.915 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.028 ms

VPCS> 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 0.889 ms 0.377 ms 0.472 ms
 2 *172.16.20.138 0.893 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> 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 1.338 ms 0.709 ms 0.781 ms
 2 *172.16.20.138 0.968 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10/24
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.042 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.952 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.060 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.540 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.713 ms

VPCS> 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 1.699 ms 1.243 ms 0.415 ms
 2 *64.100.1.10 0.981 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>

```

Рис. 2.6: Проверка подключения с PC-1

```

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> ping 172.16.20.10/25
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=1.070 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.279 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.078 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.015 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.347 ms

VPCS> 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 2.400 ms 0.503 ms 0.570 ms
 2 *172.16.20.10 0.642 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10/24
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=2.267 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.271 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.365 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.418 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.926 ms

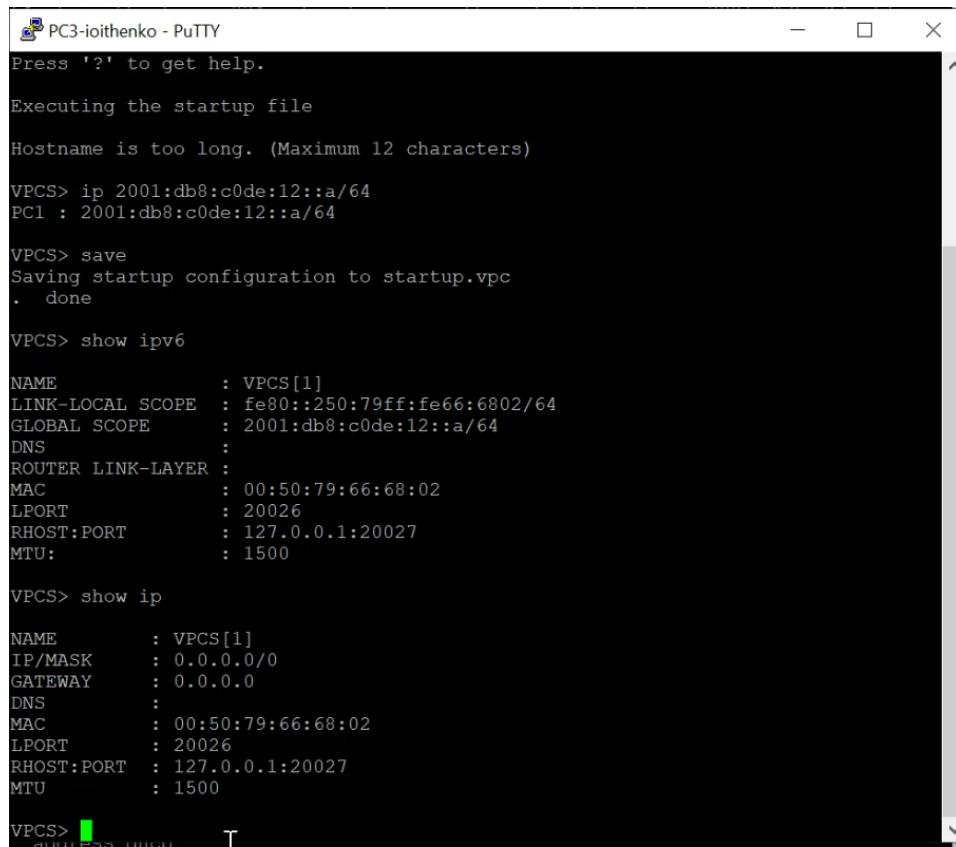
VPCS> trace 64.100.1.10/24
trace to 64.100.1.10, 24 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 172.16.20.129 1.670 ms 0.592 ms 0.419 ms
 2 *64.100.1.10 1.452 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS>

```

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 и 2.9).



```
PC3-ioithenko - PuTTY
Press '?' to get help.

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

VPCS> show ipv6

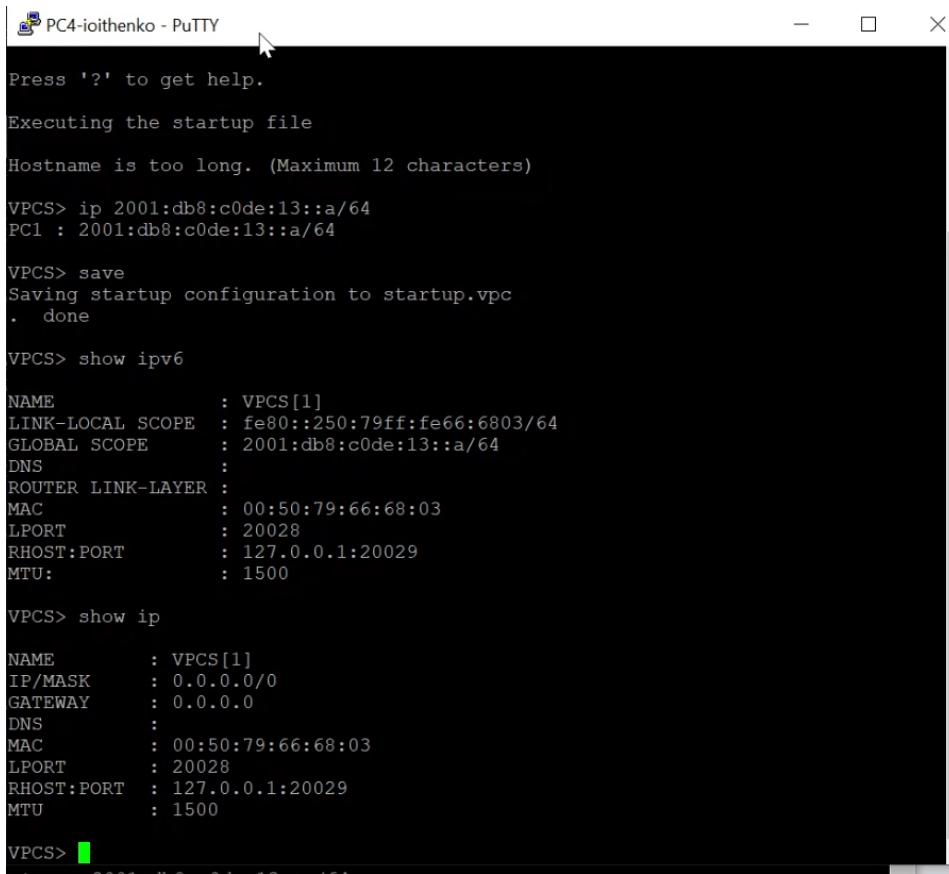
NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6802/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:c0de:12::a/64
DNS        :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC        : 00:50:79:66:68:02
LPORT      : 20026
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:20027
MTU:       : 1500

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      : 20026
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:20027
MTU:       : 1500

VPCS>
```

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



```
PC4-ioithenko - PuTTY

Press '?' to get help.

Executing the startup file

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

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[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

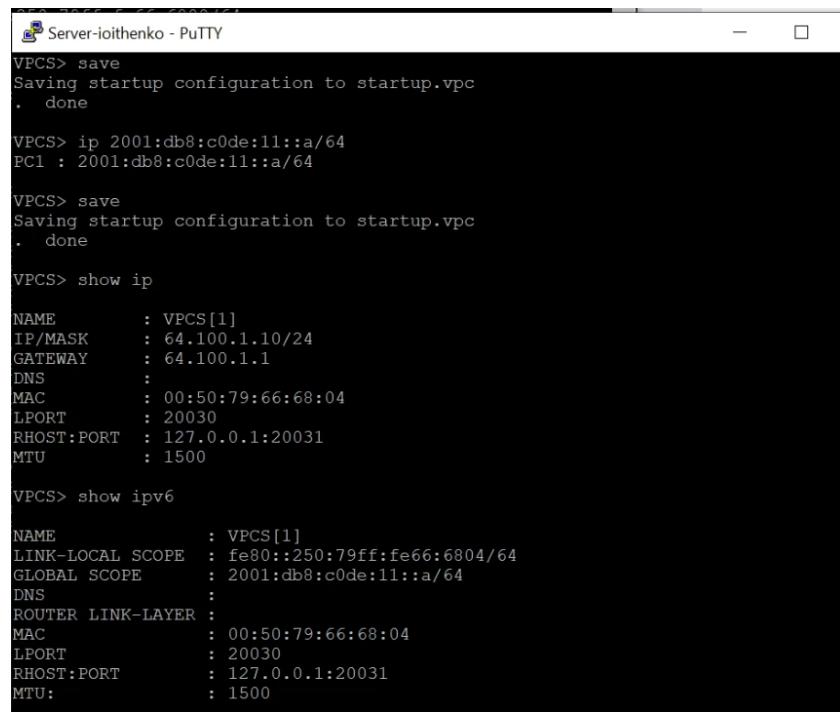
VPCS> show ip

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

VPCS>
```

Рис. 2.9: Настройка IPv6-адресации на PC-4

Настраиваю адресацию на сервере (рис. 2.10).



```
Server-ioithenko - PuTTY
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

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

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     : 20030
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20031
MTU       : 1500

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6804/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:11::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20030
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20031
MTU       : 1500
```

Рис. 2.10: Настройка IPv6-адресации на сервере

В соответствии с таблицей адресации настраиваю IPv6-адресацию для интерфейсов локальной сети маршрутизатора VyOS (рис. 2.11).

```
msk-ioithenko-gw-02 - PuTTY
vyos@msk-ioithenko-gw-02# exit discard
exit
vyos@msk-ioithenko-gw-02:~$ configure
[edit]
:1/64msk-ioithenko-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 2001:db8:c0de:12::b8:c0de:12::/64nko-
[edit]
:b8:c0de:12::/64nko-
[edit]
:1/64msk-ioithenko-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 2001:db8:c0de:13::b8:c0de:13::/64nko-gw-02#
[edit]
b8:c0de:13::/64nko-gw-02# set service router-advert interface eth1 prefix 2001:db8:c0de:11::/64
[edit]
:1/64msk-ioithenko-gw-02# set interfaces ethernet eth2 address 2001:db8:c0de:11::b8:c0de:11::/64nko-
[edit]
b8:c0de:11::/64nko-gw-02# set service router-advert interface eth2 prefix 2001:db8:c0de:11::/64
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-02# compare
[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]
+routing-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@msk-ioithenko-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-02# show interfaces
ethernet eth0 {
    address dhcp
    address 2001:db8:c0de:12::1/64
    hw-id 0c:d1:eb:d6:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 2001:db8:c0de:13::1/64
    hw-id 0c:d1:eb:d6:00:01
}
ethernet eth2 {
    address 2001:db8:c0de:11::1/64
    hw-id 0c:d1:eb:d6:00:02
}
```

Рис. 2.11: Настройка IPv6-адресации для 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. 2.12 и 2.13).

```
PC3-ioithenko - PuTTY
ROUTER LINK-LAYER :
MAC : 00:50:79:66:68:02
LPORT : 20026
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20027
MTU: : 1500

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 : 20026
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20027
MTU : 1500

VPCS> ping 2001:db8:c0de:13::a/64

2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=934.308 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.344 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.104 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=514.450 ms
2001:db8:c0de:13::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.669 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a/64

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=793.196 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.826 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.740 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=495.406 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.913 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:13::a/64

trace to 2001:db8:c0de:13::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 1.381 ms 0.565 ms 0.565 ms
2 2001:db8:c0de:13::a 0.933 ms 0.608 ms 0.852 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::a/64

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
1 2001:db8:c0de:12::1 0.555 ms 0.576 ms 0.645 ms
2 2001:db8:c0de:11::a 2.550 ms 1.603 ms 1.188 ms

VPCS> address 2001:db8:c0de:11::1/64
```

Рис. 2.12: Проверка подключения с PC-3

```
PC4-ioithenko - PuTTY
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[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

VPCS> show ip

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

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.357 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=2.419 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.085 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=293.970 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.598 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::a/64

trace to 2001:db8:c0de:12::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    0.602 ms  0.376 ms  0.413 ms
 2 2001:db8:c0de:12::a    1.201 ms  1.142 ms  1.111 ms

VPCS> ping 2001:db8:c0de:11::a/64

2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=2.075 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.999 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=2.040 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=1.574 ms
2001:db8:c0de:11::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=1.140 ms

VPCS> trace 2001:db8:c0de:11::a/64

trace to 2001:db8:c0de:11::a, 64 hops max
 1 2001:db8:c0de:13::1    1.419 ms  0.646 ms  1.189 ms
 2 2001:db8:c0de:11::a    2.060 ms  0.978 ms  1.314 ms

VPCS> ping 172.16.20.138/25

host (172.16.20.138) not reachable

VPCS> trace 172.16.20.138/25
trace to 172.16.20.138, 25 hops max, press Ctrl+C to stop
host (172.16.20.138) not reachable
```

Рис. 2.13: Проверка подключения с PC-4

Убеждаюсь, что устройства из подсети IPv4 недоступны для устройств из подсети IPv6 и наоборот (рис. 2.14). Только сервер двойного стека может обращаться к устройствам обеих подсетей (рис. 2.15).

```
PC1-ioithenko - PuTTY
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> ping 172.16.20.138/25

84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=1 ttl=63 time=1.917 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.884 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.047 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.915 ms
84 bytes from 172.16.20.138 icmp_seq=5 ttl=63 time=2.028 ms

VPCS> 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    0.889 ms  0.377 ms  0.472 ms
 2  *172.16.20.138  0.893 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> 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    1.338 ms  0.709 ms  0.781 ms
 2  *172.16.20.138  0.968 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 64.100.1.10/24

84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=4.042 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.952 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=1.060 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=1.540 ms
84 bytes from 64.100.1.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.713 ms

VPCS> 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    1.699 ms  1.243 ms  0.415 ms
 2  *64.100.1.10   0.981 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64
host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable

VPCS> trace 2001:db8:c0de:12::a/64
host (2001:db8:c0de:12::a) not reachable

VPCS>
```

Рис. 2.14: Проверка доступности устройств из подсети IPv4 для устройств из подсети IPv6

```
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 64.100.1.10/24
GATEWAY   : 64.100.1.1
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20030
RHOST:PORT: 127.0.0.1:20031
MTU       : 1500

VPCS> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6804/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:c0de:11::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20030
RHOST:PORT   : 127.0.0.1:20031
MTU       : 1500

VPCS> ping 2001:db8:c0de:12::a/64

2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=825.921 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=1.273 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.446 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=1.653 ms
2001:db8:c0de:12::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=10.805 ms

VPCS> ping 172.16.20.10/25

84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.157 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.925 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.464 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.699 ms
84 bytes from 172.16.20.10 icmp_seq=5 ttl=63 time=1.645 ms
```

Рис. 2.15: Проверка доступности устройств из обеих подсетей с сервера двойного стека

Просматриваю захваченный трафик в Wireshark (рис. 2.16, 2.17 и 2.18).

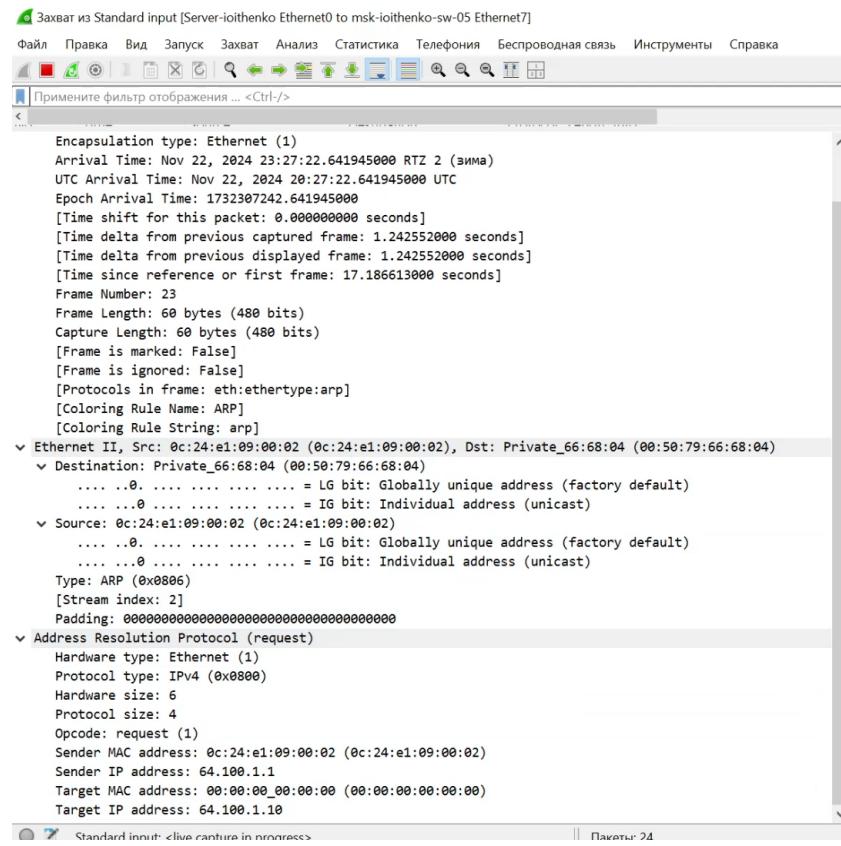


Рис. 2.16: Захваченный трафик ARP

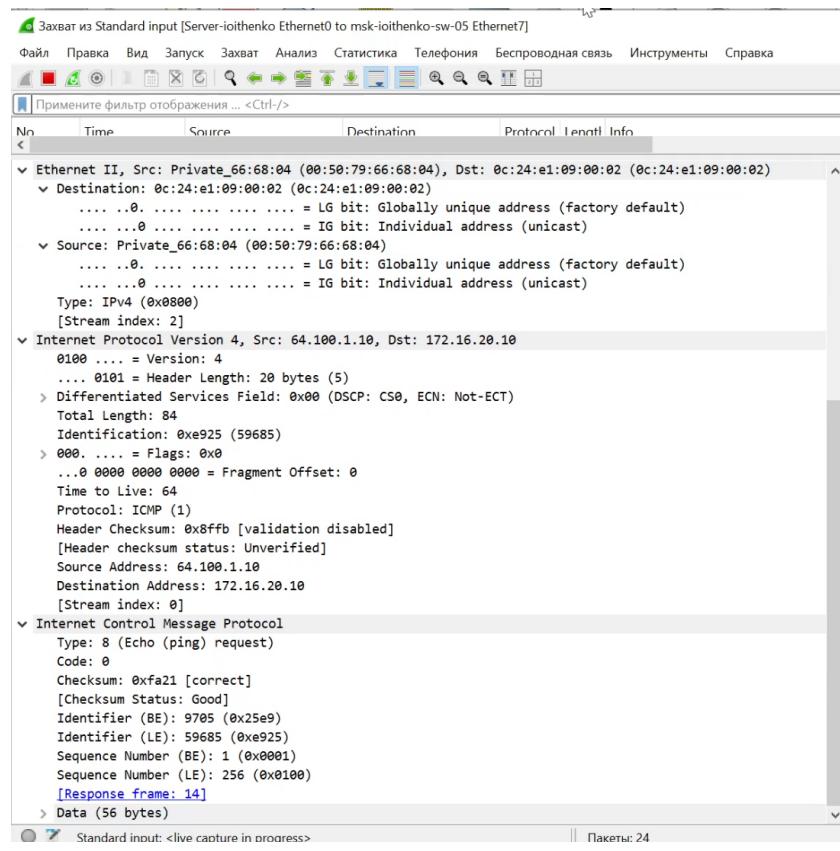


Рис. 2.17: Захваченный трафик ICMP

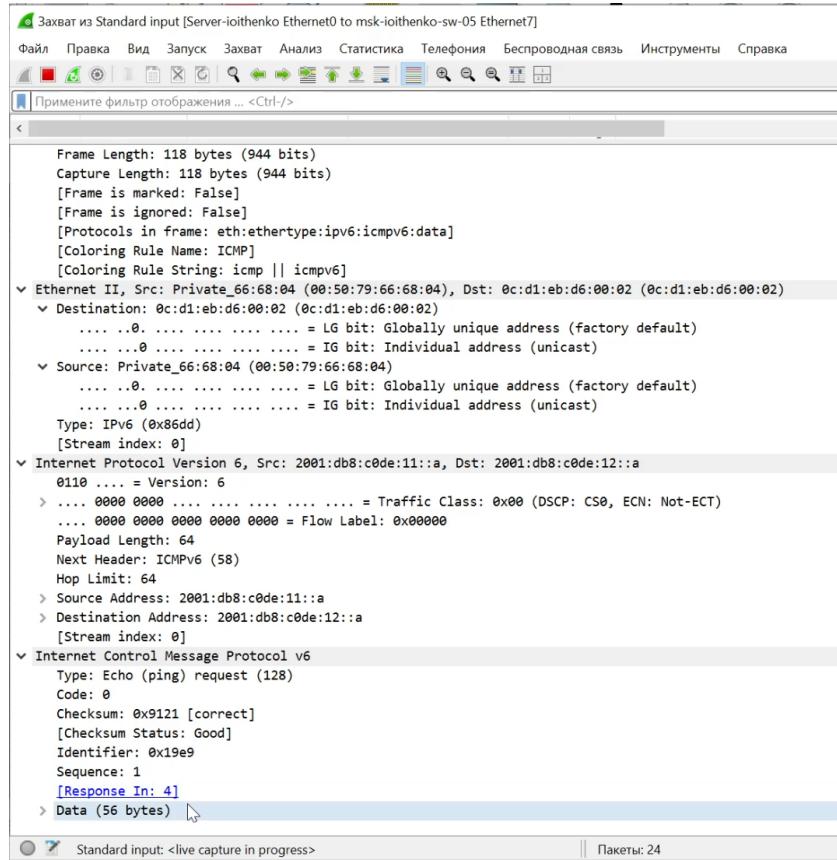


Рис. 2.18: Захваченный трафик ICMPv6

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.

2.4 Задание для самостоятельного выполнения

Характеристика подсетей (табл. 2.6 и 2.7):

Таблица 2.6: Подсеть 1

Характеристика	Значение
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

Таблица 2.7: Подсеть 2

Характеристика	Значение
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

Предположим, какая может быть адресация для заданной топологии (рис. 2.19) при описанных условиях (табл. 2.8).



Рис. 2.19: Топология

Таблица 2.8: Таблица адресации для заданной топологии

Интер-					
Устройство	фейс	IPv4	IPv6	Шлюз	
PC-1	NIC	10.10.1.99/27	2001:db8:1:1::a/64	10.10.1.97	
PC-2	NIC	10.10.1.18/28	2001:db8:1:4::a/64	10.10.1.17	
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).

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.3
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 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> sace
Bad command: "sace". Use ? for help.

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

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

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> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE   : 2001:db8:1:1::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20008
RHOST:PORT   : 127.0.0.1:20009
MTU       : 1500

VPCS> █
```

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).

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.3
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 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> ip 2001:db8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64

VPCS> ssave
Bad command: "ssave". Use ? for help.

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> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:4::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20010
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20011
MTU       : 1500

VPCS> █
```

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 и настраиваю IPv6-адресацию на маршрутизаторе VyOS (рис. 2.22).

```
[ 29.163076] systemd[1]: Detected architecture x86_64.
[ 29.211653] systemd[1]: Set hostname to <msk-ioithenko-gw-01>.
[ 31.542083] systemd[1]: Reached target Swap.
[ 31.555619] systemd[1]: Reached target Remote File Systems.
[ 31.568927] systemd[1]: Listening on Journal Socket (/dev/log).
[ 31.584662] systemd[1]: Listening on Syslog Socket.
[ 31.597663] systemd[1]: Listening on Journal Audit Socket.
[ 31.623315] systemd[1]: Created slice system-serial\x2dgetty.slice.
[ 32.490571] bridge: filtering via arp/ip/ip6tables is no longer available by default
. Update your scripts to load br_netfilter if you need this.
[ 32.601672] Bridge firewalling registered
[ 32.682261] mpls_gso: MPLS GSO support

Welcome to VyOS - msk-ioithenko-gw-01 ttyS0

msk-ioithenko-gw-01 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-ioithenko-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.10.1.97/27
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.10.1.17/27
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# compare
[edit interfaces ethernet eth0]
-address dhcp
+address 10.10.1.97/27
[edit interfaces ethernet eth1]
+address 10.10.1.17/27
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    hw-id 0c:30:44:c3:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/27
    hw-id 0c:30:44:c3:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    hw-id 0c:30:44:c3:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01#
```

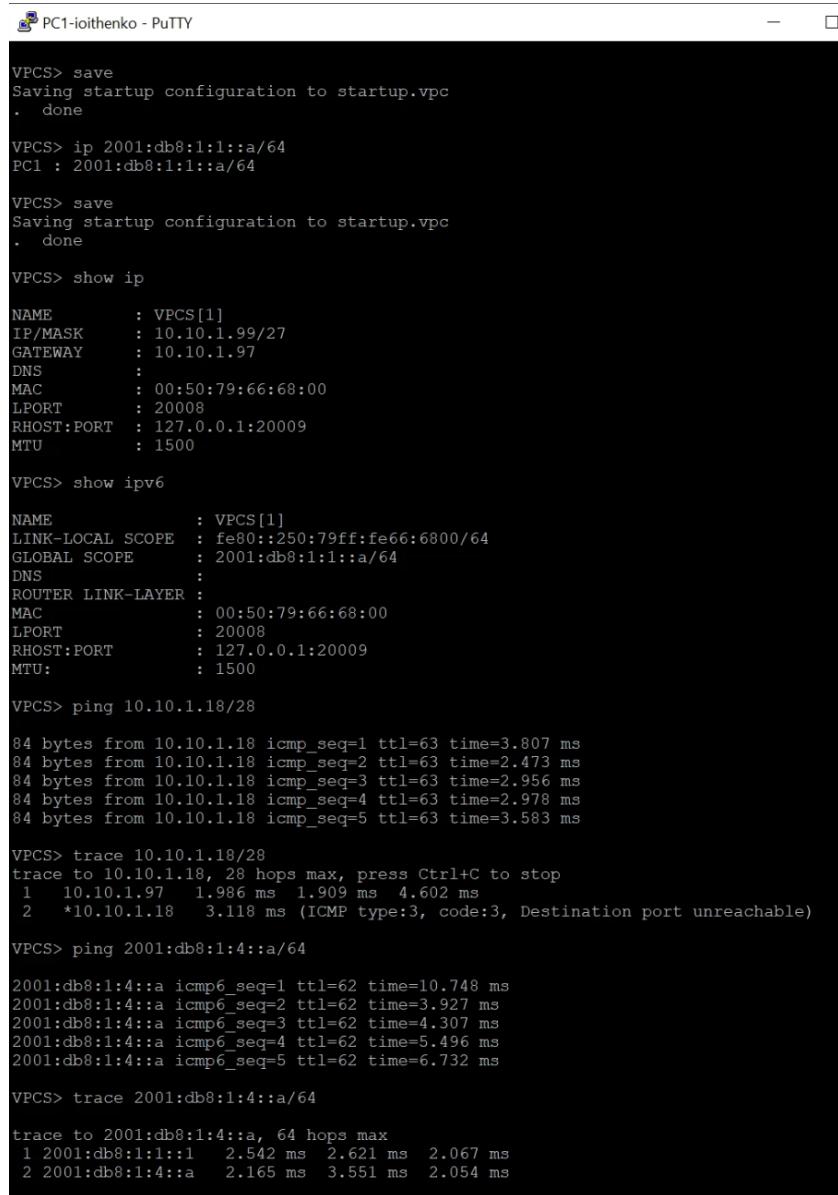
Рис. 2.22: Настройка IPv4-адресации на маршрутизаторе VyOS

Просматриваю внесенные изменения (рис. 2.23).

```
vyos@msk-ioithenko-gw-01# show interfaces
ethernet eth0 {
    address 10.10.1.97/27
    address 2001:db8:1:1::1/64
    hw-id 0c:30:44:c3:00:00
}
ethernet eth1 {
    address 10.10.1.17/27
    address 2001:db8:1:4::1/64
    hw-id 0c:30:44:c3:00:01
}
ethernet eth2 {
    hw-id 0c:30:44:c3:00:02
}
loopback lo {
}
[edit]
vyos@msk-ioithenko-gw-01#
```

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-ioithenko - PuTTY

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

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

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> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:1::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20008
RHOST:PORT    : 127.0.0.1:20009
MTU       : 1500

VPCS> ping 10.10.1.18/28
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.807 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.473 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.956 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.978 ms
84 bytes from 10.10.1.18 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.583 ms

VPCS> 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  1.986 ms  1.909 ms  4.602 ms
 2 *10.10.1.18  3.118 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 2001:db8:1:4::a/64
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=10.748 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.927 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=4.307 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=5.496 ms
2001:db8:1:4::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=6.732 ms

VPCS> trace 2001:db8:1:4::a/64
trace to 2001:db8:1:4::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:1::1  2.542 ms  2.621 ms  2.067 ms
 2 2001:db8:1:4::a  2.165 ms  3.551 ms  2.054 ms
```

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

```

PC2-ioithenko - PuTTY
VPCS : 10.10.1.18 255.255.255.240 gateway 10.10.1.17
VPCS> ip 2001:db8:1:4::a/64
PC1 : 2001:db8:1:4::a/64

VPCS> ssave
Bad command: "ssave". Use ? for help.

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> show ipv6

NAME      : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE    : 2001:db8:1:4::a/64
DNS       :
ROUTER LINK-LAYER :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 20010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20011
MTU       : 1500

VPCS> ping 10.10.1.99/27
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.716 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=2 ttl=63 time=1.975 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=3 ttl=63 time=4.238 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=4 ttl=63 time=3.111 ms
84 bytes from 10.10.1.99 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.144 ms

VPCS> 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  6.357 ms  2.112 ms  1.362 ms
 2  *10.10.1.99  3.168 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

VPCS> ping 2001:db8:1:1::a/64
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=1 ttl=62 time=4.261 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=2 ttl=62 time=3.776 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=3 ttl=62 time=3.191 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=4 ttl=62 time=2.898 ms
2001:db8:1:1::a icmp6_seq=5 ttl=62 time=3.823 ms

VPCS> trace 2001:db8:1:1::a/64
trace to 2001:db8:1:1::a, 64 hops max
 1 2001:db8:1:4::1  6.686 ms  1.980 ms  2.098 ms
 2 2001:db8:1:1::a  6.759 ms  7.042 ms  3.168 ms

```

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

3 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я изучила принципы распределения и настройки адресного пространства на устройствах сети.