

# **Отчет по лабораторной работе №7**

**Дисциплина: Сетевые технологии**

**Иванов Сергей Владимирович**

# **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2 Выполнение лабораторной работы</b>	<b>5</b>
2.1 Настройка DHCP в случае IPv4 . . . . .	5
2.2 Настройка DHCP в случае IPv6 . . . . .	14
<b>3 Выводы</b>	<b>30</b>

# Список иллюстраций

2.1 Создание сети . . . . .	5
2.2 Запуск маршрутизатора . . . . .	6
2.3 Настройка маршрутизатора . . . . .	7
2.4 Настройка маршрутизатора . . . . .	7
2.5 Настройка адресации IPv4 . . . . .	7
2.6 Конфигурация dhcp . . . . .	9
2.7 Просмотр статистики . . . . .	9
2.8 Настройка PC1 . . . . .	10
2.9 Настройка PC1 . . . . .	11
2.10 Проверка конфигурации и пропинговка . . . . .	11
2.11 Просмотр статистики . . . . .	12
2.12 Просмотр журнала DHCP-сервера . . . . .	12
2.13 Анализ пакетов . . . . .	14
2.14 Настройка Server . . . . .	14
2.15 Настройка маршрутизации IPv6 . . . . .	15
2.16 Настройка DHCPv6 . . . . .	15
2.17 Настройка DHCPv6 . . . . .	17
2.18 Проверка настроек PC2 . . . . .	17
2.19 Проверка связи . . . . .	18
2.20 Проверка настроек DNS . . . . .	18
2.21 Получение адреса . . . . .	19
2.22 Проверка связи . . . . .	19
2.23 Проверка DNS . . . . .	19
2.24 Статистика и выданные адреса . . . . .	20
2.25 Захваченный трафик и анализ информации . . . . .	21
2.26 Настройка DHCPv6 с отслеживаем информации . . . . .	21
2.27 Конфигурация DHCP сервера . . . . .	23
2.28 Просмотр выданных адресов . . . . .	23
2.29 Настройки PC3 . . . . .	24
2.30 Настройки DNS . . . . .	24
2.31 Получение адреса . . . . .	25
2.32 Проверка настроек сети . . . . .	26
2.33 Пинг и проверка DNS . . . . .	26
2.34 Выданные адреса . . . . .	27
2.35 Захваченный трафик . . . . .	29

# **1 Цель работы**

Получение навыков настройки службы DHCP на сетевом оборудовании для распределения адресов IPv4 и IPv6.

# 2 Выполнение лабораторной работы

## 2.1 Настройка DHCP в случае IPv4

Запустим GNS3 VM и GNS3. Создадим новый проект. В рабочем пространстве разместим и соединим устройства в соответствии с топологией. Используем маршрутизатор VyOS и хост (клиент) VPCS. Изменим отображаемые названия устройств. Включим захват трафика на соединении между коммутатором sw-01 и маршрутизатором gw-01. (рис. 1)

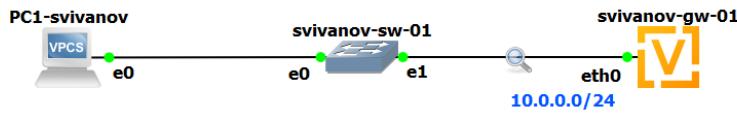


Рис. 2.1: Создание сети

Настроим образ VyOS:

- Установим систему на маршрутизаторы VyOS:

```
vyos@vyos:~$ install image
```

В моем случае установка не требуется. (рис. 2)

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

Рис. 2.2: Запуск маршрутизатора

На маршрутизаторе перейдем в режим конфигурирования, изменим имя устройства и доменное имя, заменим системного пользователя, заданного по умолчанию: (рис 3, 4)

```
vyos@vyos$ configure
vyos@vyos# set system host-name username-gw-01
vyos@vyos# set system domain-name username.net
vyos@vyos# set system login user <username>
-> authentication plaintext-password <mysecurepassword>
vyos@vyos# commit
vyos@vyos# save
vyos@vyos# exit
vyos@vyos$ exit
username-gw-01 login: username
Password:
username@username-gw-01:~$ configure
username@username-gw-01# delete system login user vyos
username@username-gw-01# commit
username@username-gw-01# save
```

```
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name svivanov-gw-01
[edit]
vyos@vyos# set system domain-name svivanov.net
[edit]
vyos@vyos# set system login user svivanov
[edit]
vyos@vyos# set system login user svivanov authentication plaintext-password pala
nn78
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ exit
logout
```

Рис. 2.3: Настройка маршрутизатора

```
svivanov-gw-01 login: svivanov
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
svivanov@svivanov-gw-01:~$ configure
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# delete system login user vyos
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# commit
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# █
```

Рис. 2.4: Настройка маршрутизатора

На маршрутизаторе под созданным пользователем перейдем в режим конфигурирования и настроим адресацию IPv4: (рис. 5)

```
username@username-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.1/24
```

```
svivanov@svivanov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.1/24
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# █
```

Рис. 2.5: Настройка адресации IPv4

Добавим конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе:

```
username@username-gw-01# set service dhcp-server
-> shared-network-name username domain-name username.net
username@username-gw-01# set service dhcp-server
-> shared-network-name username name-server 10.0.0.1
username@username-gw-01# set service dhcp-server
shared-network-name username subnet 10.0.0.0/24
default-router 10.0.0.1
->
->
username@username-gw-01# set service dhcp-server
shared-network-name username subnet 10.0.0.0/24 range
hosts start 10.0.0.2
->
->
username@username-gw-01# set service dhcp-server
shared-network-name username subnet 10.0.0.0/24 range
hosts stop 10.0.0.253
->
->
username@username-gw-01# commit
username@username-gw-01# save
username@username-gw-01# exit
```

Здесь при помощи указанных выше команд была создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием username, подсеть (subnet) с адресом 10.0.0.0/24, задан диапазон адресов (range) с именем hosts, содержащий адреса 10.0.0.2–10.0.0.253. (рис. 6)

```
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov do
main-name svivanov.net
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov na
me-server 10.0.0.1
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov su
bnet 10.0.0.0/24
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov su
bnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov su
bnet 10.0.0.0/24 range hosts start 10.0.0.2
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name svivanov su
bnet 10.0.0.0/24 range hosts stop 10.0.0.253
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# commit
```

Рис. 2.6: Конфигурация dhcp

Для просмотра статистики DHCP-сервера и выданных адресов используем команды: (рис. 7)

```
username@username-gw-01$ show dhcp server statistics
username@username-gw-01$ show dhcp server leases
```

```
svivanov@svivanov-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size   Leases   Available   Usage
-----  -----
svivanov     252       0      252   0%
svivanov@svivanov-gw-01:~$ show dhcp server leases
IP address   Hardware address   State   Lease start   Lease expiration   Re
maining   Pool   Hostname
-----  -----
svivanov@svivanov-gw-01:~$ [ ]
```

Рис. 2.7: Просмотр статистики

Настроим конечное устройство PC1:

```
PC1-username> ip dhcp -d
PC1-username> save
```

Здесь использована опция **-d** для обеспечения возможности просмотра декодированных запросов DHCP.

1. Этап поиска сервера (discover)

Клиент отправил широковещательное сообщение DHCP DISCOVER, в котором все поля 0.0.0.0, т.к адрес еще не назначен. Цель - найти доступный в сети DHCP-сервер.

## 2. Этап предложения сервера (offer)

В ответ наш сервер (10.0.0.1) прислал сообщение DHCP OFFER с предложением настроек и ip 10.0.0.2.

## 3. Этап подтверждения запроса (request)

Клиент отправил DHCP REQUEST, подтверждая принятые настройки.

## 4. Этап финального подтверждения (ACK)

Сервер ответил DHCP ACK, завершая процесс. (рис. 8, 9)

```
PC1-svivanov> ip dhcp -d
Opcode: 1 (REQUEST)
Client IP Address: 0.0.0.0
Your IP Address: 0.0.0.0
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
Option 53: Message Type = Discover
Option 12: Host Name = PC1-svivanov
Option 61: Client Identifier = Hardware Type=Ethernet MAC Address = 00:50:79:66:68:00

Opcode: 1 (REQUEST)
Client IP Address: 0.0.0.0
Your IP Address: 0.0.0.0
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
Option 53: Message Type = Discover
Option 12: Host Name = PC1-svivanov
Option 61: Client Identifier = Hardware Type=Ethernet MAC Address = 00:50:79:66:68:00

Opcode: 2 (REPLY)
Client IP Address: 0.0.0.0
Your IP Address: 10.0.0.2
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
Option 53: Message Type = Offer
Option 54: DHCP Server = 10.0.0.1
Option 51: Lease Time = 86400
Option 1: Subnet Mask = 255.255.255.0
Option 3: Router = 10.0.0.1
Option 6: DNS Server = 10.0.0.1
Option 15: Domain = svivanov.net
```

Рис. 2.8: Настройка PC1

```

Opcode: 1 (REQUEST)
Client IP Address: 10.0.0.2
Your IP Address: 0.0.0.0
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
Option 53: Message Type = Request
Option 54: DHCP Server = 10.0.0.1
Option 50: Requested IP Address = 10.0.0.2
Option 61: Client Identifier = Hardware Type=Ethernet MAC Address = 00:50:79:66:68:00
Option 12: Host Name = PC1-svivanov

Opcode: 2 (REPLY)
Client IP Address: 10.0.0.2
Your IP Address: 10.0.0.2
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
Option 53: Message Type = Ack
Option 54: DHCP Server = 10.0.0.1
Option 51: Lease Time = 86400
Option 1: Subnet Mask = 255.255.255.0
Option 3: Router = 10.0.0.1
Option 6: DNS Server = 10.0.0.1
Option 15: Domain = svivanov.net

IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1

PC1-svivanov> █

```

Рис. 2.9: Настройка PC1

Проверим конфигурацию IPv4 на узле, пропингуем маршрутизатор: (рис. 10)

```

PC1-username> show ip
PC1-username> ping 10.0.0.1 -c 2

```

```

PC1-svivanov> show ip

NAME      : PC1-svivanov[1]
IP/MASK   : 10.0.0.2/24
GATEWAY   : 10.0.0.1
DNS       : 10.0.0.1
DHCP SERVER : 10.0.0.1
DHCP LEASE  : 86230, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME: svivanov.net
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 20004
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20005
MTU        : 1500

PC1-svivanov> ping 10.0.0.1 -c 2
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=3.863 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.947 ms

PC1-svivanov> █

```

Рис. 2.10: Проверка конфигурации и пропинговка

На маршрутизаторе вновь посмотрим статистику DHCP-сервера и выданные адреса: (рис. 11)

```
username@username-gw-01$ show dhcp server statistics
username@username-gw-01$ show dhcp server leases
```

Теперь в статистике отображается, что был выдан 1 адрес, доступных осталось 251. Также видим, какой конкретно был выдан адрес, когда и во сколько, а также кому именно он был выдан.

```
svivanov@svivanov-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size     Leases   Available   Usage
-----  -----  -----
svivanov    252        1       251   0%
svivanov@svivanov-gw-01:~$ show dhcp server leases
IP address  Hardware address  State      Lease start      Lease expiration
Remaining      Pool      Hostname
-----  -----
10.0.0.2      00:50:79:66:68:00  active    2025/11/30 14:00:07  2025/12/01 14:00
:07 23:56:11      svivanov  PC1-svivanov
svivanov@svivanov-gw-01:~$ █
```

Рис. 2.11: Просмотр статистики

На маршрутизаторе посмотрим журнал работы DHCP-сервера: (рис. 12)

```
username@username-gw-01$ show log | grep dhcp
```

```
svivanov@svivanov-gw-01:~$ show log | grep dhcp
Nov 30 13:57:21 sudo[1964]:      root : TTY=unknown ; PWD=/ ; USER=root ; COMMAND
=/usr/bin/sh -c /usr/sbin/vyshim /usr/libexec/vyos/conf_mode/dhcp_server.py
Nov 30 13:57:21 vyos-config[613]: Received message: {"type": "node", "data": "/
/usr/libexec/vyos/conf_mode/dhcp_server.py"}
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1978]: Wrote 0 leases to leases file.
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1978]: Lease file test successful, removing temp lease fil
e: /config/dhcpd.leases.1764511042
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]: Wrote 0 leases to leases file.
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]:
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]: No subnet declaration for eth9 (no IPv4 addresses).
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]: ** Ignoring requests on eth9. If this is not what
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]:      you want, please write a subnet declaration
Nov 30 13:57:22 dhcpd[1981]:      in your dhcnd.conf file for the network segment.
```

Рис. 2.12: Просмотр журнала DHCP-сервера

Проанализируем пакеты, захваченные Wireshark: (рис. 13)

### 1. DHCP Discover (пакеты 109, 111)

- Источник: 0.0.0.0 (клиент ещё не имеет IP).
- Назначение: 255.255.255.255 (широковещательный запрос). Поиск DHCP-сервера в сети.

## 2. DHCP Offer (пакет 112)

- Источник: 10.0.0.1 (DHCP-сервер).
- Назначение: 10.0.0.2 (предлагаемый клиенту адрес). Сервер предлагает адрес 10.0.0.2 и параметры сети.
- Перед отправкой OFFER сервер выполняет ARP-запрос для проверки, не используется ли адрес 10.0.0.2 другим устройством.

## 3. DHCP Request (пакет 115)

- Широковещательная рассылка (255.255.255.255). Клиент подтверждает принятие адреса 10.0.0.2 от сервера 10.0.0.1.

## 4. DHCP ACK (пакет 116)

- Источник: 10.0.0.1.
- Назначение: 10.0.0.2 (уже назначенный адрес).
- Окончательное подтверждение аренды адреса.

Работа ARP во время процесса DHC:

Перед отправкой OFFER: Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1. Сервер проверяет, свободен ли адрес 10.0.0.2, отправляя ARP-запрос. Ответа нет = адрес свободен, можно предлагать клиенту.

После получения ACK: Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request). Клиент отправляет бесплатный ARP-запрос для объявления своего нового адреса 10.0.0.2.

Перед ping: Who has 10.0.0.1? Tell 10.0.0.2. 10.0.0.1 is at 0c:00:32:06:00:00. Клиент выполняет ARP-запрос для определения MAC-адреса шлюза 10.0.0.1. Сервер отвечает своим MAC-адресом 0c:00:32:06:00:00.

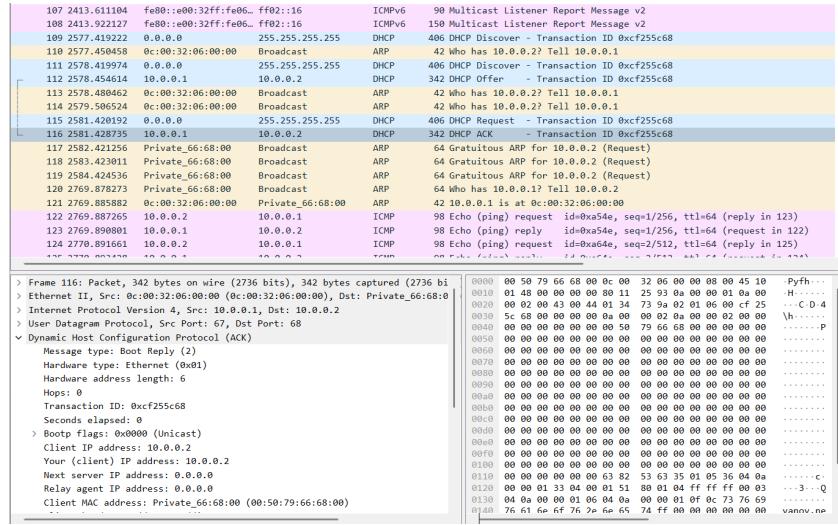


Рис. 2.13: Анализ пакетов

## 2.2 Настройка DHCP в случае IPv6

В предыдущем проекте в рабочем пространстве дополним сеть, разместив и соединив устройства в соответствии с топологией. Используем хост (клиент) Kali Linux CLI. Изменим отображаемые названия устройств. Включим захват трафика на соединениях между маршрутизатором gw-01 и коммутаторами sw-02 и sw-03.

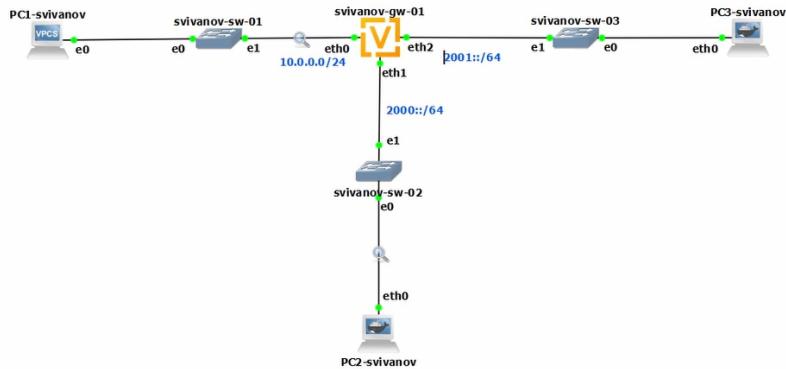


Рис. 2.14: Настройка Server

Настроим адресацию IPv6 на маршрутизаторе: (рис. 15)

```

username@username-gw-01:~$ configure
username@username-gw-01# set interfaces ethernet eth1
-> address 2000::1/64
username@username-gw-01# set interfaces ethernet eth2
-> address 2001::1/64
username@username-gw-01# show interfaces
username@username-gw-01# commit
username@username-gw-01# save

```

```

svivanov@svivanov-gw-01:~$ configure
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000::1/64
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001::1/64
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# show interfaces
    ethernet eth0 {
        address 10.0.0.1/24
        hw-id 0c:00:32:06:00:00
    }
    ethernet eth1 {
+        address 2000::1/64
+        hw-id 0c:00:32:06:00:01
    }
    ethernet eth2 {
+        address 2001::1/64
+        hw-id 0c:00:32:06:00:02
    }

```

Рис. 2.15: Настройка маршрутизации IPv6

На маршрутизаторе настроим DHCPv6 без отслеживания состояния:

Настройка объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA) на интерфейсе eth1:

```

username@username-gw-01# set service router-advert
-> interface eth1 prefix 2000::/64
username@username-gw-01# set service router-advert
-> interface eth1 other-config-flag

```

```

[svivanov@svivanov-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2000::/
64
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service router-advert interface eth1 other-config-f
lag
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# □

```

Рис. 2.16: Настройка DHCPv6

Добавление конфигурации DHCP-сервера: (рис. 17)

```
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
-> shared-network-name username-stateless
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateless subnet
2000::0/64
->
->
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateless common-options
name-server 2000::1
->
->
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateless common-options
domain-search username.net
->
->
username@username-gw-01# commit
username@username-gw-01# save
username@username-gw-01# run show configuration
```

Здесь создана разделяемая сеть (sharednetwork-name) с названием username, задана информация общих опций (common-options) для разделяемой сети. При этом подсеть (subnet) 2000::/64 не требуется настраивать, поскольку она не будет содержать полезной информации.

```

svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcpcv6-server shared-network-name svivanov-
stateless common-options name-server 2000::1
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcpcv6-server shared-network-name svivanov-
stateless common-options domain-search svivanov.net
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# commit
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# run show configuration
interfaces {
    ethernet eth0 {
        address 10.0.0.1/24
        hw-id 0c:00:32:06:00:00
    }
    ethernet eth1 {
        address 2000::1/64
        hw-id 0c:00:32:06:00:01
    }
    ethernet eth2 {
        address 2001::1/64
        hw-id 0c:00:32:06:00:02
    }
}

```

Рис. 2.17: Настройка DHCPv6

На узле PC2 проверим настройки сети: (рис. 18)

```

root@PC2-username:# ifconfig
root@PC2-username:# route -n -A inet6

```

```

└─(root@ PC2-svivanov)─[~]
  # ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
      inet6 fe80::42:80ff:fe7f:1a00 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
      inet6 2000::42:80ff:fe7f:1a00 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
      ether 02:42:80:7f:1a:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
      RX packets 4 bytes 400 (400.0 B)
      RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
      TX packets 9 bytes 766 (766.0 B)
      TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
      inet6 fe80::42:80ff:fe7f:1a01 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
      ether 02:42:80:7f:1a:01 txqueuelen 1000 (Ethernet)
      RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
      RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
      TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
      TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
      inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
      inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
      loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
      RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
      RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
      TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
      TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

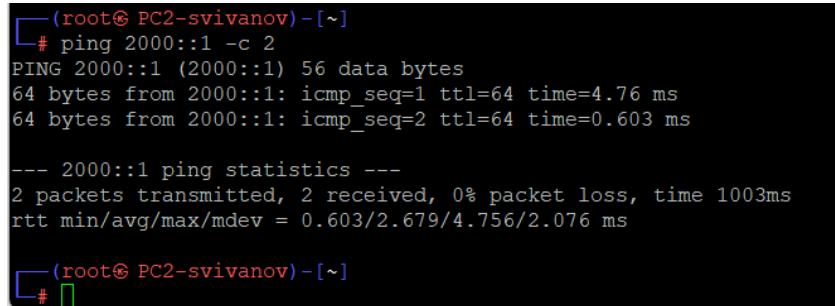
└─(root@ PC2-svivanov)─[~]
  # route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref  Use If
2000::/64            ::                UAr 256 1    0 eth0
fe80::/64            ::                U     256 1    0 eth1
fe80::/64            ::                U     256 1    0 eth1

```

Рис. 2.18: Проверка настроек PC2

На узле PC2 пропингуем маршрутизатор: (рис. 19)

```
root@PC2-username:/# ping 2000::1 -c 2
```



```
(root@ PC2-svivanov) - [~]
└─# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1 (2000::1) 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.76 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.603 ms

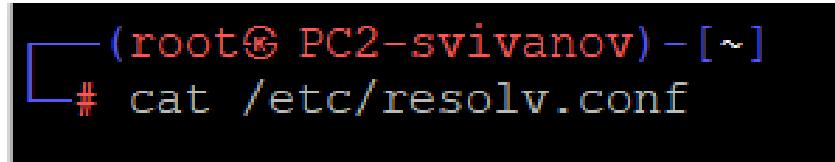
--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.603/2.679/4.756/2.076 ms

└─#
```

Рис. 2.19: Проверка связи

На узле PC2 проверим настройки DNS: (рис. 20)

```
root@PC2-username:/# cat /etc/resolv.conf
```



```
(root@ PC2-svivanov) - [~]
└─# cat /etc/resolv.conf
```

Рис. 2.20: Проверка настроек DNS

На узле PC2 получим адрес по DHCPv6: (рис. 21)

```
root@PC2-username:/# dhclient -6 -S -v eth0
```

Здесь опция **-6** указывает на использование протокола DHCPv6, опция **-S** — на запрос только информации DHCPv6, но не адреса, опция **-v** — на вывод на экран подробной информации.

```
[root@PC2-svivanov] ~
# dhclient -6 -S -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.4.3-P1
Copyright 2004-2022 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/

Listening on Socket/eth0
Sending on  Socket/eth0
Created duid "\000\003\000\001\002B\200\177\032\000".
PRC: Requesting information (INIT).
XMT: Forming Info-Request, 0 ms elapsed.
XMT: Info-Request on eth0, interval 930ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::e00:32ff:fe06:1.
PRC: Done.

[root@PC2-svivanov] ~
#
```

Рис. 2.21: Получение адреса

Вновь пропингуем от узла PC2 маршрутизатор, проверим настройки DNS: (рис. 22, 23)

```
root@PC2-username:# ping 2000::1 -c2
root@PC2-username:# cat /etc/resolv.conf
```

```
[root@PC2-svivanov] ~
# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1 (2000::1) 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.15 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.555 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.555/1.350/2.146/0.795 ms

[root@PC2-svivanov] ~
#
```

Рис. 2.22: Проверка связи

```
[root@PC2-svivanov] ~
# cat /etc/resolv.conf
search svivanov.net.
nameserver 2000::1

[root@PC2-svivanov] ~
#
```

Рис. 2.23: Проверка DNS

На маршрутизаторе посмотрим статистику DHCP-сервера и выданные адреса: (рис. 24)

```
username@username-gw-01# run show dhcpcv6 server leases
```

```
svivanov@svivanov-gw-01# run show dhcpcv6 server leases
IPv6 address      State    Last communication      Lease expiration      Remaining
Type   Pool     IAID_DUID
-----  -----
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01#
```

Рис. 2.24: Статистика и выданные адреса

### 1. Информация с маршрутизатора

Команда `show dhcpcv6 server leases` на маршрутизаторе не показывает активных DHCPv6-аренд.

Это означает, что: DHCPv6-сервер на маршрутизаторе не выдавал адреса устройству PC2.

### 2. Информация с PC2

`/etc/resolv.conf` показывает: DNS-сервер: `2000::1` (IPv6-адрес маршрутизатора). Это указывает на то, что DNS настроен через DHCPv6.

Ping до `2000::1` успешен: PC2 имеет IPv6-адрес в сети `2000::/...` и может связываться с маршрутизатором.

### 3. Анализ захваченного трафика

ICMPv6 Echo-запросы и ответы (пинги): PC2 (`2000::42:80ff:fe7f:...`) обменивается эхо-запросами с маршрутизатором (`2000::1`). Это подтверждает работоспособность IPv6-связи.

ICMPv6 Neighbor Discovery Protocol (NDP):  
Neighbor Solicitation (NS) и Neighbor Advertisement (NA) используются для разрешения IPv6-адресов в MAC-адреса (аналог ARP в IPv4).

## DHCPv6-трафик:

Information-request (строка 10): PC2 запрашивает у сервера дополнительную информацию (например, DNS).

Reply (строка 11): Сервер отвечает, предоставляя DNS-сервер (2000::1). (рис. 25)

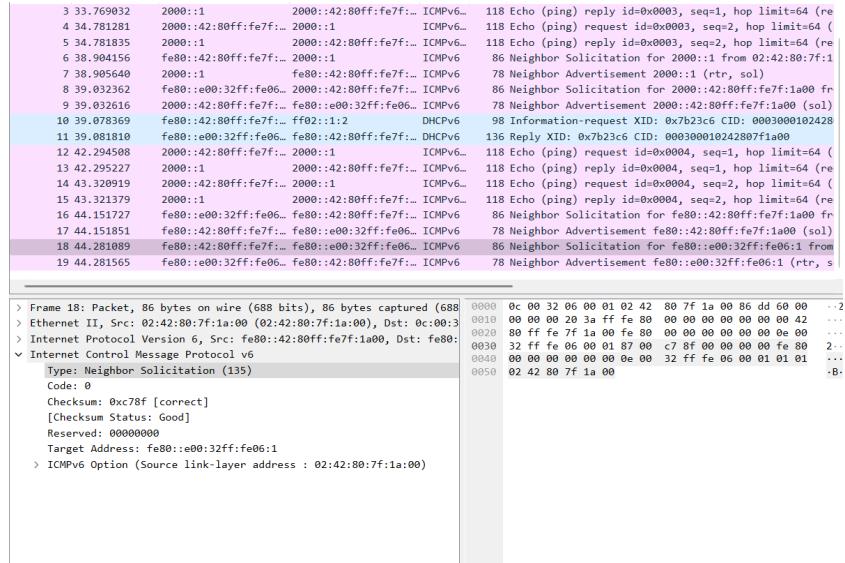


Рис. 2.25: Захваченный трафик и анализ информации

На маршрутизаторе настроим DHCPv6 с отслеживанием состояния (DHCPv6 Stateful configuration):

На интерфейсе eth2 маршрутизатора настроим объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA): (рис. 26)

```
username@username-gw-01# set service router-advert  
-> interface eth2 managed-flag
```

```
svivanov@svivanov-gw-01# set service router-advert interface eth2 managed-flag  
[edit]  
svivanov@svivanov-gw-01# 
```

Рис. 2.26: Настройка DHCPv6 с отслеживаем информацией

Добавим конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе:

```
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
-> shared-network-name username-stateful
username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateful subnet
2001::0/64
->
->

username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateful subnet
2001::0/64 name-server 2001::1
->
->

username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateful subnet
2001::0/64 domain-search username.net
->
->

username@username-gw-01# set service dhcipv6-server
shared-network-name username-stateful subnet
2001::0/64 address-range start 2001::100 stop
2001::199
->
->
->

username@username-gw-01# commit
username@username-gw-01# save
```

Здесь при помощи указанных выше команд создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием username, подсеть (subnet) с адресом 2001::/64, задан диапазон адресов (range) с именем hosts, содержащий адреса 2001::100 –

2001::199 (рис. 27)

```
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name svivanov-
stateful subnet 2001::0/64 domain-search svivanov.net

    Configuration path: service dhcipv6-server shared-network-name svivanov-statefu
l subnet 2001::0/64 domain-search search [svivanov.net] is not valid
    Set failed

[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name svivanov-
stateful subnet 2001::0/64 address-range start 2001::100 stop 2001::199
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# commit
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# 
```

Рис. 2.27: Конфигурация DHCP сервера

На маршрутизаторе посмотрим выданные адреса: (рис. 28)

```
username@username-gw-01# run show dhcipv6 server leases
```

```
svivanov@svivanov-gw-01# run show dhcipv6 server leases
IPv6 address      State     Last communication      Lease expiration      Remaining
Type   Pool       IAID_DUID
-----  -----  -----
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# 
```

Рис. 2.28: Просмотр выданных адресов

Подключимся к узлу PC3 и проверим настройки сети: (рис. 29)

```
root@PC3-username:# ifconfig
root@PC3-username:# route -n -A inet6
```

```

└─(root@PC3-svivanov)─[~]
└─# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::42:93ff:feb7:ca00 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        ether 02:42:93:b7:ca:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 3 bytes 250 (250.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 8 bytes 680 (680.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::42:93ff:feb7:ca01 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        ether 02:42:93:b7:ca:01 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
        loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
        RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

└─(root@PC3-svivanov)─[~]
└─# route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination      Next Hop          Flag Met Ref  Use If
fe80::/64        ::               U   256 1      0 eth0
fe80::/64        ::               U   256 1      0 eth1
::/0              fe80::e00:32ff:fe06:2  UGDAe 1024 1      0 et
h0

```

Рис. 2.29: Настройки PC3

На узле PC3 проверим настройки DNS: (рис. 30)

```
root@PC3-username:/# cat /etc/resolv.conf
```

```

└─(root@PC3-svivanow)─[~]
└─# cat /etc/resolv.conf

```

Рис. 2.30: Настройки DNS

На узле PC3 получим адрес по DHCPv6: (рис. 31)

```
root@PC3-username:/# dhclient -6 -v eth0.
```

```
[root@PC3-svivanov] ~
# dhclient -6 -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.4.3-P1
Copyright 2004-2022 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/

Listening on Socket/eth0
Sending on Socket/eth0
Created duid "\000\001\000\0010\300\241\347\002B\223\267\312\000".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 93:b7:ca:00
XMT: | X-- Request renew in +3600
XMT: | X-- Request rebind in +5400
XMT: | X-- Solicit on eth0, interval 1060ms.
RCV: Advertise message on eth0 from fe80::e00:32ff:fe06:2.
RCV: X-- IA_NA 93:b7:ca:00
RCV: | X-- starts 1764615527
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
```

Рис. 2.31: Получение адреса

Вновь на узле PC3 проверим настройки сети, пропингуем маршрутизатор, проверим настройки DNS: (рис. 32, 33)

```
root@PC3-username:# ifconfig
root@PC3-username:# route -n -A inet6
root@PC3-username:# ping 2001::1 -c 2
root@PC3-username:# cat /etc/resolv.conf
```

```

└─(root@ PC3-svivanov)─[~]
└─# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2001::198  prefixlen 128  scopeid 0x0<global>
        inet6 fe80::42:93ff:feb7:ca00  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
            ether 02:42:93:b7:ca:00  txqueuelen 1000  (Ethernet)
            RX packets 7  bytes 782 (782.0 B)
            RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
            TX packets 15  bytes 1432 (1.3 KiB)
            TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::42:93ff:feb7:ca01  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
        ether 02:42:93:b7:ca:01  txqueuelen 1000  (Ethernet)
        RX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
        TX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
        loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
        RX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
        TX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0

└─(root@ PC3-svivanov)─[~]
└─# route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref  Use If
2001::198/128        ::                Ue   256 1    0 eth0
fe80::/64            ::                U    256 1    0 eth0
fe80::/64            ::                U    256 1    0 eth1
::/0                 fe80::e00:32ff:fe06:2  UGDAe 1024 1    0 et

```

Рис. 2.32: Проверка настроек сети

```

└─(root@ PC3-svivanov)─[~]
└─# ping 2001::1 -c 2
PING 2001::1 (2001::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.34 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.07 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.065/1.201/1.338/0.136 ms

└─(root@ PC3-svivanov)─[~]
└─# cat /etc/resolv.conf
search svivanov.net.
nameserver 2001::1

```

Рис. 2.33: Пинг и проверка DNS

На маршрутизаторе посмотрим выданные адреса: (рис. 34)

```
username@username-gw-01# run show dhcipv6 server leases
```

```

svivanov@svivanov-gw-01# run show dhcpcv6 server leases
IPv6 address      State    Last communication   Lease expiration   Remaining
Type             Pool          IAID_DUID
-----
-----
2001::198        active   2025/12/01 18:58:48  2025/12/01 21:03:48  2:04:00
non-temporary    svivanov-stateful 00:ca:b7:93:00:01:00:01:30:c0:a1:e7:02:42:93:
b7:ca:00
[edit]
svivanov@svivanov-gw-01# 

```

Рис. 2.34: Выданные адреса

## 1. Информация с PC3

eth0 имеет два IPv6-адреса:

- 2001::198/128 – глобальный адрес с префиксом /128.
- fe80::42:93ff:feb7:ca00/64 – link-local адрес.

Таблица маршрутизации IPv6 (route -n -A inet6):

- Маршрут по умолчанию (::/0) направлен через fe80::e00:32ff:fe06:2 (link-local адрес маршрутизатора).

Ping до 2001::1 успешен: PC3 может связаться с маршрутизатором по адресу 2001::1.

DNS-конфигурация (/etc/resolv.conf):

- DNS-сервер: 2001::1 (маршрутизатор).

## 2. Информация с маршрутизатора

DHCPv6-сервер выдает аренды:

- Адрес 2001::198 выдан PC3.
- Состояние: active.
- Тип аренды: non-temporary.

Это подтверждает, что PC3 получил адрес через stateful DHCPv6.

### 3. Анализ захваченного трафика

Процесс получения адреса через DHCPv6 (stateful):

Пакет 17 (Solicit):

- PC3 (fe80::42:93ff:fe07:e000) отправляет Solicit на multicast-адрес ff02::1:2 (все DHCPv6-серверы).
- Цель: найти доступные DHCPv6-серверы.

Пакет 18 (Advertise):

- Маршрутизатор (fe80::e00:32ff:fe06:2) отвечает Advertise.
- Предлагает адрес 2001::198.

Пакет 19 (Request):

- PC3 отправляет Request на ff02::1:2, запрашивая предложенный адрес.

Пакет 20 (Reply):

- Маршрутизатор подтверждает выдачу адреса 2001::198 через Reply.

ICMPv6 Neighbor Discovery (NDP):

Пакеты 13–16, 24–27:

- Neighbor Solicitation (NS) и Neighbor Advertisement (NA) для разрешения link-local адресов.

ICMPv6 Router Advertisement (RA):

Пакет 28:

- Маршрутизатор отправляет Router Advertisement на ff02::1:1 (все узлы).

Проверка связи и DAD:

Пакет 22:

- Neighbor Solicitation для 2001::198 на multicast ff02::1:ff00:198.
  - Это Duplicate Address Detection (DAD) – проверка уникальности адреса перед использованием.

## Пакет 29–30:

- PC3 пингует 2001::1 и получает ответ.
  - Также выполняется NS для разрешения адреса 2001::198. (рис. 35)

1	0.000000	fe80::e00:32ff:fe06...ff02::16	ICMPv6	110 Multicast Listener Report Message v2
2	5.01419	fe80::e00:32ff:fe06...ff02::16	ICMPv6	110 Multicast Listener Report Message v2
3	0.745969	fe80::e00:32ff:fe06...ff02::1	ICMPv6	86 Router Advertisement from 0c:00:32:06:00:02
4	16.771379	fe80::e00:32ff:fe06...ff02::1	ICMPv6	86 Router Advertisement from 0c:00:32:06:00:02
5	32.790397	fe80::e00:32ff:fe06...ff02::1	ICMPv6	86 Router Advertisement from 0c:00:32:06:00:02
6	221.315563	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
7	221.465636	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
8	221.694823	:: ff02::1:ffff:b7:ca00	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::42:93ff:feb7:ca00
9	222.719165	fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
10	222.719194	fe80::42:93ff:feb7...ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 02:42:93:b7:ca:00
11	222.721530	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	86 Router Advertisement from 0c:00:32:06:00:02
12	223.582759	fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
13	228.225286	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::42:93ff:feb7:ca00 fr
14	228.233040	fe80::42:93ff:feb7...fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::42:93ff:feb7:ca00 (sol)
15	233.472588	fe80::42:93ff:feb7...fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e00:32ff:fe06:2 from
16	233.477268	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::e00:32ff:fe06:2 (nr, sol)
17	483.801267	fe80::42:93ff:feb7...ff02::1:2	DHCPv6	118 Solicit XID: 0x2fd903 CID: 00:00100130:e01a7024299bc7
18	483.814811	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::1:2	DHCPv6	184 Advertise XID: 0x2fd906 IAA: 2001:198 CID: 00010001
19	484.877222	fe80::42:93ff:feb7...ff02::1:2	DHCPv6	164 Request XID: 0x47cf11 CID: 00:00100130:e01a7024299bc7
20	484.881698	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::1:2	DHCPv6	184 Reply XID: 0x47cf11 IAA: 2001:198 CID: 00:00100130:c0
21	484.91704	fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	110 Multicast Listener Report Message v2
22	485.147388	:: ff02::1:ffff:b7:00198	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:198
23	485.315429	fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	110 Multicast Listener Report Message v2
24	488.842256	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::42:93ff:feb7:ca00 fr
25	488.842224	fe80::42:93ff:feb7...fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::42:93ff:feb7:ca00 (sol)
26	494.081387	fe80::42:93ff:feb7...fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e00:32ff:fe06:2 from
27	494.097003	fe80::e00:32ff:fe06...fe80::42:93ff:feb7...ff02::16	TUNnIC	79 Multicast Advertisement fe80::e00:32ff:fe06:2 (nr, -)
>	Frame 1: Packet, 110 bytes on wire (880 bits), 110 bytes captured (880 bits), 110 bytes (228 bytes) on wire (1840 bits), 110 bytes (228 bytes) captured (880 bits) on interface Ethernet II, Src: 0c:00:32:06:00:02 (0c:00:32:06:00:02), Dst: IPv6mcast (ff02::1) (lladdr ff02::1) [ethertype(ether), broadcast, src-physical(0c:00:32:06:00:02), dst-physical(ff02::1), src-link-layer(0c:00:32:06:00:02), dst-link-layer(ff02::1)]			
>	Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e00:32ff:fe06:e062, Dst: ff02::1			
>	Internet Control Message Protocol v6			

Рис. 2.35: Захваченный трафик

## **3 Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы мы получили навыки настройки службы DHCP на сетевом оборудовании для распределения адресов IPv4 и IPv6.