

Отчёт по лабораторной работе 7

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка DHCP

Метвалли Ахмед Фарг Набеех

Содержание

1 Цель работы	5
2 Выполнение	6
2.1 Настройка маршрутизатора VyOS и DHCP-сервера в GNS3	6
2.1.1 Построение топологии	6
2.1.2 Базовая настройка VyOS	6
2.1.3 Настройка интерфейсов и DHCP-сервера	7
2.1.4 Получение IPv4-адреса клиентом PC1	8
2.1.5 Проверка сетевой конфигурации и связности	9
2.1.6 Статистика и выданные адреса на DHCP-сервере	10
2.1.7 Анализ DHCP-трафика в Wireshark	11
2.2 Настройка IPv6-адресации и DHCPv6 Stateless в GNS3	12
2.2.1 Построение топологии	12
2.2.2 Настройка IPv6 на маршрутизаторе	13
2.2.3 Настройка DHCPv6 (Stateless) и RA	14
2.2.4 Проверка сетевой конфигурации на PC2	16
2.2.5 Получение настроек по DHCPv6 Stateless	16
2.2.6 Проверка DHCPv6 на маршрутизаторе	18
2.2.7 Анализ DHCPv6 трафика в Wireshark	19
2.3 Настройка DHCPv6 Stateful в GNS3	20
2.3.1 Конфигурация маршрутизатора для DHCPv6 Stateful	20
2.3.2 Проверка настройки на PC3 до получения адреса	21
2.3.3 Получение IPv6-адреса по DHCPv6 Stateful	22
2.3.4 Проверка настроек после получения DHCPv6	23
2.3.5 Просмотр выданных адресов на маршрутизаторе	24
2.3.6 Анализ DHCPv6 Stateful в Wireshark	25
3 Заключение	27

Список иллюстраций

2.1 Топология сети	6
2.2 Настройка hostname и домена	7
2.3 Настройка DHCP-сервера	8
2.4 Декодированные DHCP-пакеты на PC1	9
2.5 Проверка IP-состояния и ping	10
2.6 Статистика и leases DHCP	10
2.7 Журнал DHCP-сервера	11
2.8 DHCP-пакеты в Wireshark	12
2.9 Топология	13
2.10 Настройка интерфейсов IPv6	14
2.11 Настройка RA и DHCPv6 Stateless	15
2.12 Вывод конфигурации	15
2.13 Начальная конфигурация IPv6 на PC2	16
2.14 Работа DHCPv6 client	17
2.15 Обновлённая конфигурация и ping	18
2.16 DHCPv6 leases	18
2.17 DHCPv6 трафик Wireshark	20
2.18 Настройка DHCPv6 Stateful	21
2.19 Начальные параметры IPv6 PC3	22
2.20 Получение stateful DHCPv6 настроек	23
2.21 Параметры IPv6 и маршрутизация после DHCPv6	24
2.22 Полученные DHCPv6 leases	25
2.23 DHCPv6 Stateful трафик	26

Список таблиц

1 Цель работы

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

2 Выполнение

2.1 Настройка маршрутизатора VyOS и DHCP-сервера в GNS3

2.1.1 Построение топологии

1. В рабочем поле **GNS3** размещены и соединены устройства согласно требуемой топологии: оконечный хост **PC1-ahmedfarg**, коммутатор **ahmedfarg-sw-01** и маршрутизатор **ahmedfarg-gw-01**.

Все интерфейсы переведены во включённое состояние.



Рис. 2.1: Топология сети

2.1.2 Базовая настройка VyOS

2. На маршрутизаторе **VyOS** выполнена установка образа и первичная конфигурация. После загрузки выполнен переход в режим конфигурирования. Присвоены имя хоста и доменное имя.

```
ahmedfarg-gw-01 - PuTTY
You can change this banner using "set system login banner post-login" command.
A
VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
You can check individual component licenses under /usr/share/doc/*copyright
vyos@vyos:~$ configure
E[edit]
vyos@vyos# set system host-name ahmedfarg-gw-01
E[edit]
vyos@vyos# set system dom
Pdomain-name      domain-search
[edit]
Pvyos@vyos# set system domain-name ahmedfarg.net
[edit]
Kvyos@vyos# set system login user ahmedfarg auu

N Configuration path: system login user ahmedfarg [aua] is not valid

V[edit]
vyos@vyos# set system login user ahmedfarg authentication plaintext-password 123
\456
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
```

Рис. 2.2: Настройка hostname и домена

3. Создан новый пользователь **ahmedfarg** с паролем, после чего изменения сохранены командами *commit* и *save*.

2.1.3 Настройка интерфейсов и DHCP-сервера

4. На интерфейсе **eth0** маршрутизатора настроен IPv4-адрес **10.0.0.1/24**.
5. Выполнена конфигурация DHCP-сервера:
 - указано доменное имя,
 - добавлен DNS-сервер,
 - создана shared-network,
 - настроена подсеть **10.0.0.0/24**,
 - задан диапазон выдачи адресов: **10.0.0.2 – 10.0.0.253**.

```
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.1/24
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name ahmedfarg
    dom
    domain-name      domain-search
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name ahmedfarg
    domain-name ahmedfarg.net
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name ahmedfarg
    name-server 10.0.0.1
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name ahmedfarg
    subnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name ahmedfarg
    subnet 10.0.0.0/24 range hosts
Possible completions:
> <text>      DHCP lease range
```

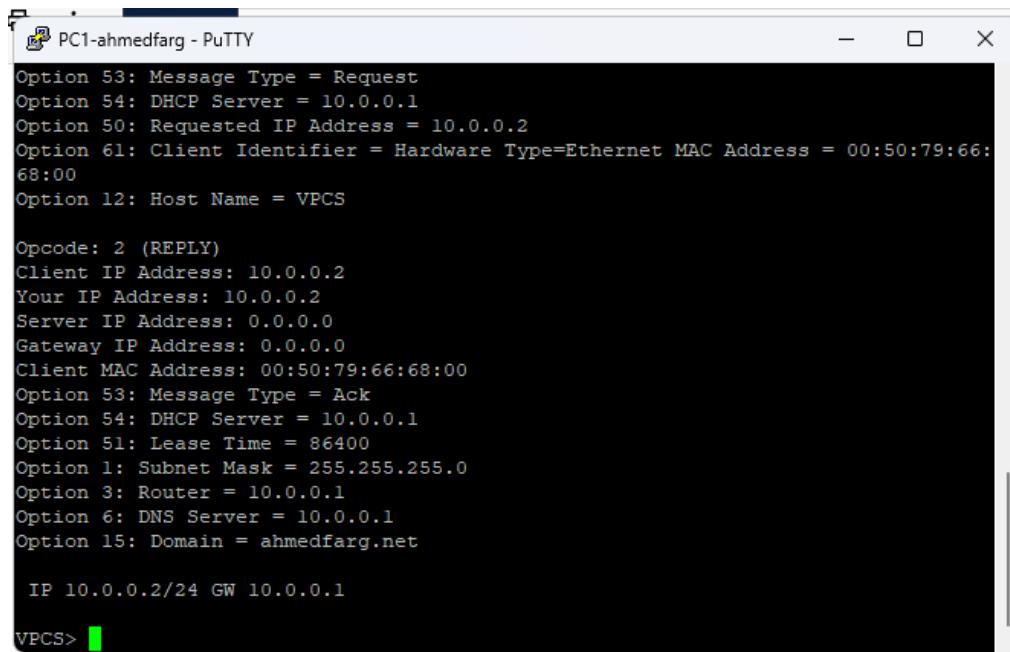
Рис. 2.3: Настройка DHCP-сервера

2.1.4 Получение IPv4-адреса клиентом PC1

6. На хосте **PC1-ahmedfarg** выполнена команда получения IP-адреса через DHCP.

Клиент получил адрес **10.0.0.2/24**, шлюз **10.0.0.1**, DNS-сервер **10.0.0.1**, доменное имя **ahmedfarg.net**.

На экране отображены декодированные сообщения DHCP: Discover → Offer → Request → ACK.



```
PC1-ahmedfarg - PuTTY
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 = VPCS

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 = ahmedfarg.net

IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1

VPCS>
```

Рис. 2.4: Декодированные DHCP-пакеты на PC1

2.1.5 Проверка сетевой конфигурации и связности

7. Просмотр параметров IPv4 на PC1 показал корректную конфигурацию.

Выполненная проверка `ping 10.0.0.1 -c 2` подтвердила успешный обмен пакетами.

```

PC1-ahmedfarg - PuTTY
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> show ip

NAME      : VPCS[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  : 86383, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME : ahmedfarg.net
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 10004
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10005
MTU        : 1500

VPCS> ping 10.0.0.1 -c 2

84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.767 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.458 ms

VPCS>

```

Рис. 2.5: Проверка IP-состояния и ping

2.1.6 Статистика и выданные адреса на DHCP-сервере

8. На маршрутизаторе просмотрены статистика и список выданных адресов.
- Пул содержит 252 адреса, один из которых выдан устройству **PC1**.

```

ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01:~$ ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size     Leases    Available Usage
-----  -----
ahmedfarg  252       1       251  0%
ahmedfarg@ahmedfarg-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    2025/11/25 06:23:49  2025/11/26 06:23
:49 23:59:02  ahmedfarg  VPCS
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01:~$ 

```

Рис. 2.6: Статистика и leases DHCP

9. Просмотр журнала DHCP-сервера подтвердил последовательность сообщений DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST и DHCPACK.

```
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]: 
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]: No subnet declaration for eth1 (no IPv4 addresses).
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]: ** Ignoring requests on eth1. If this is not what
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]:     you want, please write a subnet declaration
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]:     in your dhcpcd.conf file for the network segment
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]:     to which interface eth1 is attached. **
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]: 
Nov 25 06:22:42 dhcpcd[3333]: Server starting service.
Nov 25 06:23:16 sudo[3442]: ahmedfarg : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/ahmedfarg ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 25 06:23:20 sudo[3486]: ahmedfarg : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/ahmedfarg ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
Nov 25 06:23:45 dhcpcd[3333]: DHCPDISCOVER from 00:50:79:66:68:00 via eth0
Nov 25 06:23:46 dhcpcd[3333]: DHCPOFFER on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Nov 25 06:23:49 dhcpcd[3333]: DHCPREQUEST for 10.0.0.2 (10.0.0.1) from 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Nov 25 06:23:49 dhcpcd[3333]: DHCPACK on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Nov 25 06:24:45 sudo[3512]: ahmedfarg : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/ahmedfarg ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 25 06:24:46 sudo[3538]: ahmedfarg : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/ahmedfarg ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01:~$
```

Рис. 2.7: Журнал DHCP-сервера

2.1.7 Анализ DHCP-трафика в Wireshark

10. Анализ трафика на канале между коммутатором и маршрутизатором показал корректный процесс назначения адреса:

- клиент инициирует *DHCP Discover*,
- сервер отправляет *Offer*,
- клиент направляет *Request*,
- сервер подтверждает выдачу адреса *ACK*,
- клиент отправляет *Gratuitous ARP* для проверки уникальности IP.

В сообщениях DHCP детализированы параметры: маска, шлюз, DNS, доменное имя, время аренды.

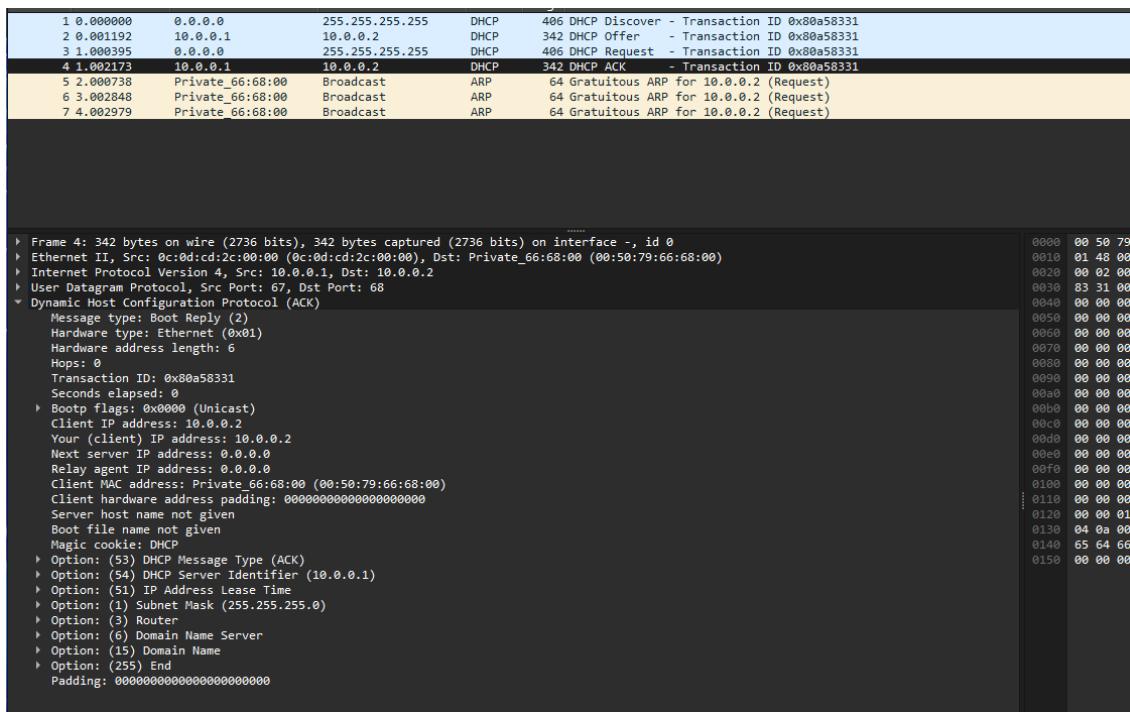


Рис. 2.8: DHCP-пакеты в Wireshark

2.2 Настройка IPv6-адресации и DHCPv6 Stateless в GNS3

2.2.1 Построение топологии

1. В рабочем пространстве GNS3 сеть была дополнена новыми устройствами согласно топологии: к маршрутизатору **ahmedfarg-gw-01** добавлены коммутаторы **ahmedfarg-sw-02**, **ahmedfarg-sw-03**, а также два узла – **PC2-ahmedfarg** и **PC3-ahmedfarg** на базе Kali Linux CLI.

Все устройства подключены в соответствии с требуемой схемой.

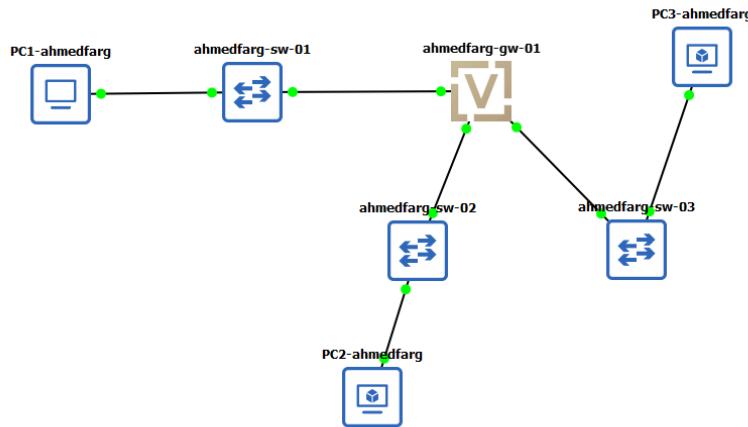
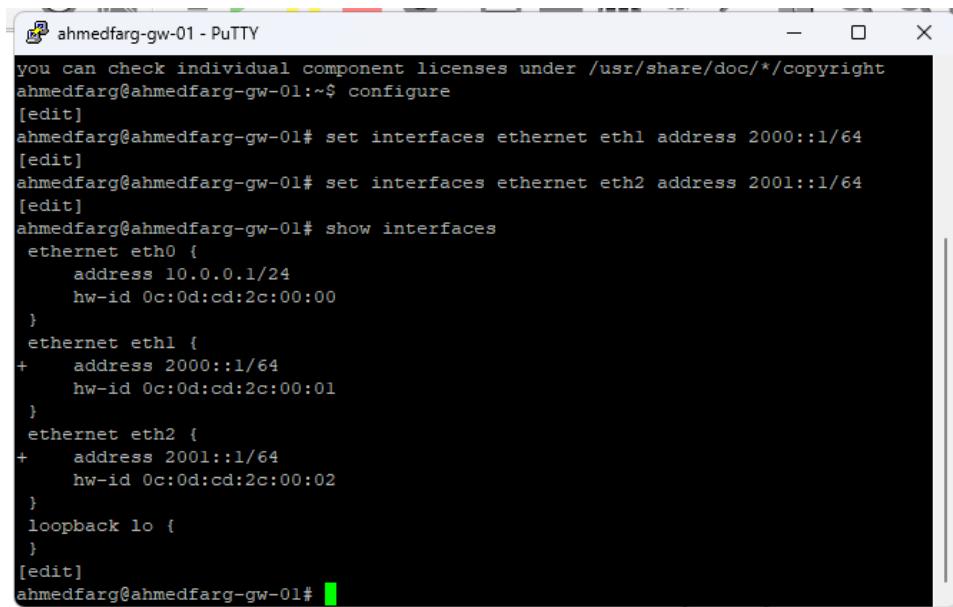


Рис. 2.9: Топология

2.2.2 Настройка IPv6 на маршрутизаторе

2. На маршрутизаторе **ahmedfarg-gw-01** в режиме конфигурирования настроены IPv6-адреса на интерфейсах eth1 и eth2:
 - eth1: 2000::1/64
 - eth2: 2001::1/64

После задания параметров выполнены просмотр интерфейсов, commit и сохранение конфигурации.



```
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*copyright
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01:~$ configure
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000::1/64
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001::1/64
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 10.0.0.1/24
    hw-id 0c:0d:cd:2c:00:00
  }
  ethernet eth1 {
+   address 2000::1/64
+   hw-id 0c:0d:cd:2c:00:01
  }
  ethernet eth2 {
+   address 2001::1/64
+   hw-id 0c:0d:cd:2c:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01#
```

Рис. 2.10: Настройка интерфейсов IPv6

2.2.3 Настройка DHCPv6 (Stateless) и RA

3. Выполнена настройка Router Advertisements (RA) на интерфейсе eth1.
Установлен префикс 2000::/64 и активирован флаг other-config-flag, указывающий, что информация, кроме адресов, предоставляется через DHCPv6.
4. Создана shared-network **ahmedfarg-stateless** для DHCPv6-сервера.
Заданы общие параметры — DNS-сервер (2000::1) и доменное имя (ahmedfarg.net).

```
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2000::/64
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service router-advert interface eth1 other-config-flag
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfarg-stateless
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfarg-stateless subnet 2000::0/64
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfarg-stateless common-options name-server 2000::1
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfarg-stateless common-options domain-search ahmedfarg.net
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01#
```

Рис. 2.11: Настройка RA и DHCPv6 Stateless

5. Конфигурация DHCPv6 и RA отображена командой просмотра настроек.

```
}
```

```
dhcipv6-server {
    shared-network-name ahmedfarg-stateless {
        common-options {
            domain-search ahmedfarg.net
            name-server 2000::1
        }
        subnet 2000::0/64 {
        }
    }
}
```

```
router-advert {
    interface eth1 {
        other-config-flag
        prefix 2000::/64 {
        }
    }
}
```

```
ssh { }
```

```
}
```

```
system { }:
```

Рис. 2.12: Вывод конфигурации

2.2.4 Проверка сетевой конфигурации на PC2

6. На узле **PC2-ahmedfarg** отображены IPv6-интерфейсы и таблица маршрутизации.

На этом этапе адрес от RA получен не был, маршрутизация отсутствовала.

The screenshot shows a terminal session on a Kali Linux system. The user runs several commands to check network interfaces and routing:

- `ifconfig eth0`: Shows interface `eth0` is up, broadcast, running, and multicasted. MTU is 1500. MAC address is `0c:9f:29:f1:00:00`. RX and TX statistics are shown.
- `route -n -A inet6`: Displays the Kernel IPv6 routing table. It includes:

Destination	Next Hop	Flag	Met	Ref	Use	If
::1/128	::	U	256	1	0	lo
::/0	::	!n	-1	1	0	lo
::1/128	::	Un	0	3	0	lo
ff00::/8	::	U	256	2	0	eth0
::/0	::	!n	-1	1	0	lo
- `ping 2000::1 -c 2`: Fails with the message "ping: connect: Network is unreachable".
- `cat /etc/resolv.conf`: Shows the contents of the resolv.conf file.

Рис. 2.13: Начальная конфигурация IPv6 на PC2

7. Попытка выполнить ping 2000::1 завершается ошибкой – отсутствие маршрута.

2.2.5 Получение настроек по DHCPv6 Stateless

8. На PC2 выполнен запрос параметров DHCPv6.

Клиент получил конфигурационную информацию (DNS, домен), но без назначения IPv6-адреса, что соответствует Stateless-режиму.

```
(kali㉿kali)-[~]
└─$ sudo dhclient -6 -S -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.4.1
Copyright 2004-2018 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\014\237)\361\000\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::e0d:cdff:fe2c:1.
PRC: Done.

(kali㉿kali)-[~]
```

Рис. 2.14: Работа DHCPv6 client

9. После получения параметров интерфейс PC2 получил IPv6-адрес по SLAAC с префиксом **2000::/64**.
Маршруты обновлены, появилась дефолтная запись.

```

└$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2000::23b2:bb6:71c0:d80b  prefixlen 64  scopeid 0x0<global>
        inet6 fe80::9d2e:210a:55c0:e5a6  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
    ether 0c:9f:29:f1:00:00  txqueuelen 1000  (Ethernet)
        RX packets 7 bytes 728 (728.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 25 bytes 3524 (3.4 KiB)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

└(kali㉿kali)-[~]
└$ route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref Use If
::1/128              ::                U   256  2   0 lo
2000::/64             ::                U   100  1   0 eth0
fe80::/64             ::                U   100  1   0 eth0
::/0                  fe80::e0d:cdf:fe2c:1  UG  100  1   0 eth0
::1/128              ::                Un  0   4   0 lo
2000::23b2:bb6:71c0:d80b/128  ::                Un  0   2   0 eth0
fe80::9d2e:210a:55c0:e5a6/128  ::                Un  0   3   0 eth0
ff00::/8              ::                U   256  3   0 eth0
::/0                  ::                !n  -1  1   0 lo

└(kali㉿kali)-[~]
└$ ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1(2000::1) 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.82 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.32 ms
--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1003ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.317/2.067/2.817/0.750 ms

└(kali㉿kali)-[~]
└$ cat /etc/resolv.conf
search ahmedfarg.net.
nameserver 2000::1

```

Рис. 2.15: Обновлённая конфигурация и ping

10. Выполнена проверка DNS – файл /etc/resolv.conf содержит данные, выданные DHCPv6 (nameserver 2000::1, search ahmedfarg.net).

2.2.6 Проверка DHCPv6 на маршрутизаторе

11. На маршрутизаторе выполнен просмотр выдачи адресов DHCPv6.

Так как Stateless DHCPv6 **не назначает IP-адреса**, таблица leases пуста – поведение корректное.

```

ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# run show dhcpcv6 server leases
IPv6 address      State     Last communication      Lease expiration      Remaining
type      pool     IAID_DUID
-----  -----
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01#

```

Рис. 2.16: DHCPv6 leases

2.2.7 Анализ DHCPv6 трафика в Wireshark

12. На захваченном трафике отображена работа DHCPv6:
- Neighbor Solicitation/Advertisement – получение SLAAC-адреса;
 - DHCPv6 Information-Request – клиент запрашивает только параметры;
 - DHCPv6 Reply – сервер передаёт DNS и domain-search;
 - Присутствуют ICMPv6 RA-пакеты от маршрутизатора (prefix 2000::/64).
- В DHCPv6 Reply содержатся:
- Client Identifier (DUID),
 - Server Identifier,
 - DNS recursive name server,
 - Domain Search List.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info
21	4.454807	fe80::9d2e:210a:55c...	ff02::1:16	ICMPv6	110 Multicast Listener Report Message v2
22	6.218270	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324 DHCP Discover - Transaction ID 0x2aebe89c
23	7.206758	fe80::9d2e:210a:55c...	fe80::e0d:cdf:fe2c...	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e0d:cdf:fe2c:1 from 0c:9f:29:f1:00:00
24	7.207413	fe80::e0d:cdf:fe2c...	fe80::9d2e:210a:55c...	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::e0d:cdf:fe2c:1 (rtr, sol)
25	14.904434	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324 DHCP Discover - Transaction ID 0x4b4dee53
26	31.128123	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324 DHCP Discover - Transaction ID 0xefdb1c7
27	47.307445	fe80::9d2e:210a:55c...	ff02::1:1:2	DHCPv6	98 Information-request XID: 0x2cb372 CID: 000300010c9f29f10000
28	47.309433	fe80::e0d:cdf:fe2c...	fe80::9d2e:210a:55c...	DHCPv6	137 Reply XID: 0x2cb372 CID: 000300010c9f29f10000
29	52.617402	fe80::e0d:cdf:fe2c...	fe80::9d2e:210a:55c...	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::9d2e:210a:55c:0:e5a6 from 0c:0d:c:d:2:c:00:01
30	52.619005	fe80::9d2e:210a:55c...	fe80::e0d:cdf:fe2c...	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::9d2e:210a:55c:0:e5a6 (sol)
31	57.638779	fe80::9d2e:210a:55c...	fe80::e0d:cdf:fe2c...	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e0d:cdf:fe2c:1 from 0c:9f:29:f1:00:00
32	57.639367	fe80::e0d:cdf:fe2c...	fe80::9d2e:210a:55c...	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::e0d:cdf:fe2c:1 (rtr, sol)
33	63.950108	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324 DHCP Discover - Transaction ID 0x7f6477c8
34	82.154052	2000::23b2:bbe6:71c...	ff02::1:ff00:1	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2000::1 from 0c:9f:29:f1:00:00

* Frame 28: 137 bytes on wire (1096 bits), 137 bytes captured (1096 bits) on interface -, id 0
 Ethernet II, Src: 0c:0d:c:d:2:c:00:01 (0c:0d:c:d:2:c:00:01), Dst: 0c:9f:29:f1:00:00 (0c:9f:29:f1:00:00)
 Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e0d:cdf:fe2c:1, Dst: fe80::9d2e:210a:55c:0:e5a6
 User Datagram Protocol, Src Port: 547, Dst Port: 546
 ▾ DHCPv6
 Message type: Reply (7)
 Transaction ID: 0x2cb372
 ▾ Client Identifier
 Option: Client Identifier (1)
 Length: 10
 DUID: 000300010c9f29f10000
 DUID Type: link-layer address (3)
 Hardware type: Ethernet (1)
 Link-layer address: 0c:9f:29:f1:00:00
 Link-layer address (Ethernet): 0c:9f:29:f1:00:00 (0c:9f:29:f1:00:00)
 ▾ Server Identifier
 Option: Server Identifier (2)
 Length: 14
 DUID: 0001000130b80af50c0cd2c0001
 DUID Type: link-layer address plus time (1)
 Hardware type: Ethernet (1)
 DUID Time: Nov 25, 2025 09:36:37.000000000 RTZ 2 (зима)
 Link-layer address: 0c:0d:c:d:2:c:00:01
 Link-layer address (Ethernet): 0c:0d:c:d:2:c:00:01 (0c:0d:c:d:2:c:00:01)
 ▾ DNS recursive name server
 Option: DNS recursive name server (23)
 Length: 16
 1 DNS server address: 2000::1
 ▾ Domain Search List
 Option: Domain Search List (24)
 Length: 15
 ▾ Domain name suffix search list

Рис. 2.17: DHCPv6 трафик Wireshark

2.3 Настройка DHCPv6 Stateful в GNS3

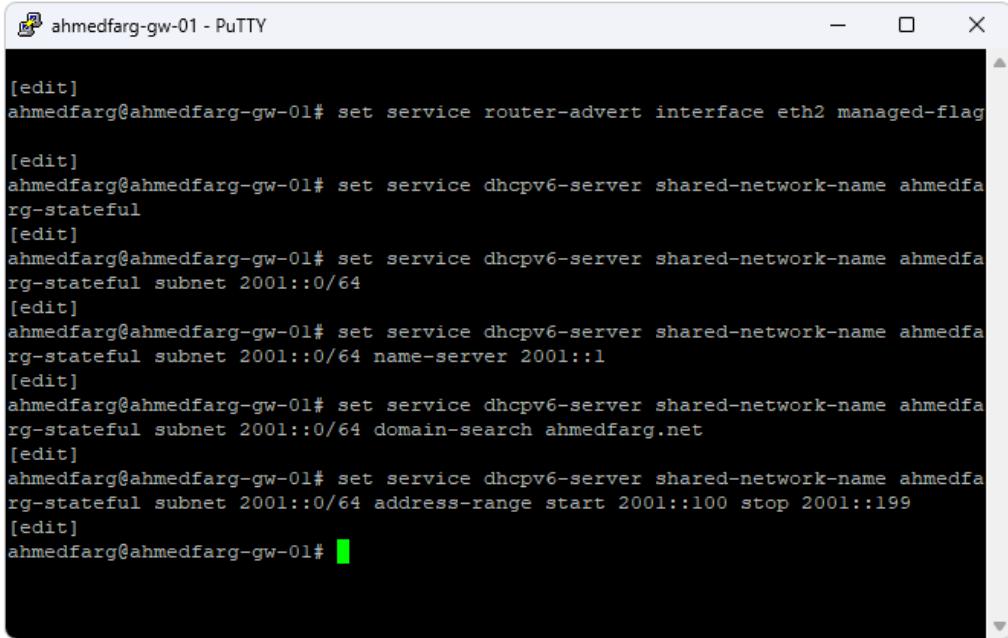
2.3.1 Конфигурация маршрутизатора для DHCPv6 Stateful

13. На маршрутизаторе **ahmedfarg-gw-01** выполнена настройка DHCPv6 с отслеживанием состояния (Stateful).

На интерфейсе eth2 включён флаг **managed-flag**, уведомляющий узлы о необходимости получения IPv6-адреса по DHCPv6.

Далее создана shared-network **ahmedfarg-stateful** с подсетью 2001::/64, а также:

- указан DNS-сервер 2001::1;
- добавлен домен ahmedfarg.net;
- задан диапазон адресов 2001::100 – 2001::199.



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

[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfa
rg-stateful
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfa
rg-stateful subnet 2001::0/64
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfa
rg-stateful subnet 2001::0/64 name-server 2001::1
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfa
rg-stateful subnet 2001::0/64 domain-search ahmedfarg.net
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name ahmedfa
rg-stateful subnet 2001::0/64 address-range start 2001::100 stop 2001::199
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01#
```

Рис. 2.18: Настройка DHCPv6 Stateful

2.3.2 Проверка настройки на РС3 до получения адреса

14. На маршрутизаторе был просмотрен список выданных адресов DHCPv6, в данный момент пустой.
15. На узле **РС3-ahmedfarg** были изучены текущие сетевые параметры IPv6: интерфейс имеет лишь локальные IPv6-адреса, глобальный адрес отсутствует; маршрут по умолчанию не настроен.

```

└──(kali㉿kali)-[~]
└─$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
      inet6 fe80::2928:e90c:c789:bb87 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
          ether 0c:ce:64:e8:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
              RX packets 8 bytes 886 (886.0 B)
              RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
              TX packets 142 bytes 22542 (22.0 KiB)
              TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

└──(kali㉿kali)-[~]
└─$ route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination           Next Hop            Flag Met Ref Use If
::/128                ::                 U    256 2   0   lo
2001::198/128         ::                 U    100 1   0   eth0
fe80::/64              ::                 U    100 1   0   eth0
::/0                   fe80::e0d:cdff:fe2c:2  UG   100 1   0   eth0
::/128                ::                 Un   0    4   0   lo
2001::198/128         ::                 Un   0    2   0   eth0
fe80::2928:e90c:c789:bb87/128  ::                 Un   0    3   0   eth0
ff00::/8               ::                 U    256 3   0   eth0
::/0                   ::                 !n   -1   1   0   lo

└──(kali㉿kali)-[~]
└─$ cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search ahmedfarg.net
nameserver 2001::1

└──(kali㉿kali)-[~]
└─$ █

```

Рис. 2.19: Начальные параметры IPv6 PC3

16. Файл `/etc/resolv.conf` до получения настроек DHCPv6 содержит только базовые параметры.

2.3.3 Получение IPv6-адреса по DHCPv6 Stateful

17. На PC3 выполнен запрос полноценной stateful-конфигурации DHCPv6. Клиент получил адрес из диапазона **2001::198**, а также параметры DHCPv6 – DNS и доменное имя.

```
$ sudo dhclient -6 -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.4.1
Copyright 2004-2018 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/
Floppy Disk
Listening on Socket/eth0
Sending on Socket/eth0
Created duid "\000\001\000\010\270\015\243\014\316d\350\000\000".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 64:e8:00:00
XMT: | X-- Request renew in +3600
XMT: | X-- Request rebind in +5400
XMT: Solicit on eth0, interval 1010ms.
RCV: Advertise message on eth0 from fe80::e0d:cdf:fe2c:2.
RCV: X-- IA_NA 64:e8:00:00
RCV: | X-- starts 1764053284
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
RCV: | X-- [Options]
RCV: | | X-- IAADDR 2001::199
RCV: | | X-- Preferred lifetime 27000.
RCV: | | X-- Max lifetime 43200.
RCV: | X-- Server ID: 00:01:00:01:30:b8:0a:f5:0c:0d:cd:2c:00:01
RCV: | Advertisment recorded.
PRC: Selecting best advertised lease.
PRC: Considering best lease.
PRC: X-- Initial candidate 00:01:00:01:30:b8:0a:f5:0c:0d:cd:2c:00:01 (s: 10105, p: 0).
XMT: Forming Request, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 64:e8:00:00
XMT: | X-- Requested renew +3600
XMT: | X-- Requested rebind +5400
XMT: | | X-- IAADDR 2001::199
XMT: | | X-- Preferred lifetime +7200
XMT: | | X-- Max lifetime +7500
XMT: V IA_NA appended.
XMT: Request on eth0, interval 1040ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::e0d:cdf:fe2c:2.
RCV: X-- IA_NA 64:e8:00:00
```

Рис. 2.20: Получение stateful DHCPv6 настроек

2.3.4 Проверка настроек после получения DHCPv6

18. После получения адреса по DHCPv6 интерфейс РСЗ получил глобальный адрес в сети $2001::/64$, маршрут по умолчанию был обновлён, появились корректные записи DNS.

Проверка связности с маршрутизатором показала успешный отклик.

```

└─(kali㉿kali)-[~]
└─$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
      inet6 fe80::e80:2928%eth0 brd fe80::ff0:2928%eth0 scopeid 0x20<link>
          inet6 2001::198 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
              inet6 fe80::2928:e90c:c789:bb87 brd fe80::ff0:2928%eth0 scopeid 0x20<link>
          inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
              ether 0c:ce:64:e8:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
                  RX packets 12 bytes 1420 (1.3 KiB)
                  RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
                  TX packets 151 bytes 23982 (23.4 KiB)
                  TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

└─(kali㉿kali)-[~]
└─$ route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination           Next Hop            Flag Met Ref Use If
::1/128                ::                 U    256 2   0 lo
2001::198/128          ::                 U    100 2   0 eth0
2001::199/128          ::                 U    256 1   0 eth0
fe80::/64               ::                 U    100 1   0 eth0
::/0                     fe80::e0d:cdff:fe2c:2 UG   100 1   0 eth0
::1/128                ::                 Un   0   4   0 lo
2001::198/128          ::                 Un   0   3   0 eth0
2001::199/128          ::                 Un   0   2   0 eth0
fe80::2928:e90c:c789:bb87/128 ::                 Un   0   3   0 eth0
ff00::/8                ::                 U    256 3   0 eth0
::/0                     ::                 !n   -1  1   0 lo

└─(kali㉿kali)-[~]
└─$ ping 2001::1(2001::1) 56 data bytes
PING 2001::1(2001::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.39 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.69 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.687/2.040/2.393/0.353 ms

└─(kali㉿kali)-[~]
└─$ █

```

Рис. 2.21: Параметры IPv6 и маршрутизация после DHCPv6

Файл /etc/resolv.conf обновлён DHCPv6-сервером и содержит:

- search: ahmedfarg.net
- nameserver: 2001::1

2.3.5 Просмотр выданных адресов на маршрутизаторе

19. На маршрутизаторе вновь просмотрен список DHCPv6 leases.

Теперь таблица содержит выданные адреса, включая адрес PC3:

- 2001::198 – активный DHCPv6 stateful-адрес
- 2001::199 – также активный адрес (выдан второму устройству)

```

[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# run show dhcipv6 server leases
IPv6 address      State    Last communication     Lease expiration     Remaining
Type      Pool          IAID_DUID
-----  -----
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# run show dhcipv6 server leases
IPv6 address      State    Last communication     Lease expiration     Remaining
Type      Pool          IAID_DUID
-----  -----
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01# run show dhcipv6 server leases
IPv6 address      State    Last communication     Lease expiration     Remaining
Type      Pool          IAID_DUID
-----  -----
2001::198        active   2025/11/25 06:46:49   2025/11/25 18:46:49   11:57:56
non-temporary    ahmedfarg-stateful  35:67:50:2b:00:04:3c:30:8b:06:f9:cd:9e:09:21
:de:71:70:66:87:22:c2
2001::199        active   2025/11/25 06:48:04   2025/11/25 08:53:04   2:04:11
non-temporary    ahmedfarg-stateful  00:00:e8:64:00:01:00:01:30:b8:0d:a3:0c:ce:64
:e8:00:00
[edit]
ahmedfarg@ahmedfarg-gw-01#

```

Рис. 2.22: Полученные DHCPv6 leases

2.3.6 Анализ DHCPv6 Stateful в Wireshark

20. На захваченном трафике видно корректное прохождение DHCPv6 stateful-процедуры:

- Solicit — клиент запрашивает параметры и адрес;
- Advertise — сервер предлагает доступный адрес;
- Request — клиент запрашивает конкретный адрес;
- Reply — сервер подтверждает назначение IPv6-адреса и всех опций.

В DHCPv6 Reply содержатся:

- Client Identifier (DUID);
- Server Identifier;
- Identity Association for Non-temporary Address (IA_NA), включая назначенный адрес (2001::199);
- DNS recursive name server (2001::1);
- Domain Search List (ahmedfarg.net).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
27	21.034059	fe80::e0d:cdff:fe2c.. fe80::2928:e90c:c78..	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::e0d:cdff:fe2c:2 (rtr, sol)	
28	29.090842	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324	DHCP Discover - Transaction ID 0x269e8d77
29	46.039810	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324	DHCP Discover - Transaction ID 0x4b63db1c
30	78.384823	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324	DHCP Discover - Transaction ID 0xc94fa69
31	90.912473	fe80::2928:e90c:c78.. ff02::1:2	DCHPv6	118	Solicit XID: 0x5dd5aa CID: 0001000130b80da30cce64e80000	
32	90.914553	fe80::e0d:cdff:fe2c.. fe80::2928:e90c:c78..	DCHPv6	185	Advertise XID: 0x5dd5aa IAA: 2001::199 CID: 0001000130b80da30cce64e80000	
33	91.924541	fe80::2928:e90c:c78.. ff02::1:2	DCHPv6	164	Request XID: 0x8ee497 CID: 0001000130b80da30cce64e80000 IAA: 2001::199	
34	91.929099	fe80::e0d:cdff:fe2c.. fe80::2928:e90c:c78..	DCHPv6	185	Reply XID: 0x8ee497 IAA: 2001::199 CID: 0001000130b80da30cce64e80000	
35	91.955364	fe80::2928:e90c:c78.. ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2	
36	92.047479	::	ff02::1:ff00:199	ICMPv6	88	Neighbor Solicitation for 2001::199
37	92.143550	fe80::2928:e90c:c78.. ff02::16	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message v2	
38	96.018932	fe80::e0d:cdff:fe2c.. fe80::2928:e90c:c78..	ICMPv6	88	Neighbor Solicitation for fe80::2928:e90c:c789:bb87 from 0:c:0d:cd:2c:00:02	
39	96.019280	fe80::2928:e90c:c78.. fe80::e0d:cdff:fe2c..	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::2928:e90c:c789:bb87 (sol)	
40	101.159343	fe80::2928:e90c:c78.. fe80::e0d:cdff:fe2c..	ICMPv6	88	Neighbor Solicitation for fe80::e0d:cdff:fe2c:2 from 0:c:ce:64:e8:00:00	
					
					0000	0c ce 64
					0010	6c ea 00
					0020	cd ff fe
					0030	e9 0c c7
					0040	e4 97 00
					0050	00 00 00
					0060	00 00 00
					0070	00 0e 00
					0080	00 02 00
					0090	00 01 00
					00a0	00 00 00
					00b0	66 61 72

Frame 34: 185 bytes on wire (1480 bits), 185 bytes captured (1480 bits) on interface -, id 0
 Ethernet II, Src: 0:c:0d:cd:2c:00:02 (0:c:0d:cd:2c:00:02), Dst: 0:c:ce:64:e8:00:00 (0:c:ce:64:e8:00:00)
 Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e0d:cdff:fe2c:2, Dst: fe80::2928:e90c:c789:bb87
 User Datagram Protocol, Src Port: 547, Dst Port: 546
 ▾ DHCPv6
 Message type: Reply (7)
 Transaction ID: 0x8ee497
 ▾ Identity Association for Non-temporary Address
 ▾ Client Identifier
 Option: Client Identifier (1)
 Length: 14
 DUID: 0001000130b80da30cce64e80000
 DUID Type: link-layer address plus time (1)
 Hardware type: Ethernet (1)
 DUID Time: Nov 25, 2025 09:48:03.000000000 RTZ 2 (зима)
 Link-layer address: 0:c:ce:64:e8:00:00
 Link-layer address (Ethernet): 0:c:ce:64:e8:00:00 (0:c:ce:64:e8:00:00)
 ▾ Server Identifier
 Option: Server Identifier (2)
 Length: 14
 DUID: 0001000130b80af50c0dcd2c0001
 DUID Type: link-layer address plus time (1)
 Hardware type: Ethernet (1)
 DUID Time: Nov 25, 2025 09:36:37.000000000 RTZ 2 (зима)
 Link-layer address: 0:c:0d:cd:2c:00:01
 Link-layer address (Ethernet): 0:c:0d:cd:2c:00:01 (0:c:0d:cd:2c:00:01)
 ▾ DNS recursive name server
 Option: DNS recursive name server (23)
 Length: 16
 1 DNS server address: 2001::1
 ▾ Domain Search List
 Option: Domain Search List (24)
 Length: 15
 Domain name suffix search list

Рис. 2.23: DCHPv6 Stateful трафик

3 Заключение

В ходе работы была развернута виртуальная среда **GNS3**, добавлены маршрутизаторы **FRR** и **VyOS**, а также создана и протестирована базовая топология с коммутатором и виртуальными ПК. Настроена IP-адресация, проверена связность между узлами, выполнен анализ трафика в **Wireshark**.