

Отчёт по лабораторной работе 7

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка DHCP

Элсаиед Адел

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение работы	6
2.1	Настройка DHCP-сервиса для IPv4 на маршрутизаторе VyOS	6
2.2	Настройка DHCPv6 в сети IPv6	11
3	Заключение	24

Список иллюстраций

2.1	Топология моделируемой сети	6
2.2	Настройка имени устройства, доменного имени и пользователя . .	7
2.3	Назначение IPv4-адреса интерфейсу eth0	7
2.4	Настройка DHCP-сервера и диапазона адресов	8
2.5	Статистика DHCP-сервера	9
2.6	Получение IPv4-адреса по DHCP на PC1	9
2.7	Проверка сетевых параметров и доступности шлюза	10
2.8	Журнал работы DHCP-сервера	11
2.9	Топология моделируемой сети для IPv6	12
2.10	Назначение IPv6-адресов на eth1 и eth2 и проверка интерфейсов .	13
2.11	Настройка Router Advertisements и DHCPv6 Stateless на eth1	14
2.12	Фрагмент итоговой конфигурации DHCPv6 и общих опций	15
2.13	IPv6-адресация и маршрутизация PC2 (SLAAC)	16
2.14	Проверка доступности маршрутизатора по IPv6 с PC2	16
2.15	Проверка DNS-настроек на PC2	17
2.16	Запрос DHCPv6 параметров на PC2 и повторная проверка доступности	17
2.17	Проверка выданных аренд DHCPv6 на маршрутизаторе	18
2.18	Анализ пакетов DHCPv6 в захваченном трафике	19
2.19	Включение managed-flag для RA на интерфейсе eth2	20
2.20	Настройка DHCPv6 Stateful и диапазона IPv6-адресов	20
2.21	Таблица аренд DHCPv6 Stateful на маршрутизаторе	21
2.22	IPv6-адресация и маршрутизация PC3	21
2.23	DNS-настройки на PC3	22
2.24	Анализ пакетов DHCPv6 Stateful в захваченном трафике	23

Список таблиц

1 Цель работы

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

2 Выполнение работы

2.1 Настройка DHCP-сервиса для IPv4 на маршрутизаторе VyOS

1. В среде моделирования **GNS3** был создан новый проект и развернута топология сети, включающая персональный компьютер **PC1**, коммутатор **elsaiedadel-sw-01** и маршрутизатор **elsaiedadel-gw-01**. Соединение устройств выполнено в соответствии с заданной схемой.

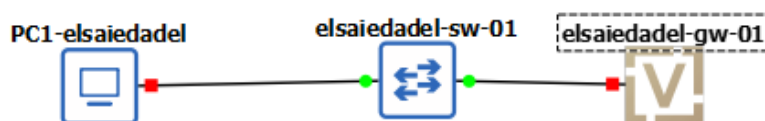
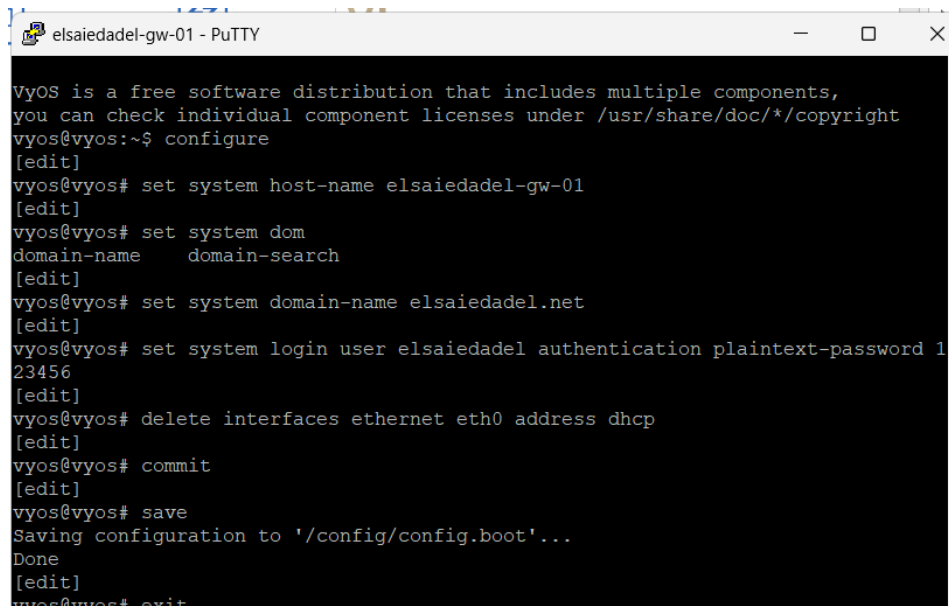


Рис. 2.1: Топология моделируемой сети

2. На маршрутизаторе VyOS выполнен вход под учётной записью по умолчанию, после чего была произведена установка системы на виртуальный диск. По завершении процесса установки маршрутизатор был перезагружен для применения изменений.
3. После перезагрузки выполнен вход в систему и переход в режим конфигурирования. В ходе настройки были заданы имя устройства **elsaiedadel-gw-01** и доменное имя **elsaiedadel.net**. Также был создан новый пользователь

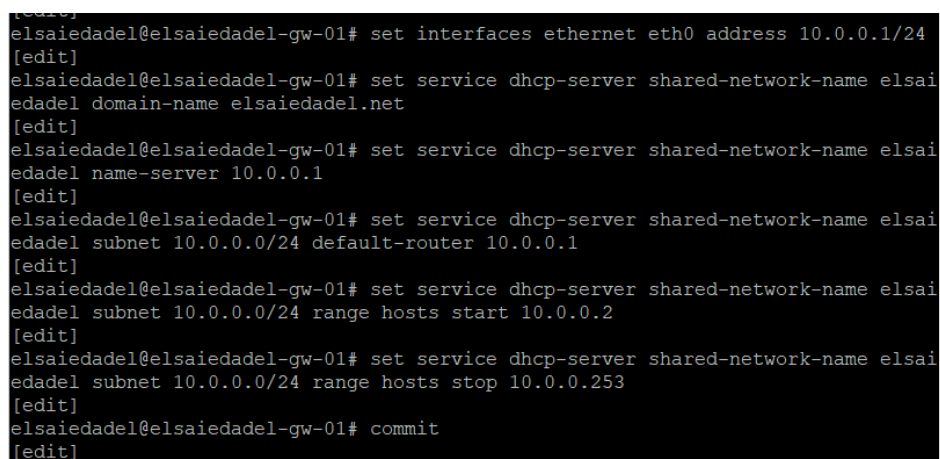
elsaiedadel с правами администратора. Конфигурация была сохранена, после чего системный пользователь, заданный по умолчанию, был удалён.



```
elsaiedadel-gw-01 - PuTTY
VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name elsaiedadel-gw-01
[edit]
vyos@vyos# set system domain-name elsaiedadel.net
[edit]
vyos@vyos# set system login user elsaiedadel authentication plaintext-password 123456
[edit]
vyos@vyos# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
```

Рис. 2.2: Настройка имени устройства, доменного имени и пользователя

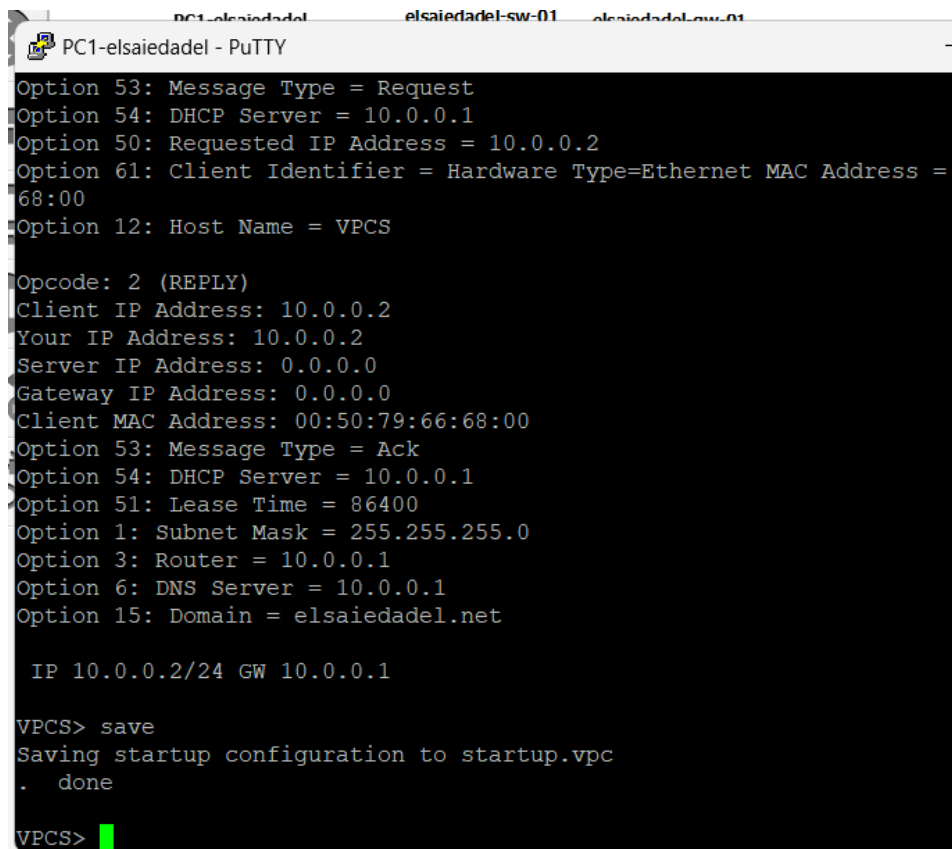
4. В режиме конфигурирования выполнена настройка IPv4-адресации интерфейса eth0 маршрутизатора. Интерфейсу был назначен статический адрес 10.0.0.1/24, который используется в качестве шлюза по умолчанию для локальной сети.



```
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.1/24
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name elsaiedadel domain-name elsaiedadel.net
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name elsaiedadel name-server 10.0.0.1
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name elsaiedadel subnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name elsaiedadel subnet 10.0.0.0/24 range hosts start 10.0.0.2
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name elsaiedadel subnet 10.0.0.0/24 range hosts stop 10.0.0.253
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# commit
[edit]
```

Рис. 2.3: Назначение IPv4-адреса интерфейсу eth0

5. На маршрутизаторе выполнена настройка DHCP-сервиса. Создана разделяемая сеть с именем elsaiedadel, для которой указано доменное имя elsaiedadel.net и адрес DNS-сервера 10.0.0.1. Для подсети 10.0.0.0/24 задан шлюз по умолчанию 10.0.0.1.
6. В рамках указанной подсети определён диапазон адресов, выдаваемых DHCP-сервером. Диапазон включает адреса от 10.0.0.2 до 10.0.0.253. После завершения настройки конфигурация была применена и сохранена.



```
PC1-elsaiedadel - 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 =
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 = elsaiedadel.net

IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1

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

VPCS> 
```

Рис. 2.4: Настройка DHCP-сервера и диапазона адресов

7. Для контроля работы DHCP-сервиса на маршрутизаторе выполнен просмотр статистики сервера. В результате подтверждено наличие активного пула адресов и отсутствие ошибок в работе службы.

```

VPCS>
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  : 86082, 86132/43066/75365
DOMAIN NAME : elsaiedadel.net
MAC         : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 10010
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10011
MTU         : 1500

VPCS> ping 10.0.0.1 -c 2

84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=2.525 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=4.209 ms

VPCS>

```

Рис. 2.5: Статистика DHCP-сервера

8. На оконечном устройстве **PC1** выполнена настройка автоматического получения сетевых параметров по протоколу DHCP. В процессе получения адреса был отображён детализированный вывод обмена DHCP-сообщениями. Клиенту был назначен IPv4-адрес 10.0.0.2/24, шлюз по умолчанию 10.0.0.1 и DNS-сервер 10.0.0.1.

```

elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size    Leases    Available  Usage
-----
elsaiedadel 252      1          251       0%
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$
elsaiedadel@elsaiedadel-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  2026/01/22 07:38:24 2026/01/23 07:38
:24 23:55:45    elsaiedadel VPCS
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$

```

Рис. 2.6: Получение IPv4-адреса по DHCP на PC1

В процессе работы DHCP были зафиксированы стандартные этапы обмена: отправка широковещательного запроса **DHCP Discover**, получение предложения **DHCP Offer**, подтверждение выбора адреса сообщением **DHCP Request** и окончательное закрепление адреса ответом **DHCP ACK**.

9. На устройстве PC1 выполнена проверка текущей сетевой конфигурации. Также произведена проверка сетевой связности путём отправки ICMP-запросов на адрес маршрутизатора. Ответы были получены без потерь, что подтверждает корректную настройку сети.

```
Jan 22 07:42:48 dhcpd[1487]: reuse_lease: lease age 264 (secs) under 25% threshold, reply with unaltered, existing lease for 10.0.0.2
Jan 22 07:42:48 dhcpd[1487]: DHCPDISCOVER from 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Jan 22 07:42:49 dhcpd[1487]: DHCPOFFER on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Jan 22 07:42:52 dhcpd[1487]: reuse_lease: lease age 268 (secs) under 25% threshold, reply with unaltered, existing lease for 10.0.0.2
Jan 22 07:42:52 dhcpd[1487]: DHCPREQUEST for 10.0.0.2 (10.0.0.1) from 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
Jan 22 07:42:52 dhcpd[1487]: DHCPACK on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via eth0
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$
```

Рис. 2.7: Проверка сетевых параметров и доступности шлюза

10. На маршрутизаторе повторно просмотрена информация о выданных DHCP-адресах. В таблице аренд отображён активный адрес 10.0.0.2, сопоставленный с MAC-адресом клиентского устройства, а также указаны параметры времени начала и окончания аренды.
11. Выполнен анализ журнала работы DHCP-сервера. В системных логах зафиксированы события, соответствующие обработке запросов DHCP-клиента, включая сообщения **DHCPDISCOVER**, **DHCPOFFER**, **DHCPREQUEST** и **DHCPACK**, что свидетельствует о штатной работе сервиса.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	0.050970	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Discover - Transaction ID 0x56
4	1.051177	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Discover - Transaction ID 0x56
5	1.057481	10.0.0.1	10.0.0.2	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x56
8	4.051530	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Request - Transaction ID 0x56
9	4.052870	10.0.0.1	10.0.0.2	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0x56

▶ Frame 8: Packet, 406 bytes on wire (3248 bits), 406 bytes captured (3248 bits) on interface -, id 0	0000
▶ Ethernet II, Src: Private_66:68:00 (00:50:79:66:68:00), Dst: 0c:ef:50:74:00:00 (0c:ef:50:74:00:00)	0010
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255	0020
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67	0030
▼ Dynamic Host Configuration Protocol (Request)	0040
Message type: Boot Request (1)	0050
Hardware type: Ethernet (0x01)	0060
Hardware address length: 6	0070
Hops: 0	0080
Transaction ID: 0x509bcb34	0090
Seconds elapsed: 0	00a0
Bootp flags: 0x0000 (Unicast)	00b0
Client IP address: 10.0.0.2	00c0
Your (client) IP address: 0.0.0.0	00d0
Next server IP address: 0.0.0.0	00e0
Relay agent IP address: 0.0.0.0	00f0
Client MAC address: Private_66:68:00 (00:50:79:66:68:00)	0100
Client hardware address padding: 00000000000000000000	0110
Server host name not given	0120
Boot file name not given	0130
Magic cookie: DHCP	0140
Option: (53) DHCP Message Type (Request)	0150
Option: (54) DHCP Server Identifier (10.0.0.1)	0160
Option: (50) Requested IP Address (10.0.0.2)	0170
Option: (61) Client identifier	0180
Option: (12) Host Name	0190
Option: (55) Parameter Request List	
Option: (255) End	

Рис. 2.8: Журнал работы DHCP-сервера

- С использованием анализатора трафика выполнено исследование сетевых пакетов, относящихся к работе DHCP. В захваченном трафике подтверждено использование протокола UDP и портов 67 и 68, широковещательная передача клиентских запросов и корректное заполнение DHCP-опций, включая тип сообщения, идентификатор сервера, параметры сети и назначаемый IP-адрес.

2.2 Настройка DHCPv6 в сети IPv6

- В ранее созданном проекте GNS3 рабочее пространство было дополнено устройствами и соединениями согласно заданной топологии: маршрутизатор **elsaiedadel-gw-01** подключён к трём коммутаторам (**elsaiedadel-sw-01**, **elsaiedadel-sw-02**, **elsaiedadel-sw-03**), к которым подключены узлы **PC1-elsaiedadel**, **PC2-elsaiedadel** и **PC3-elsaiedadel**. На линиях связи между маршрутизатором и коммутаторами для сегментов PC2 и PC3 был включён

захват трафика для анализа DHCPv6.

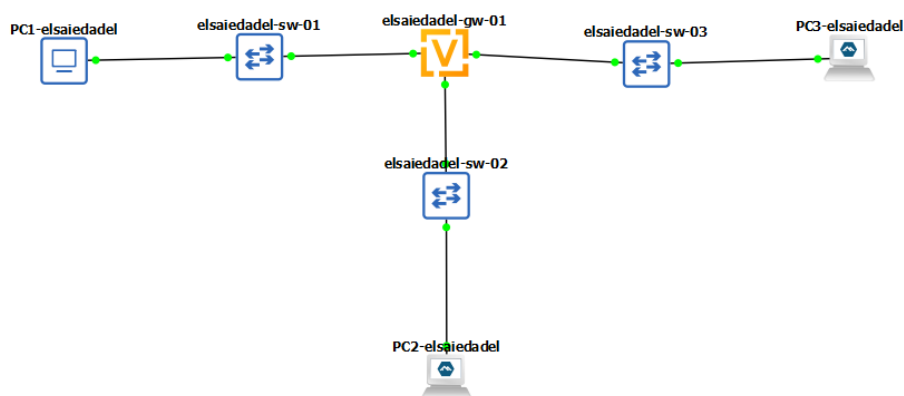


Рис. 2.9: Топология моделируемой сети для IPv6

2. На маршрутизаторе **elsaiedadel-gw-01** выполнен переход в режим конфигурирования и настроена IPv6-адресация интерфейсов:

- интерфейсу **eth1** назначен адрес **2000::1/64**;
- интерфейсу **eth2** назначен адрес **2001::1/64**. После назначения адресов выполнена проверка конфигурации интерфейсов командой просмотра списка интерфейсов.

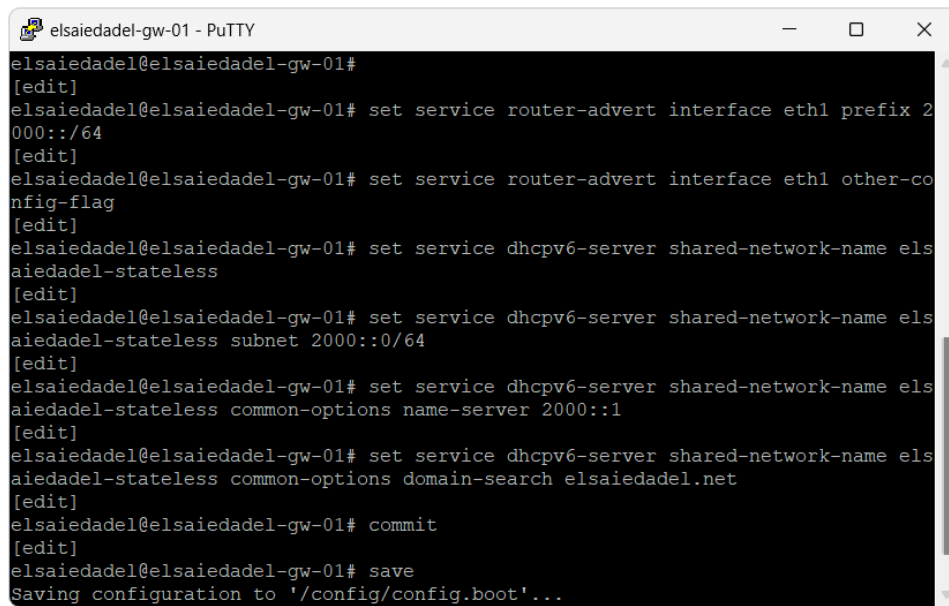
```

elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01:~$ configure
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000::1/64
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001::1/64
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# show interfaces
    ethernet eth0 {
        address 10.0.0.1/24
        hw-id 0c:ef:50:74:00:00
    }
    ethernet eth1 {
+   address 2000::1/64
        hw-id 0c:ef:50:74:00:01
    }
    ethernet eth2 {
+   address 2001::1/64
        hw-id 0c:ef:50:74:00:02
    }
    loopback lo {
    }
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# commit

```

Рис. 2.10: Назначение IPv6-адресов на eth1 и eth2 и проверка интерфейсов

3. Для применения настроек IPv6-адресации выполнена фиксация изменений и сохранение конфигурации маршрутизатора (операции commit/save), что обеспечило постоянство настроек после перезагрузки.
4. Для сегмента, подключённого к интерфейсу eth1, настроен режим **DHCPv6 без отслеживания состояния (Stateless)**. Для этого включены объявления маршрутизатора (Router Advertisements, RA) с префиксом 2000::/64 и установлен флаг other-config-flag, означающий, что адрес узел получает по SLAAC, а «прочие параметры» (например DNS/домен поиска) могут быть получены через DHCPv6.



```
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01#  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service router-advert interface eth1 prefix 2000::/64  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service router-advert interface eth1 other-config-flag  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name elsaiedadel-stateless  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name elsaiedadel-stateless subnet 2000::0/64  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name elsaiedadel-stateless common-options name-server 2000::1  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name elsaiedadel-stateless common-options domain-search elsaiedadel.net  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# commit  
[edit]  
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# save  
Saving configuration to '/config/config.boot'...
```

Рис. 2.11: Настройка Router Advertisements и DHCPv6 Stateless на eth1

5. На маршрутизаторе добавлена конфигурация DHCPv6-сервера для stateless-сегмента: создана разделяемая сеть `elsaiedadel-stateless`, задана подсеть `2000::0/64`, а также общие опции (`common-options`):

- DNS-сервер: `2000::1`;
- домен поиска: `elsaiedadel.net`. После настройки выполнены операции `commit` и `save`, затем проверена итоговая конфигурация.

```

dhcp-server {
    shared-network-name elsaiedadel {
        domain-name elsaiedadel.net
        name-server 10.0.0.1
        subnet 10.0.0.0/24 {
            default-router 10.0.0.1
            range hosts {
                start 10.0.0.2
                stop 10.0.0.253
            }
        }
    }
}

dhcpv6-server {
    shared-network-name elsaiedadel-stateless {
        common-options {
            domain-search elsaiedadel.net
            name-server 2000::1
        }
        subnet 2000::0/64 {
        }
    }
}

```

Рис. 2.12: Фрагмент итоговой конфигурации DHCPv6 и общих опций

6. На узле **PC2** выполнена проверка IPv6-конфигурации интерфейса и таблицы маршрутизации. Подтверждено получение глобального адреса из префикса 2000::/64 по SLAAC, а также наличие маршрута по умолчанию через link-local адрес маршрутизатора (что соответствует работе Router Advertisements).

```

alpine:~# ip address
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
    link/ether 0c:7d:ea:6f:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 2000::e7d:eaff:fe6f:0/64 scope global dynamic flags 100
        valid_lft 2591865sec preferred_lft 14265sec
    inet6 fe80::e7d:eaff:fe6f:0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
alpine:~# ip -6 route show
2000::/64 dev eth0 metric 256 expires 0sec
fe80::/64 dev eth0 metric 256
default via fe80::eef:50ff:fe74:1 dev eth0 metric 1024 expires 0sec
multicast ff00::/8 dev eth0 metric 256
alpine:~#

```

Рис. 2.13: IPv6-адресация и маршрутизация PC2 (SLAAC)

7. На узле **PC2** выполнена проверка сетевой связности с маршрутизатором путём отправки ICMPv6-запросов на адрес 2000::1. Пакеты доставлены успешно, потерь не зафиксировано.

```

alpine:~# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1 (2000::1): 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: seq=0 ttl=64 time=3.717 ms
64 bytes from 2000::1: seq=1 ttl=64 time=2.897 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 2.897/3.307/3.717 ms
alpine:~# cat /etc/resolv.conf
nameserver 10.0.2.3
alpine:~#

```

Рис. 2.14: Проверка доступности маршрутизатора по IPv6 с PC2

8. На узле **PC2** выполнена проверка настроек DNS через просмотр содержимого /etc/resolv.conf. Данный файл отражает текущие параметры DNS на клиенте, которые должны устанавливаться при получении «прочих параметров» (stateless) через DHCPv6.

```

alpine:~#
alpine:~# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1 (2000::1): 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: seq=0 ttl=64 time=3.717 ms
64 bytes from 2000::1: seq=1 ttl=64 time=2.897 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 2.897/3.307/3.717 ms
alpine:~# cat /etc/resolv.conf
nameserver 10.0.2.3
alpine:~#

```

Рис. 2.15: Проверка DNS-настроек на PC2

9. Для получения DHCPv6-параметров без запроса адреса на **PC2** выполнен запрос DHCPv6 в режиме «только информация» (stateless). В выводе клиента зафиксированы сообщения, указывающие на отсутствие выдачи адреса по DHCPv6 (что соответствует stateless-режиму), при этом адресная конфигурация сохраняется за SLAAC.

```

udhcpc6: sending select
udhcpc6: sending select
udhcpc6: sending select
udhcpc failed to get a DHCP lease
udhcpc6: sending discover
udhcpc6: sending select
udhcpc6: no IAADDR option, ignoring packet
^C
alpine:~#
alpine:~# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1 (2000::1): 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: seq=0 ttl=64 time=1.809 ms
64 bytes from 2000::1: seq=1 ttl=64 time=1.579 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1.579/1.694/1.809 ms
alpine:~# cat /etc/resolv.conf
nameserver 10.0.2.3
alpine:~#

```

Рис. 2.16: Запрос DHCPv6 параметров на PC2 и повторная проверка доступности

10. На маршрутизаторе выполнена проверка таблицы аренд DHCPv6. В stateless-сценарии DHCPv6 не выдаёт IPv6-адреса (IA_NA/IAADDR), поэтому наличие пустого списка аренд соответствует выбранной модели конфигурирования (адрес получен по SLAAC, а DHCPv6 используется для «прочих

параметров»).

```
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# run show dhcpv6 server leases
IPv6 address      State      Last communication  Lease expiration    Remaining
Type      Pool      IAID_DUID
-----
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01#
```

Рис. 2.17: Проверка выданных аренд DHCPv6 на маршрутизаторе

11. Выполнен анализ захваченного трафика DHCPv6. В трассе подтверждены типовые сообщения протокола:

- **Solicit** (инициация клиентом),
- **Advertise** (ответ сервера),
- **Request** (запрос параметров клиентом),
- **Reply** (ответ сервера с параметрами). В деталях пакетов зафиксированы идентификаторы клиента/сервера (Client Identifier / Server Identifier) и признаки обмена, при этом отсутствие выдачи адреса по DHCPv6 соответствует stateless-режиму (адрес формируется по SLAAC на основе RA).

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
13 34.296440	fe80::e7d:eaff:fe6f...	ff02::1:2	DHCPv6	116	Solicit XID: 0xd67818 [ROOT-ONLY I
14 34.305370	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::e7d:eaff:fe6f...	DHCPv6	162	Advertise XID: 0xd67818 CID: 00030010c
15 34.306097	fe80::e7d:eaff:fe6f...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	210	Destination Unreachable (Port unres
16 34.415753	fe80::e7d:eaff:fe6f...	ff02::1:2	DHCPv6	134	Request XID: 0xd67818 [ROOT-ONLY I
17 34.418550	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::e7d:eaff:fe6f...	DHCPv6	162	Reply XID: 0xd67818 CID: 00030010c
18 34.419288	fe80::e7d:eaff:fe6f...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	210	Destination Unreachable (Port unres
19 37.504786	fe80::e7d:eaff:fe6f...	ff02::1:2	DHCPv6	182	Request XID: 0xd67818 [ROOT-ONLY I
20 37.506151	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::e7d:eaff:fe6f...	DHCPv6	162	Reply XID: 0xd67818 CID: 00030010c
21 37.506636	fe80::e7d:eaff:fe6f...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	210	Destination Unreachable (Port unres
22 40.565955	fe80::e7d:eaff:fe6f...	ff02::1:2	DHCPv6	182	Request XID: 0xd67818 [ROOT-ONLY I
23 40.567152	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::e7d:eaff:fe6f...	DHCPv6	162	Reply XID: 0xd67818 CID: 00030010c

Frame 20: Packet, 162 bytes on wire (1296 bits), 162 bytes captured (1296 bits) on interface -, id 0	0000
Ethernet II, Src: 0c:ef:50:74:00:01 (0c:ef:50:74:00:01), Dst: 0c:7d:ea:6f:00:00 (0c:7d:ea:6f:00:00)	0010
Internet Protocol Version 6, Src: fe80::eef:50ff:fe74:1, Dst: fe80::e7d:eaff:fe6f:0	0020
User Datagram Protocol, Src Port: 547, Dst Port: 546	0030
DHCPv6	0040
Message type: Reply (7)	0050
Transaction ID: 0xd67818	0060
Identity Association for Non-temporary Address	0070
Client Identifier	0080
Option: Client Identifier (1)	0090
Length: 10	00a0
DUID: 00030010c7dea6f0000	
DUID Type: link-layer address (3)	
Hardware type: Ethernet (1)	
Link-layer address: 0c:7d:ea:6f:00:00	
Link-layer address (Ethernet): 0c:7d:ea:6f:00:00 (0c:7d:ea:6f:00:00)	
Server Identifier	
Option: Server Identifier (2)	
Length: 14	
DUID: 00010001310494800cef50740001	
DUID Type: link-layer address plus time (1)	
Hardware type: Ethernet (1)	
DUID Time: Jan 22, 2026 10:55:44.000000000 RTZ 2 (зима)	
Link-layer address: 0c:ef:50:74:00:01	
Link-layer address (Ethernet): 0c:ef:50:74:00:01 (0c:ef:50:74:00:01)	

Рис. 2.18: Анализ пакетов DHCPv6 в захваченном трафике

- На маршрутизаторе **elsaiedadel-gw-01** выполнена настройка DHCPv6 с отслеживанием состояния для сегмента сети, подключённого к интерфейсу eth2. Для этого в конфигурации объявлений маршрутизатора (Router Advertisements) на интерфейсе eth2 установлен флаг **managed-flag**, указывающий, что узлы должны получать IPv6-адреса с использованием протокола DHCPv6 в режиме **stateful**.

```

[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service router-advert interface eth2 managed-
flag
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name els
aiedadel-stateful
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name els
aiedadel-stateful subnet 2001::0/64
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name els
aiedadel-stateful subnet 2001::0/64 name-server 2001::1
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name els
aiedadel-stateful subnet 2001::0/64 domain-search elsaiedadel.net
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name els
aiedadel-stateful subnet 2001::0/64 address-range start 2001::100 stop 2001::199
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# commit
[edit]

```

Рис. 2.19: Включение managed-flag для RA на интерфейсе eth2

13. На маршрутизаторе добавлена конфигурация DHCPv6-сервера для режима stateful. Создана разделяемая сеть elsaiedadel-stateful, для которой определена подсеть 2001::0/64. В рамках данной подсети задан DNS-сервер 2001::1 и домен поиска elsaiedadel.net.
14. Для stateful-сегмента настроен диапазон IPv6-адресов, выдаваемых клиентам по DHCPv6. Диапазон включает адреса от 2001::100 до 2001::199. После завершения настройки выполнены операции применения и сохранения конфигурации маршрутизатора.

```

alpine:~# ip address
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP ql
en 1000
    link/ether 0c:cb:aa:1c:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::ecb:aaff:fe1c:0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
alpine:~# ip -6 route show
fe80::/64 dev eth0 metric 256
default via fe80::eef:50ff:fe74:2 dev eth0 metric 1024 expires 0sec
multicast ff00::/8 dev eth0 metric 256
alpine:~# cat /etc/resolv.conf
nameserver 10.0.2.3
alpine:~#

```

Рис. 2.20: Настройка DHCPv6 Stateful и диапазона IPv6-адресов

15. На маршрутизаторе выполнен просмотр таблицы аренд DHCPv6. В результате подтверждено наличие активной аренды IPv6-адреса 2001::199, выданного клиентскому устройству, с указанием времени начала аренды, срока её действия и идентификаторов клиента (IAID/DUID).

```
alpine:~# udhcpd6 -i eth0
udhcpd6: started, v1.36.1
udhcpd6: sending discover
udhcpd6: sending select
udhcpd6: IPv6 obtained, lease time 43200
alpine:~# ip address
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
    link/ether 0c:cb:aa:1c:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::ecb:aaff:fe1c:0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
alpine:~# ip -6 route show
fe80::/64 dev eth0 metric 256
default via fe80::eef:50ff:fe74:2 dev eth0 metric 1024 expires 0sec
multicast ff00::/8 dev eth0 metric 256
alpine:~#
```

Рис. 2.21: Таблица аренд DHCPv6 Stateful на маршрутизаторе

16. На узле **PC3** выполнена проверка состояния сетевых интерфейсов и таблицы маршрутизации IPv6. Подтверждено получение глобального IPv6-адреса из диапазона 2001::100–2001::199, а также наличие маршрута по умолчанию через link-local адрес маршрутизатора.

```
alpine:~# ping 2001::1 -c 2
PING 2001::1 (2001::1): 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: seq=0 ttl=64 time=2.046 ms
64 bytes from 2001::1: seq=1 ttl=64 time=1.565 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1.565/1.805/2.046 ms
alpine:~# cat /etc/resolv.conf
search elsaiedadel.net
nameserver 2001:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
alpine:~#
```

Рис. 2.22: IPv6-адресация и маршрутизация PC3

17. На узле **PC3** проверены настройки DNS путём анализа содержимого файла `/etc/resolv.conf`. В конфигурации указан DNS-сервер `2001::1` и домен поиска `elsaiedadel.net`, полученные от DHCPv6-сервера в режиме `stateful`.

```
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01# run show dhcpv6 server leases
IPv6 address      State      Last communication      Lease expiration      Remaining
Type              Pool              IAID_DUID
-----
2001::199         active      2026/01/22 08:09:38      2026/01/22 20:09:38      11:59:03
non-temporary     elsaiedadel-stateful  40:e3:dd:0d:00:03:00:01:0c:cb:aa:1c:00:00
[edit]
elsaiedadel@elsaiedadel-gw-01#
```

Рис. 2.23: DNS-настройки на PC3

18. Для подтверждения сетевой связности с маршрутизатором на узле **PC3** выполнена проверка доступности IPv6-адреса `2001::1`. Ответы ICMPv6 получены без потерь, что свидетельствует о корректной настройке адресации и маршрутизации.
19. На маршрутизаторе повторно выполнен просмотр таблицы аренд DHCPv6. Подтверждено сохранение активной аренды IPv6-адреса за клиентским устройством PC3, а также корректное обновление времени аренды.
20. Выполнен анализ захваченного трафика DHCPv6 для `stateful`-сценария. В трассе зафиксированы последовательные сообщения **Solicit**, **Advertise**, **Request** и **Reply**, а также присутствие в ответах сервера информации об адресе (IA_NA), DNS-сервере и домене поиска. Это подтверждает корректную работу DHCPv6 в режиме отслеживания состояния и назначение IPv6-адреса клиенту по DHCPv6.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	fe80::ecb:aaff:fe1c...	ff02::1:2	DHCPv6	116	Solicit XID: 0x056a15 [ROOT-ONLY D
2	0.008228	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::ecb:aaff:fe1c...	DHCPv6	183	Advertise XID: 0x056a15 IAA: 2001::
3	0.009618	fe80::ecb:aaff:fe1c...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	231	Destination Unreachable (Port unre
4	0.118175	fe80::ecb:aaff:fe1c...	ff02::1:2	DHCPv6	134	Request XID: 0x056a15 [ROOT-ONLY D
5	0.118812	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::ecb:aaff:fe1c...	DHCPv6	183	Reply XID: 0x056a15 IAA: 2001::199
6	0.119063	fe80::ecb:aaff:fe1c...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	231	Destination Unreachable (Port unre
7	5.049334	fe80::ecb:aaff:fe1c...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::eef
8	5.051728	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::ecb:aaff:fe1c...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::eef:50
9	5.363133	fe80::eef:50ff:fe74...	fe80::ecb:aaff:fe1c...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ecb
10	5.364487	fe80::ecb:aaff:fe1c...	fe80::eef:50ff:fe74...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::ecb:aa
11	28.991193	fe80::ecb:aaff:fe1c...	2001::1	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x06d2, seq

▶ Frame 5: Packet, 183 bytes on wire (1464 bits), 183 bytes captured (1464 bits) on interface -, id 0
 ▶ Ethernet II, Src: 0c:ef:50:74:00:02 (0c:ef:50:74:00:02), Dst: 0c:cb:aa:1c:00:00 (0c:cb:aa:1c:00:00)
 ▶ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::eef:50ff:fe74:2, Dst: fe80::ecb:aaff:fe1c:0
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 547, Dst Port: 546
 ▼ DHCPv6

Message type: Reply (7)
 Transaction ID: 0x056a15
 ▶ Identity Association for Non-temporary Address
 ▶ Client Identifier
 ▼ Server Identifier

Option: Server Identifier (2)
 Length: 14
 DUID: 00010001310494800cef50740001
 DUID Type: link-layer address plus time (1)
 Hardware type: Ethernet (1)
 DUID Time: Jan 22, 2026 10:55:44.000000000 RTZ 2 (зима)
 Link-layer address: 0c:ef:50:74:00:01
 Link-layer address (Ethernet): 0c:ef:50:74:00:01 (0c:ef:50:74:00:01)

▶ DNS recursive name server
 ▼ Domain Search List

Option: Domain Search List (24)
 Length: 17
 ▼ Domain name suffix search list

List entry: elsaiedadel.net.

Рис. 2.24: Анализ пакетов DHCPv6 Stateful в захваченном трафике

3 Заключение

В ходе лабораторной работы была выполнена настройка DHCP для сетей IPv4 и IPv6 на маршрутизаторе VyOS. Реализованы и исследованы режимы DHCPv6 без отслеживания состояния (Stateless) и с отслеживанием состояния (Stateful). Клиентские узлы корректно получили сетевые параметры, что подтверждено проверкой адресации, маршрутизации, DNS и анализом сетевого трафика. Работа протоколов DHCP и DHCPv6 соответствует теоретической модели и требованиям задания.