

Отчёт по лабораторной работе 7

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка DHCP

Сейдалиев Тагьетдин Ровшенович

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение	6
2.1	Настройка DHCP-сервера на маршрутизаторе VyOS и получение адреса клиентом VPCS	6
2.1.1	Анализ DHCP-трафика	10
2.2	Настройка IPv6 и DHCPv6 (Stateless) в расширенной топологии . .	11
2.2.1	Анализ DHCPv6-трафика	17
2.3	Настройка DHCPv6 Stateful на интерфейсе eth2 и получение IPv6-адреса узлом PC3	17
2.3.1	Анализ DHCPv6-трафика	22
3	Заключение	23

Список иллюстраций

2.1	Топология лабораторного стенда	6
2.2	Настройка имени хоста, домена и пользователя	7
2.3	Удаление пользователя vuos и подготовка интерфейса	7
2.4	Результат DHCP на PC1	8
2.5	Информация об адресе и проверка доступности маршрутизатора .	9
2.6	Статистика DHCP и список аренды	9
2.7	Журнал DHCP на маршрутизаторе	10
2.8	Анализ пакета DHCP в Wireshark	11
2.9	Топология лабораторного стенда	12
2.10	Назначение IPv6-адресов на интерфейсы	12
2.11	Конфигурация RA и DHCPv6 Stateless	13
2.12	Просмотр конфигурации маршрутизатора	14
2.13	Настройки IPv6 на PC2 и проверка связности	15
2.14	Запрос DHCPv6 и обновлённый DNS	16
2.15	Просмотр аренд DHCPv6	16
2.16	Анализ пакета DHCPv6 в Wireshark	17
2.17	Настройка DHCPv6 Stateful и RA	18
2.18	Параметры IPv6 на PC3 до получения адреса	19
2.19	Запрос DHCPv6 и получение адреса	20
2.20	Проверка IPv6 после получения DHCPv6 Stateful адреса	21
2.21	Просмотр аренд DHCPv6 Stateful	21
2.22	Анализ пакета DHCPv6 Stateful в Wireshark	22

Список таблиц

1 Цель работы

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

2 Выполнение

2.1 Настройка DHCP-сервера на маршрутизаторе VyOS и получение адреса клиентом VPCS

В рабочем пространстве GNS3 был развёрнут новый проект и размещены устройства согласно заданной топологии. Каждому элементу были присвоены имена: PC1-trseidaliev, trseidaliev-sw-01, trseidaliev-gw-01. Итоговая схема представлена ниже:

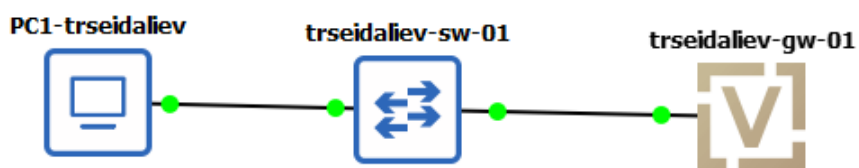
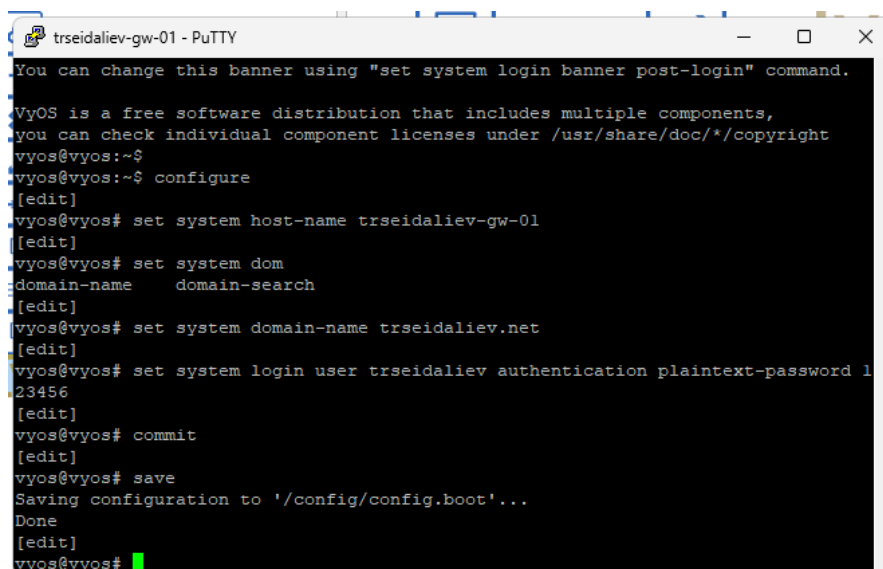


Рис. 2.1: Топология лабораторного стенда

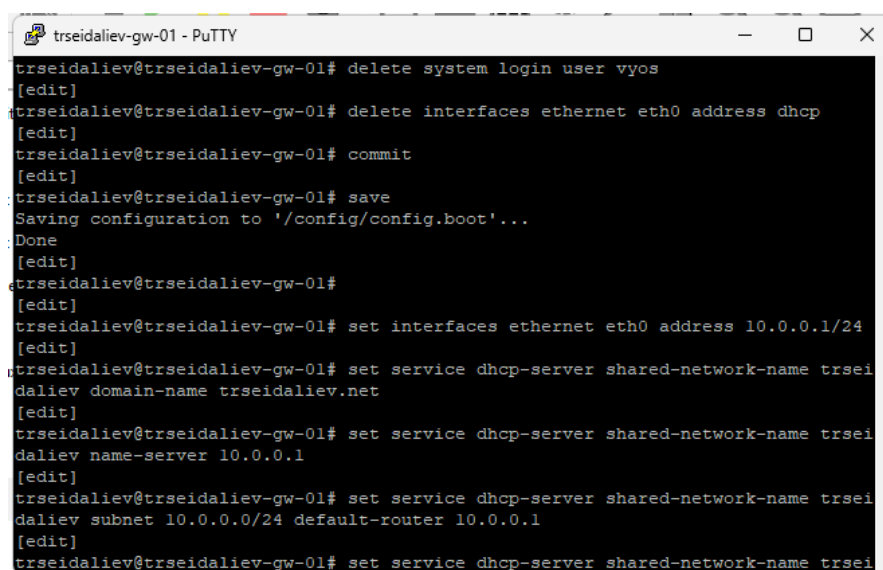
После запуска маршрутизатора VyOS выполнен вход под учётной записью по умолчанию. Далее произведена установка системы, настройка имени хоста, доменного имени и создание нового пользователя.



```
trseidaliev-gw-01 - PuTTY
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:~$
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name trseidaliev-gw-01
[edit]
vyos@vyos# set system dom
domain-name      domain-search
[edit]
vyos@vyos# set system domain-name trseidaliev.net
[edit]
vyos@vyos# set system login user trseidaliev authentication plaintext-password 1
23456
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos#
```

Рис. 2.2: Настройка имени хоста, домена и пользователя

Была удалена учётная запись vyos, отключён DHCP-клиент на интерфейсе eth0 и выполнена подготовка интерфейса для статической адресации.



```
trseidaliev-gw-01 - PuTTY
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# delete system login user vyos
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# commit
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01#
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.1/24
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name trsei
daliev domain-name trseidaliev.net
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name trsei
daliev name-server 10.0.0.1
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name trsei
daliev subnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcp-server shared-network-name trsei
```

Рис. 2.3: Удаление пользователя vyos и подготовка интерфейса

На интерфейсе eth0 установлен адрес 10.0.0.1/24. Затем на маршрутизаторе настроен DHCP-сервер: создана сеть trseidaliev, указана подсеть 10.0.0.0/24, настроен DNS-сервер и диапазон выдаваемых адресов 10.0.0.2–10.0.0.253.

На клиенте PC1-trseidaliev был выполнен запрос DHCP с опцией -d. Клиент успешно получил параметры конфигурации:

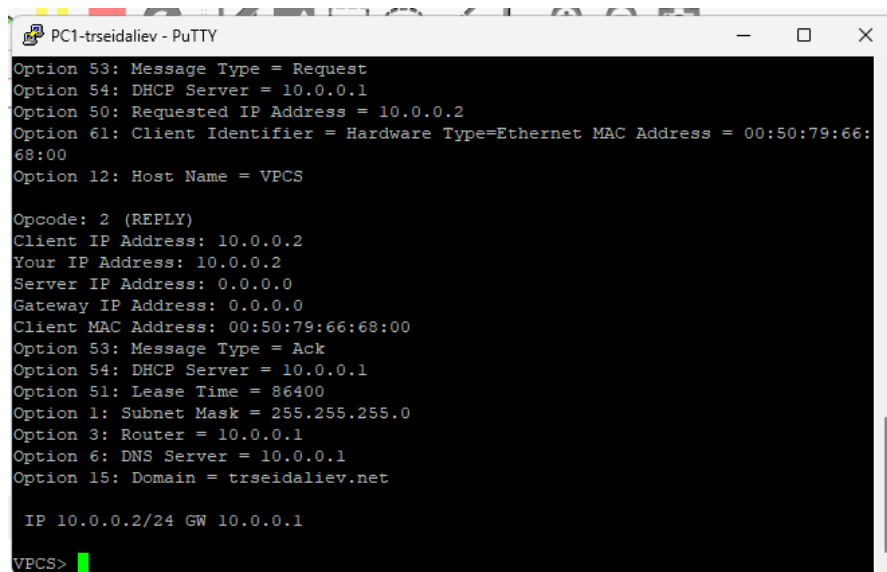
IP-адрес — 10.0.0.2/24

Шлюз — 10.0.0.1

DNS — 10.0.0.1

Домен — trseidaliev.net

DHCP-сервер — 10.0.0.1



```
PC1-trseidaliev - 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 = trseidaliev.net

IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1

VPCS>
```

Рис. 2.4: Результат DHCP на PC1

Параметры подключения подтверждаются выводом команды show ip. Проверка связности с маршрутизатором выполнена с помощью ping.

```
PC1-trseidaliev - 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  : 86381, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME : trseidaliev.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

64 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.187 ms
64 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.244 ms

VPCS>
```

Рис. 2.5: Информация об адресе и проверка доступности маршрутизатора

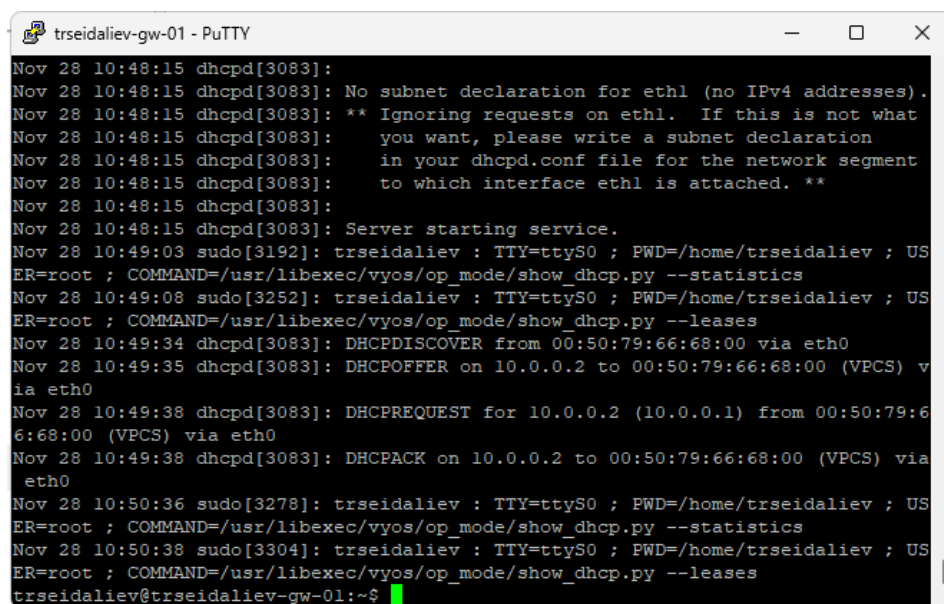
На маршрутизаторе была просмотрена статистика DHCP-сервера и список активных аренд. Зафиксирована одна активная аренда — адрес 10.0.0.2, выданный клиенту VPCS.

```
trseidaliev@trseidaliev-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size    Leases  Available  Usage
-----
trseidaliev 252      1       251       0%

trseidaliev@trseidaliev-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  2025/11/28 10:49:38 2025/11/29 10:49:38
:38 23:58:59   trseidaliev VPCS
```

Рис. 2.6: Статистика DHCP и список аренды

Журнал DHCP отображает последовательность сообщений DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST и DHCPACK.



```
trseidaliev-gw-01 - PuTTY
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]:
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: No subnet declaration for eth1 (no IPv4 addresses).
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: ** Ignoring requests on eth1.  If this is not what
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: you want, please write a subnet declaration
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: in your dhcpd.conf file for the network segment
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: to which interface eth1 is attached. **
Nov 28 10:48:15 dhcpd[3083]: Server starting service.
Nov 28 10:49:03 sudo[3192]: trseidaliev : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/trseidaliev ; US
ER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 28 10:49:08 sudo[3252]: trseidaliev : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/trseidaliev ; US
ER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
Nov 28 10:49:34 dhcpd[3083]: DHCPDISCOVER from 00:50:79:66:68:00 via eth0
Nov 28 10:49:35 dhcpd[3083]: DHCPOFFER on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) v
ia eth0
Nov 28 10:49:38 dhcpd[3083]: DHCPREQUEST for 10.0.0.2 (10.0.0.1) from 00:50:79:6
6:68:00 (VPCS) via eth0
Nov 28 10:49:38 dhcpd[3083]: DHCPACK on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via
eth0
Nov 28 10:50:36 sudo[3278]: trseidaliev : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/trseidaliev ; US
ER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 28 10:50:38 sudo[3304]: trseidaliev : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/trseidaliev ; US
ER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
trseidaliev@trseidaliev-gw-01:~$
```

Рис. 2.7: Журнал DHCP на маршрутизаторе

2.1.1 Анализ DHCP-трафика

На анализаторе трафика захвачена полная последовательность DHCP-обмена. Пакет DHCP Request содержит MAC-адрес клиента, идентификатор транзакции, запрашиваемый IP-адрес (10.0.0.2), идентификатор сервера (10.0.0.1) и перечень параметров (маска, шлюз, DNS, доменное имя).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	486	486 DHCP Discover - Transaction ID 0x6elca42
2	0.000927	Rc:rcvcaicf:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
3	1.000419	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	486	DHCP Discover - Transaction ID 0x6elca42
4	1.010083	10.0.0.1	10.0.0.2	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x6elca42
5	1.000904	Rc:rcvcaicf:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
6	2.021927	Rc:rcvcaicf:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
7	7.801779	10.0.0.1	255.255.255.255	DHCP	486	DHCP Request - Transaction ID 0x6elca42
8	7.801975	10.0.0.1	10.0.0.1	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0x6elca42
9	5.001355	Private:66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
10	6.002375	Private:66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
11	7.003779	Private:66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
* Frame 7: 486 bytes on wire (3248 bits), 486 bytes captured (3248 bits) on interface..., 10.0						
Ethernet II, Src: Private:66:68:00 (00:50:79:66:68:00), Dst: Rc:rcvcaicf:00:00 (0c:cc:ca:ic:f0:00)						
Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255						
User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67						
Dynamic Host Configuration Protocol (Request)						
Message type: Root Request (1)						
Hardware type: Ethernet (0x01)						
Hardware address length: 6						
Hops: 0						
Transaction ID: 0x6elca42						
Seconds elapsed: 0						
Bootp flag: 0x0000 (Unicast)						
Client IP address: 10.0.0.2						
Your (client) IP address: 0.0.0.0						
Next server IP address: 0.0.0.0						
Relay agent IP address: 0.0.0.0						
Client MAC address: Private:66:68:00 (00:50:79:66:68:00)						
Client hardware address padding: 00000000000000000000000000000000						
Server host name not given						
Root file name not given						
Magic cookie: DHCP						
* Option: (53) DHCP Message Type (Request)						
Length: 1						
DHCP: Request (3)						
* Option: (54) DHCP Server Identifier (10.0.0.1)						
Length: 4						
DHCP Server Identifier: 10.0.0.1						
* Option: (50) Requested IP Address (10.0.0.2)						
* Option: (61) Client Identifier						
Length: 7						
Hardware type: Ethernet (0x01)						

Рис. 2.8: Анализ пакета DHCP в Wireshark

2.2 Настройка IPv6 и DHCPv6 (Stateless) в расширенной топологии

В рабочем пространстве был дополнен ранее созданный проект. Добавлены два новых коммутатора и хост PC3 с образом Kali Linux CLI. Им присвоены имена: trseidaliev-sw-02, trseidaliev-sw-03, PC3-trseidaliev. Схема приведена ниже:

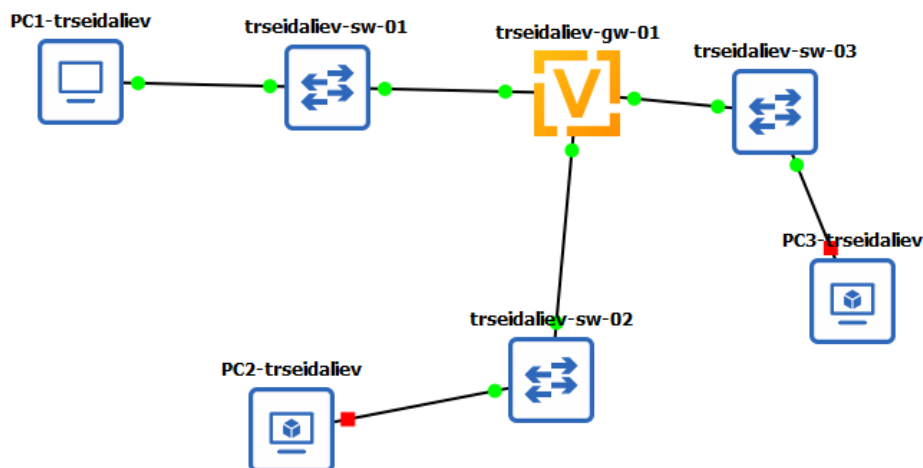


Рис. 2.9: Топология лабораторного стенда

На маршрутизаторе trseidaliev-gw-01 выполнена настройка IPv6-адресов на интерфейсах eth1 и eth2. Интерфейсы получили адреса 2000::1/64 и 2001::1/64. Команда show interfaces подтверждает корректное назначение адресов.

```

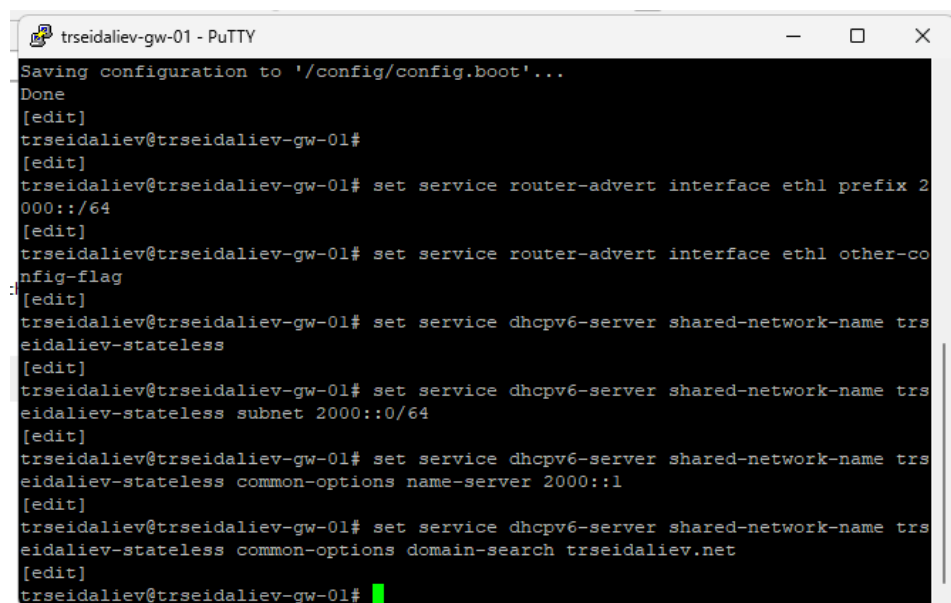
trseidaliev@trseidaliev-gw-01:~$ configure
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000::1/64
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001::1/64
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# show interfaces
  ethernet eth0 {
    address 10.0.0.1/24
    hw-id 0c:ee:ca:cf:00:00
  }
  ethernet eth1 {
+   address 2000::1/64
    hw-id 0c:ee:ca:cf:00:01
  }
  ethernet eth2 {
+   address 2001::1/64
    hw-id 0c:ee:ca:cf:00:02
  }
  loopback lo {
  }
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01#
  
```

Рис. 2.10: Назначение IPv6-адресов на интерфейсы

После настройки адресации была включена служба Router Advertisement для интерфейса eth1. Задан префикс 2000::/64 и активирован флаг other-config-

flag, указывающий, что дополнительные параметры должны быть получены по DHCPv6.

Затем был настроен DHCPv6-сервер без отслеживания состояния. Создана разделяемая сеть trseidaliev-stateless, добавлены общие параметры: DNS-сервер 2000::1 и доменное имя trseidaliev.net.



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

Рис. 2.11: Конфигурация RA и DHCPv6 Stateless

Команда show configuration отображает созданный DHCPv6-сервер и конфигурацию RA.

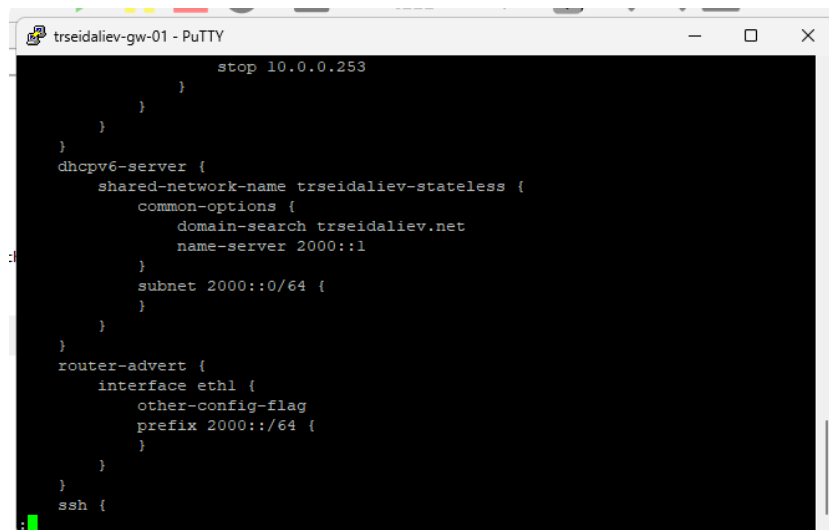


Рис. 2.12: Просмотр конфигурации маршрутизатора

На клиенте PC2-trseidaliev (Kali Linux CLI) проверены сетевые параметры. Интерфейс eth0 получил адрес из префикса 2000::/64 по SLAAC. Маршруты IPv6 сформированы автоматически. Пинг маршрутизатора 2000::1 прошёл успешно.

```
(kali@kali)-[~]
$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2000::ffe3:631:d25d:28c0 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
    inet6 fe80::a3d5:64fd:43a:4cee prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 0c:9c:dd:5f:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 5 bytes 576 (576.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 21 bytes 3168 (3.0 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
::1/128 :: U 256 2 0 lo
2000::/64 :: U 100 1 0 eth0
fe80::/64 :: U 100 1 0 eth0
::/0 fe80::eee:caff:fecf:1 UG 100 1 0 eth0
::1/128 :: Un 0 4 0 lo
2000::ffe3:631:d25d:28c0/128 :: Un 0 2 0 eth0
fe80::a3d5:64fd:43a:4cee/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=4.49 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.45 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.448/3.469/4.491/1.021 ms

(kali@kali)-[~]
$ cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search trseidaliev.net
nameserver 2000::1
```

Рис. 2.13: Настройки IPv6 на PC2 и проверка связности

Содержимое resolv.conf показывает, что DNS пока не назначен, так как DHCPv6 Stateless ещё не выполнен.

Далее выполнена команда dhclient -6 -S -v eth0 для запроса параметров DHCPv6. Клиент получил DNS-сервер 2000::1 и доменное имя trseidaliev.net. После этого повторная проверка связности с маршрутизатором также прошла успешно.

```
(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\234\335_\000\000".
PRC: Requesting information (INIT).
XMT: Forming Info-Request, 0 ms elapsed.
XMT: Info-Request on eth0, interval 1010ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::eee:caff:fecf:1.
PRC: Done.

(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=1.53 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.82 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.531/2.174/2.818/0.643 ms

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

(kali㉿kali)-[~]
└─$
```

Рис. 2.14: Запрос DHCPv6 и обновлённый DNS

На маршрутизаторе просмотрены активные записи DHCPv6. В данном режиме (stateless) сервер не назначает адреса, поэтому список выданных адресов пуст, что является нормальным результатом.

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

Рис. 2.15: Просмотр аренд DHCPv6

2.2.1 Анализ DHCPv6-трафика

При анализе трафика в захвате видны сообщения Information-Request и Reply. Клиент отправляет запрос без запроса адреса, только параметры конфигурации. В ответе сервер передаёт поле DNS Recursive Name Server (2000::1) и Domain Search List (trseidaliev.net).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
37	89.400741	fe80::eee:caff:fecf::	fe80::a3d5:64fd:43a::	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::eee:caff:fecf::1 (rtr, sol)
38	94.518922	fe80::eee:caff:fecf::	fe80::a3d5:64fd:43a::	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::a3d5:64fd:43a:4cee from 0c:ee:ca:cf:00:01
39	94.520758	fe80::a3d5:64fd:43a::	fe80::eee:caff:fecf::	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::a3d5:64fd:43a:4cee (sol)
40	120.055019	fe80::a3d5:64fd:43a::	ff02::1:2	DHCPv6	98	Information-request XID: 0x6ec460 CID: 000300010c9cdd5f0000
41	120.055908	fe80::eee:caff:fecf::	fe80::a3d5:64fd:43a::	DHCPv6	139	Reply XID: 0x6ec460 CID: 000300010c9cdd5f0000
42	125.423299	fe80::eee:caff:fecf::	fe80::a3d5:64fd:43a::	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::a3d5:64fd:43a:4cee from 0c:ee:ca:cf:00:01
43	125.425528	fe80::a3d5:64fd:43a::	fe80::eee:caff:fecf::	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::a3d5:64fd:43a:4cee (sol)
44	126.551152	2000::ffe3:631:d25d::	2000::1	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1fd7, seq=1, hop limit=64 (reply in 45)
45	126.551800	2000::1	2000::ffe3:631:d25d::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1fd7, seq=1, hop limit=64 (request in 44)
46	127.322252	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	324	DHCP Discover - Transaction ID 0xa6b50f25
47	127.557229	2000::ffe3:631:d25d::	2000::1	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1fd7, seq=2, hop limit=64 (reply in 48)
48	127.558543	2000::1	2000::ffe3:631:d25d::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1fd7, seq=2, hop limit=64 (request in 47)
49	131.590810	fe80::eee:caff:fecf::	2000::ffe3:631:d25d::	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2000::ffe3:631:d25d:28c0 from 0c:ee:ca:cf:00:01
50	131.593513	2000::ffe3:631:d25d::	fe80::eee:caff:fecf::	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement 2000::ffe3:631:d25d:28c0 (sol)

Frame 41: 139 bytes on wire (1112 bits), 139 bytes captured (1112 bits) on interface -, id 0

Ethernet II, Src: 0c:ee:ca:cf:00:01 (0c:ee:ca:cf:00:01), Dst: 0c:9c:dd:5f:00:00 (0c:9c:dd:5f:00:00)

Internet Protocol Version 6, Src: fe80::eee:caff:fecf::1, Dst: fe80::a3d5:64fd:43a:4cee

User Datagram Protocol, Src Port: 547, Dst Port: 546

DHCPv6

- Message type: Reply (7)
- Transaction ID: 0x6ec460
 - Client Identifier
 - Option: Client Identifier (1)
 - Length: 10
 - DUID: 000300010c9cdd5f0000
 - DUID Type: link-layer address (3)
 - Hardware type: Ethernet (1)
 - Link-layer address: 0c:9c:dd:5f:00:00
 - Link-layer address (Ethernet): 0c:9c:dd:5f:00:00 (0c:9c:dd:5f:00:00)
 - Server Identifier
 - Option: Server Identifier (2)
 - Length: 14
 - DUID: 0001000130bc3cd90ceecacf0001
 - DUID Type: link-layer address plus time (1)
 - Hardware type: Ethernet (1)
 - DUID Time: Nov 28, 2025 13:58:33.000000000 RTZ 2 (зима)
 - Link-layer address: 0c:ee:ca:cf:00:01
 - Link-layer address (Ethernet): 0c:ee:ca:cf:00:01 (0c:ee:ca:cf: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: 17
 - Domain name suffix search list
 - List entry: trseidaliev.net.

Рис. 2.16: Анализ пакета DHCPv6 в Wireshark

2.3 Настройка DHCPv6 Stateful на интерфейсе eth2 и получение IPv6-адреса узлом PC3

На маршрутизаторе trseidaliev-gw-01 была выполнена настройка DHCPv6 с отслеживанием состояния. На интерфейсе eth2 активирован флаг managed-flag, указывающий, что конфигурация адресации должна выполняться через DHCPv6 Stateful. Далее создана разделяемая сеть trseidaliev-stateful и настроена подсеть 2001::/64 с диапазоном выдаваемых адресов от 2001::100 до 2001::199. Указаны

параметры DNS и доменного имени.

```
Re[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01#
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service router-advert interface eth2 managed-
flag
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name trs
eidaliev-stateful
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name trs
eidaliev-stateful subnet 2001::0/64
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name trs
eidaliev-stateful subnet 2001::0/64 name-server 2001::1
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name trs
```

Рис. 2.17: Настройка DHCPv6 Stateful и RA

После сохранения конфигурации на маршрутизаторе был выполнен просмотр активных аренд DHCPv6. На данном этапе сервер не имеет выданных адресов, что соответствует отсутствию запросов со стороны клиентов.

На узле PC3-trseidaliev (Kali Linux CLI) были проверены текущие параметры IPv6. Интерфейс eth0 получил только SLAAC-адрес, а маршрут по умолчанию и DNS отсутствуют, что подтверждается выводами `ifconfig`, `route` и `resolv.conf`.

```

(kali@kali)-[~]
$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0<global>
    inet6 fe80::a572:e73f:51ff:904a prefixlen 64 scopeid 0<link>
    ether 0c:17:39:a2:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 5 bytes 632 (632.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 25 bytes 3824 (3.7 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::199/128	::	U	100	1	0	eth0
fe80::/64	::	U	100	1	0	eth0
::/0	fe80::eee:caff:febf:2	UG	100	1	0	eth0
::1/128	::	Un	0	4	0	lo
2001::199/128	::	Un	0	2	0	eth0
fe80::a572:e73f:51ff:904a/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 trseidaliev.net
nameserver 2001::1

(kali@kali)-[~]
$

```

Рис. 2.18: Параметры IPv6 на PC3 до получения адреса

Далее выполнена команда `dhclient -6 -v eth0`. Клиент успешно получил параметры DHCPv6: назначенный адрес из диапазона (2001::198 или 2001::199), DNS-сервер 2001::1, время аренды и дополнительные служебные значения IAID и T1/T2. Клиент корректно обработал DHCPv6 Advertise и Reply.

```
(kali@kali)-[~]
$ 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/

Listening on Socket/eth0
Sending on Socket/eth0
Created duid "\000\001\000\0010\2740\004\014\0279\242\000\000".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 39:a2:00:00
XMT: | X-- Request renew in +3600
XMT: | X-- Request rebind in +5400
XMT: Solicit on eth0, interval 1030ms.
RCV: Advertise message on eth0 from fe80::eee:caff:fecf:2.
RCV: X-- IA_NA 39:a2:00:00
RCV: | X-- starts 1764328325
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
RCV: | X-- [Options]
RCV: | | X-- IAADDR 2001::198
RCV: | | X-- Preferred lifetime 27000.
RCV: | | X-- Max lifetime 43200.
RCV: X-- Server ID: 00:01:00:01:30:bc:3c:d9:0c:ee:ca:cf:00:01
RCV: Advertisement recorded.
PRC: Selecting best advertised lease.
PRC: Considering best lease.
PRC: X-- Initial candidate 00:01:00:01:30:bc:3c:d9:0c:ee:ca:cf:00:01 (s: 10105, p: 0).
XMT: Forming Request, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 39:a2:00:00
XMT: | X-- Requested renew +3600
XMT: | X-- Requested rebind +5400
XMT: | X-- IAADDR 2001::198
XMT: | | X-- Preferred lifetime +7200
XMT: | | X-- Max lifetime +7500
XMT: V IA_NA appended.
```

Рис. 2.19: Запрос DHCPv6 и получение адреса

После получения адреса через DHCPv6 параметры сети на PC3 обновились. Интерфейс eth0 теперь содержит адрес из диапазона DHCPv6, маршруты IPv6 включают маршрут по умолчанию fe80::/10, а DNS-сервер и доменное имя trseidaliev.net прописаны в resolv.conf. Пинг маршрутизатора 2001::1 проходит успешно.

```

└─$ ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0<global>
    inet6 fe80::a572:e73f:51ff:904a prefixlen 64 scopeid 0<link>
    inet6 2001::198 prefixlen 128 scopeid 0<global>
    ether 0c:17:39:a2:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 9 bytes 1170 (1.1 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 33 bytes 4940 (4.8 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    256 1   0 eth0
2001::199/128              ::                          U    100 2   0 eth0
fe80::/64                  ::                          U    100 1   0 eth0
::/0                        fe80::eee:caff:fecf:2      UG   100 1   0 eth0
::1/128                    ::                          Un    0  4   0 lo
2001::198/128              ::                          Un    0  2   0 eth0
2001::199/128              ::                          Un    0  3   0 eth0
fe80::a572:e73f:51ff:904a/128 ::                          Un    0  3   0 eth0
ff00::/8                   ::                          U    256 3   0 eth0
::/0                        ::                          !n   -1  1   0 lo

(kali㉿kali)-[~]
└─$ ping 2001::1 -c 2
PING 2001::1(2001::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.56 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=3.65 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.556/3.101/3.646/0.545 ms

(kali㉿kali)-[~]
└─$ cat /etc/resolv.conf
search trseidaliev.net.
nameserver 2001::1

```

Рис. 2.20: Проверка IPv6 после получения DHCPv6 Stateful адреса

На маршрутизаторе просмотрены активные аренды DHCPv6. Сервер показывает две активные записи: одна из диапазона 2001::198 и одна из 2001::199, каждая со своим DUID клиента и параметрами срока аренды.

```

trseidaliev@trseidaliev-gw-01# run show dhcpv6 server leases
IPv6 address  State  Last communication  Lease expiration  Remaining
Type          Pool               IAID_DUID
-----
2001::198     active  2025/11/28 11:12:06  2025/11/28 13:17:06  2:03:49
non-temporary trseidaliev-stateful 00:00:a2:39:00:01:00:01:30:bc:40:04:0c:17:39:a2:00:00
2001::199     active  2025/11/28 11:09:58  2025/11/28 23:09:58  11:56:41
non-temporary trseidaliev-stateful 35:67:50:2b:00:04:60:7a:53:d0:9a:66:2b:b0:14:8c:4d:83:41:5a:14:7d
[edit]
trseidaliev@trseidaliev-gw-01#

```

Рис. 2.21: Просмотр аренд DHCPv6 Stateful

3 Заключение

В ходе выполнения работы:

- была построена расширенная топология сети с использованием нескольких коммутаторов, маршрутизатора VyOS и узлов на базе VPCS и Kali Linux;
- выполнена настройка IPv6-адресации на маршрутизаторе, включая распределение префиксов по интерфейсам eth1 и eth2;
- реализована конфигурация DHCPv6 в двух режимах: Stateless и Stateful, с настройкой Router Advertisements и параметров common-options;
- проверено автоматическое получение IPv6-параметров клиентами: SLAAC, DNS по DHCPv6 Stateless, а также выделение адресов из заданного диапазона по DHCPv6 Stateful;
- подтверждена корректная работа сетевой конфигурации с помощью команд ifconfig, route и ping на узлах PC2 и PC3;
- изучены и проанализированы DHCPv6-пакеты в Wireshark, включая сообщения Solicit, Advertise, Request, Reply, а также параметры IA_NA, DUID и T1/T2;
- проверена корректность выдачи арендуемых адресов и состояния сервера DHCPv6 через команды show dhcpv6 server leases на маршрутизаторе.

Работа позволила отработать навыки настройки IPv6, механизмов SLAAC, DHCPv6 Stateless и Stateful, а также анализ сетевого трафика и взаимодействие узлов в сложной виртуальной топологии.