

Отчёт по лабораторной работе 7

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка DHCP

Хамди Мохаммад

Содержание

1 Цель работы	5
2 Ход выполнения	6
2.1 Построение топологии сети в GNS3	6
2.2 Настройка маршрутизатора VyOS	7
2.3 Настройка IPv4-адресации на маршрутизаторе	8
2.4 Настройка DHCP-сервера на маршрутизаторе	8
2.5 Получение IP-адреса клиентом PC1	8
2.6 Проверка конфигурации ПК	9
2.7 Проверка DHCP-сервера на маршрутизаторе	10
2.8 Анализ трафика DHCP в Wireshark	12
2.9 Построение расширенной топологии сети	13
2.10 Настройка IPv6 на маршрутизаторе	14
2.11 Настройка Router Advertisement и DHCPv6 Stateless	14
2.12 Проверка конфигурации на узле PC2	15
2.13 Получение параметров DHCPv6	17
2.14 Проверка DHCPv6-сервера на маршрутизаторе	18
2.15 Анализ DHCPv6-трафика	18
2.16 Настройка DHCPv6 с отслеживанием состояния (Stateful)	19
2.16.1 Конфигурация маршрутизатора	19
2.17 Проверка параметров на клиенте PC3	20
2.18 Получение IPv6-адреса через DHCPv6 Stateful	21
2.19 Проверка настроек после получения DHCPv6	22
2.20 Проверка работы DHCPv6-сервера	23
2.21 Анализ DHCPv6-трафика в Wireshark	24
3 Заключение	26

Список иллюстраций

2.1 Топология сети	6
2.2 Настройка системных параметров VyOS	7
2.3 Настройка DHCP-сервера	8
2.4 Получение IP от DHCP	9
2.5 Проверка адресации на PC1	10
2.6 Статистика и leases DHCP	11
2.7 Журнал DHCP-событий	11
2.8 DHCP-пакеты в Wireshark	12
2.9 Топология сети	13
2.10 Настройка IPv6 интерфейсов	14
2.11 Настройка DHCPv6 без отслеживания состояния	15
2.12 Параметры интерфейса PC2	16
2.13 Запрос DHCPv6	17
2.14 Проверка после получения DHCPv6 параметров	17
2.15 Просмотр leases DHCPv6	18
2.16 Анализ трафика DHCPv6 в Wireshark	19
2.17 Настройка DHCPv6 Stateful на маршрутизаторе	20
2.18 Начальные сетевые параметры PC3	21
2.19 Проверка адреса, маршрутов и DNS после DHCPv6	23
2.20 Выданные адреса DHCPv6 Stateful	24
2.21 Анализ DHCPv6-трафика	25

Список таблиц

1 Цель работы

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

2 Ход выполнения

2.1 Построение топологии сети в GNS3

- После запуска GNS3 VM и GNS3 был создан новый проект.

В рабочей области размещены устройства в соответствии с топологией задания: маршрутизатор VyOS, коммутатор hamdimohammad-sw-01 и хост PC1-hamdimohammad. Устройства соединены прямыми линками.

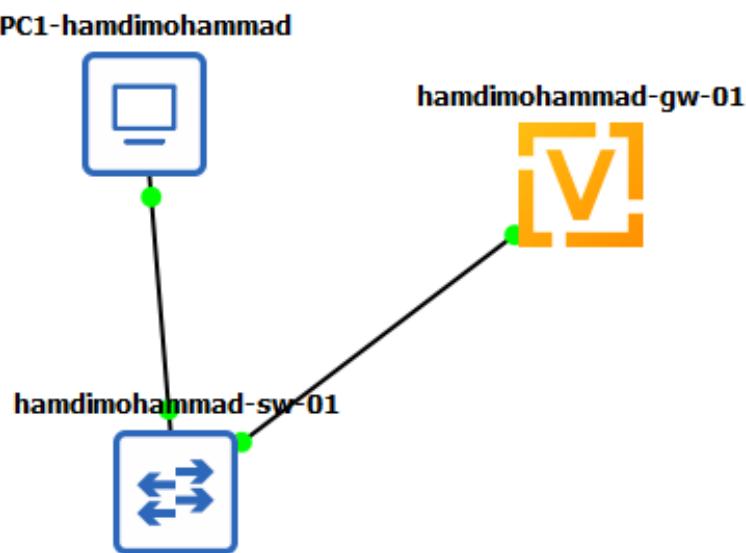


Рис. 2.1: Топология сети

- Устройствам присвоены имена:

- PC1-hamdimohammad
 - hamdimohammad-sw-01
 - hamdimohammad-gw-01
3. На соединении между коммутатором sw-01 и маршрутизатором gw-01 включён захват трафика.

2.2 Настройка маршрутизатора VyOS

4. На маршрутизаторе выполнена установка системы VyOS и перезагрузка.

Затем изменены имя устройства, доменное имя и создан пользователь hamdimohammad. После входа под новым пользователем удалён стандартный пользователь vyos.

```

hamdimohammad-gw-01 - PuTTY
vyos@vyos:~$ set system host-na
      Invalid command: set system [host-na]

vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name hamdimohammad-gw-01
[edit]
vyos@vyos# set system dom
domain-name      domain-search
[edit]
vyos@vyos# set system domain-name hamdimohammad.net
[edit]
vyos@vyos# set system login user hamdimohammad authentication plaintext-password
123456
[edit]
vyos@vyos# delete interfaces eth0 ad

      Configuration path: interfaces [eth0] is not valid

[edit]
vyos@vyos# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@vyos#

```

Рис. 2.2: Настройка системных параметров VyOS

2.3 Настройка IPv4-адресации на маршрутизаторе

- На интерфейсе eth0 маршрутизатора настроен адрес 10.0.0.1/24.

2.4 Настройка DHCP-сервера на маршрутизаторе

- Создана DHCP-конфигурация с доменным именем hamdimohammad.net, DNS-сервером 10.0.0.1, шлюзом 10.0.0.1 и диапазоном адресов 10.0.0.2–10.0.0.253.

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

Рис. 2.3: Настройка DHCP-сервера

2.5 Получение IP-адреса клиентом РС1

- На ПК выполнено получение адреса через DHCP с отображением декодированных пакетов. Клиент получил IP 10.0.0.2, шлюз 10.0.0.1, DNS 10.0.0.1 и доменное имя hamdimohammad.net.

```
PC1-hamdimohammad - 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 = hamdimohammad.net
|
  IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1
VPCS>
```

Рис. 2.4: Получение IP от DHCP

2.6 Проверка конфигурации ПК

8. На ПК проверены сетевые параметры и выполнена успешная проверка связности с маршрутизатором.

```
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  : 86344, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME : hamdimohammad.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=2.593 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=2.207 ms

VPCS>
```

Рис. 2.5: Проверка адресации на PC1

2.7 Проверка DHCP-сервера на маршрутизаторе

9. Просмотрена статистика DHCP-сервера и список выданных адресов. Сервер выдал один адрес — 10.0.0.2 клиенту VPCS.

```

exit
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ show dhcp
dhcp  dhcpcv6
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size   Leases   Available   Usage
-----
hamdimohammad    252       0        252  0%
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ show dhcp server leases
IP address   Hardware address   State   Lease start   Lease expiration   Re
a
maining   Pool   Hostname
-----
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool      Size   Leases   Available   Usage
-----
hamdimohammad    252       1        251  0%
hamdimohammad@hamdimohammad-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 08:22:14   2025/11/26 08:22
:14 23:58:20   hamdimohammad VPCS
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ 

```

Рис. 2.6: Статистика и leases DHCP

10. Просмотрен журнал работы DHCP-сервера, где отражены этапы Discover, Offer, Request и Ack.

```

Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: 
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: No subnet declaration for eth1 (no IPv4 addresses).
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: ** Ignoring requests on eth1. If this is not what
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: you want, please write a subnet declaration
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: in your dhcpcd.conf file for the network segment
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: to which interface eth1 is attached. **
Nov 25 08:21:08 dhcpcd[2169]: Server starting service.
Nov 25 08:21:40 sudo[2294]: hamdimohammad : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/hamdimohammad
; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 25 08:21:44 sudo[2338]: hamdimohammad : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/hamdimohammad
; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
Nov 25 08:22:10 dhcpcd[2169]: DHCPDISCOVER from 00:50:79:66:68:00 via eth0
Nov 25 08:22:11 dhcpcd[2169]: DHCPOFFER on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) v
ia eth0
Nov 25 08:22:14 dhcpcd[2169]: DHCPREQUEST for 10.0.0.2 (10.0.0.1) from 00:50:79:6
6:68:00 (VPCS) via eth0
Nov 25 08:22:14 dhcpcd[2169]: DHCPACK on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) via
eth0
Nov 25 08:23:51 sudo[2364]: hamdimohammad : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/hamdimohammad
; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Nov 25 08:23:53 sudo[2390]: hamdimohammad : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/hamdimohammad
; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01:~$ 

```

Рис. 2.7: Журнал DHCP-событий

2.8 Анализ трафика DHCP в Wireshark

11. В трафике между sw-01 и gw-01 зафиксирована последовательность DHCP-процесса:

- DHCP Discover
 - DHCP Offer
 - DHCP Request
 - DHCP Ack

После получения адреса клиент отправляет Gratuitous ARP, что подтверждается захваченными кадрами.

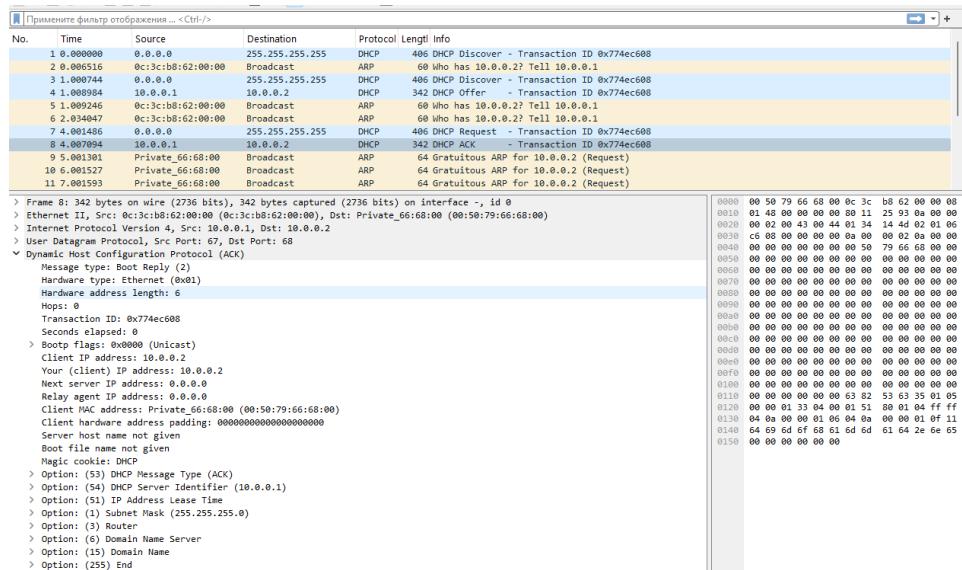


Рис. 2.8: DHCP-пакеты в Wireshark

2.9 Построение расширенной топологии сети

1. В предыдущий проект была добавлена новая часть сети. В рабочем пространстве размещены и соединены дополнительные устройства: PC2-hamdimohammad, PC3-hamdimohammad, коммутаторы hamdimohammad-sw-02 и hamdimohammad-sw-03.

Итоговая топология соответствует структуре, приведённой в задании.

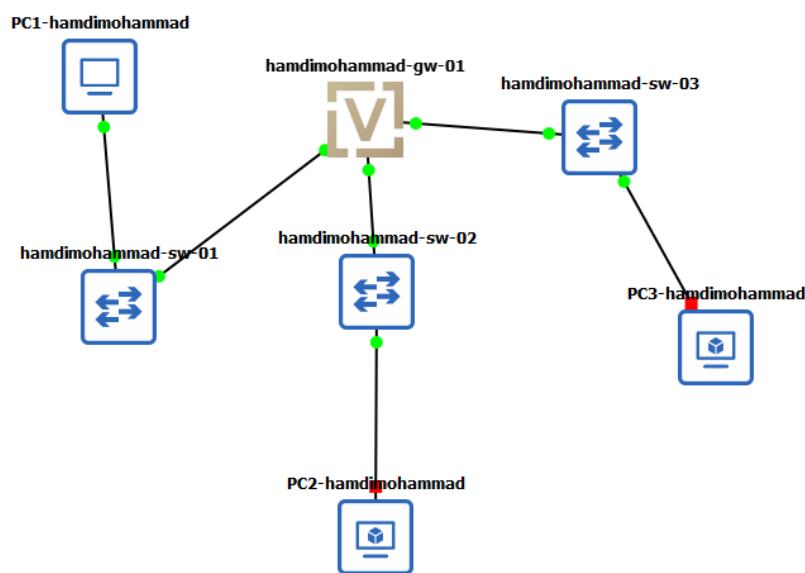


Рис. 2.9: Топология сети

2. Всем устройствам присвоены имена в соответствии с шаблоном:

- маршрутизатор: hamdimohammad-gw-01
- коммутаторы: hamdimohammad-sw-01, hamdimohammad-sw-02, hamdimohammad-sw-03
- хосты: PC1-hamdimohammad, PC2-hamdimohammad, PC3-hamdimohammad

3. На соединениях между маршрутизатором и коммутаторами sw-02 и sw-03

включён захват трафика для анализа выполнения DHCPv6 и RA.

2.10 Настройка IPv6 на маршрутизаторе

4. На интерфейсах маршрутизатора настроена IPv6-адресация:

- eth1 – адрес из сети 2000::/64
- eth2 – адрес из сети 2001::/64

Настроенные параметры отображены в выводе интерфейсов.

```
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000::1/64
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001::1/64
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# show interfaces
ethernet eth0 {
    address 10.0.0.1/24
    hw-id 0c:3c:b8:62:00:00
}
ethernet eth1 {
+    address 2000::1/64
    hw-id 0c:3c:b8:62:00:01
}
ethernet eth2 {
+    address 2001::1/64
    hw-id 0c:3c:b8:62:00:02
}
loopback lo {
}
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01#
```

Рис. 2.10: Настройка IPv6 интерфейсов

2.11 Настройка Router Advertisement и DHCPv6

Stateless

5. На маршрутизаторе выполнена настройка RA для интерфейса, подключённого к сети 2000::/64.

Включена передача префикса и установлен флаг other-config-flag, что говорит клиентам использовать DHCPv6 только для получения дополнительных параметров, но не адреса.

6. Создана разделяемая DHCPv6-сеть с именем hamdimohammad-stateless.

Заданы общие параметры: DNS-сервер 2000::1 и доменное имя hamdimohammad.net.

Настройка позволяет клиентам получать адрес через SLAAC, а вспомогательные параметры — через DHCPv6.

```
hamdimohammad-gw-01 - PuTTY
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01#
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service router-advert interface eth1 pref
ix 2000::/64
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service router-advert interface eth
eth0 eth1 eth2
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service router-advert interface eth1 othe
r-config-flag
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service srvi
Configuration path: [srvi] is not valid

[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateless
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateless subnet 2000::0/64
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcipv6-server shared-network-name
```

Рис. 2.11: Настройка DHCPv6 без отслеживания состояния

2.12 Проверка конфигурации на узле PC2

7. На PC2 (Kali Linux) проверены параметры интерфейса.

Интерфейс eth0 получил глобальный IPv6-адрес в сети 2000::/64 через SLAAC.

```

└──(root㉿kali)-[~/home/kali]
  └─# ifconfig eth0
    eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
        inet6 fe80::e7ea:94b8:b90b:ba7d  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
        inet6 2000::9db1:23b9:39a2:8500  prefixlen 64  scopeid 0x0<global>
          ether 0c:f4:18:03:00:00  txqueuelen 1000  (Ethernet)
            RX packets 4  bytes 431 (431.0 B)
            RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
            TX packets 23  bytes 3332 (3.2 KiB)
            TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

└──(root㉿kali)-[~/home/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::e3c:b8ff:fe62:1  UG  100 1   0 eth0
    ::1/128                ::               Un  0   4   0 lo
    2000::9db1:23b9:39a2:8500/128  ::               Un  0   2   0 eth0
    fe80::e7ea:94b8:b90b:ba7d/128  ::               Un  0   3   0 eth0
    ff00::/8                ::               U   256 3   0 eth0
    ::/0                    ::               !n  -1  1   0 lo

└──(root㉿kali)-[~/home/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=3.33 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.68 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.683/2.504/3.325/0.821 ms

└──(root㉿kali)-[~/home/kali]
  └─# cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search hamdimohammad.net
nameserver 2000::1

└──(root㉿kali)-[~/home/kali]

```

Рис. 2.12: Параметры интерфейса PC2

8. Выполнена проверка маршрутов IPv6.

В таблице маршрутизации присутствует маршрут по умолчанию, полученный по RA.

9. Хост успешно проверил доступность маршрутизатора по IPv6.

10. Проверены настройки DNS.

Файл resolv.conf содержит доменное имя и IPv6-адрес DNS-сервера, полученные через DHCPv6.

2.13 Получение параметров DHCPv6

11. На хосте выполнен запрос параметров DHCPv6.

Клиент запросил только конфигурацию (без адреса), поскольку используется Stateless DHCPv6.

```
(root💀 kali)-[~/home/kali]
└─# 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\364\030\003\000\000".
PRC: Requesting information (INIT).
XMT: Forming Info-Request, 0 ms elapsed.
XMT: Info-Request on eth0, interval 970ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::e3c:b8ff:fe62:1.
PRC: Done.

(root💀 kali)-[~/home/kali]
└─#
```

Рис. 2.13: Запрос DHCPv6

12. После получения данных DNS и доменного имени хост повторно проверил доступность маршрутизатора и содержимое resolv.conf.

```
(root💀 kali)-[~/home/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=1.25 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.17 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.172/1.210/1.249/0.038 ms

(root💀 kali)-[~/home/kali]
└─# cat /etc/resolv.conf
search hamdimohammad.net.
nameserver 2000::1

(root💀 kali)-[~/home/kali]
└─#
```

Рис. 2.14: Проверка после получения DHCPv6 параметров

2.14 Проверка DHCPv6-сервера на маршрутизаторе

13. На маршрутизаторе проверена таблица выданных параметров DHCPv6.

В stateless-режиме сервер не назначает клиентам адреса, поэтому таблица выдачи пуста – это является корректным поведением.

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

Рис. 2.15: Просмотр leases DHCPv6

2.15 Анализ DHCPv6-трафика

14. В захваченном трафике Wireshark видны следующие пакеты:

- Information-Request от клиента с просьбой выдать дополнительные параметры
- Ответ Reply с доменным именем, DNS-сервером и другими опциями
- Neighbor Solicitation и Neighbor Advertisement – часть стандартной работы IPv6
- Echo Request и Echo Reply – ICMPv6-проверка доступности

На кадре DHCPv6 Reply видны:

- идентификаторы клиента и сервера
- DNS-сервер 2000::1
- домен hamdimohammad.net

Это подтверждает правильную работу stateless-конфигурации.

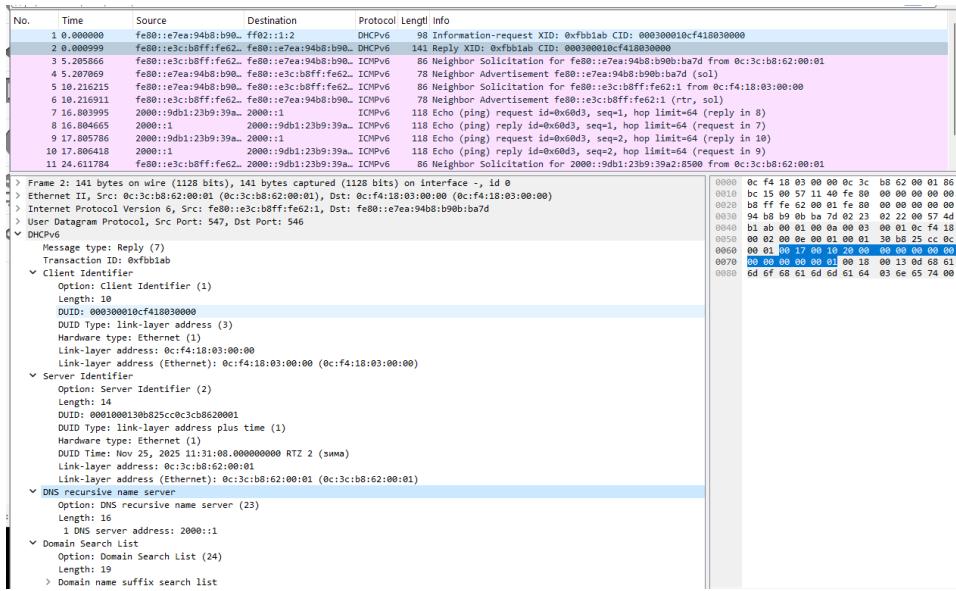


Рис. 2.16: Анализ трафика DHCPv6 в Wireshark

2.16 Настройка DHCPv6 с отслеживанием состояния (Stateful)

2.16.1 Конфигурация маршрутизатора

- На интерфейсе eth2 маршрутизатора были настроены объявления RA с установленным managed-flag.

Это означает, что узлы в данной сети должны использовать DHCPv6 с отслеживанием состояния для получения IPv6-адреса, а не только дополнительные параметры.

- На маршрутизаторе создана новая разделяемая DHCPv6-сеть hamdimohammad-stateful.

Для подсети 2001::/64 заданы:

- DNS-сервер 2001::1

- доменное имя hamdimohammad.net
- диапазон адресов 2001::100 – 2001::199

```
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateful
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateful subnet 2001::0/64
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateful subnet 2001::0/64 name-server 2001::1
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateful subnet 2001::0/64 domain-search hamdimohammad.net
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-name
hamdimohammad-stateful subnet 2001::0/64 address-range start 2001::100 stop 2001::199
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# commit
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01#
```

Рис. 2.17: Настройка DHCPv6 Stateful на маршрутизаторе

3. Конфигурация сохранена.

2.17 Проверка параметров на клиенте PC3

4. На узле PC3 (Kali Linux) выполнена проверка состояния интерфейса.

До получения DHCPv6-адреса интерфейс имеет только link-local адрес fe80::/64.

5. Просмотр таблицы маршрутизации показывает наличие маршрута по умолчанию, полученного через RA с managed-flag.

```

└──(root㉿kali)-[~/home/kali]
└─# ifconfig eth0
    eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet6 fe80::f49f:d8df:d178:42c9 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
            inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
                ether 0c:c9:0e:2d:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
                    RX packets 5 bytes 636 (636.0 B)
                    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
                    TX packets 24 bytes 3734 (3.6 KiB)
                    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

└──(root㉿kali)-[~/home/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 [the System]      fe80::e3c:b8ff:fe62:2 UG    100 1   0 eth0
::1/128              ::                Un    0   4   0 lo
2001::199/128         ::                Un    0   2   0 eth0
fe80::f49f:d8df:d178:42c9/128 ::                Un    0   3   0 eth0
ff00::/8              ::                U     256 3   0 eth0
::/0                  ::                !n   -1   1   0 lo

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

└──(root㉿kali)-[~/home/kali]
└─# 

```

Рис. 2.18: Начальные сетевые параметры PC3

6. Проверены текущие настройки DNS – доменные параметры ещё не получены.

2.18 Получение IPv6-адреса через DHCPv6 Stateful

7. Узел PC3 отправил запрос DHCPv6, получив:

- уникальный идентификатор клиента
- IA_NA (Non-temporary Address), назначенный сервером
- адрес из диапазона 2001::100 – 2001::199
- доменное имя hamdimohammad.net

- адрес DNS-сервера 2001::1

```
root@kali:~/home/kali] # 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\270(u\014\311\016-\000\000".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 0e:2d: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::e3c:b8ff:fe62:2.
RCV: X-- IA_NA 0e:2d:00:00
RCV: | X-- starts 1764060150
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:b8:25:cc:0c:3c:b8:62:00:01
RCV: Advertisement recorded.
PRC: Selecting best advertised lease.
PRC: Considering best lease.
PRC: X-- Initial candidate 00:01:00:01:30:b8:25:cc:0c:3c:b8:62:00:01 (s: 10105, p: 0).
XMT: Forming Request, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 0e:2d: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.
XMT: Request on eth0, interval 1010ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::e3c:b8ff:fe62:2.
RCV: X-- IA_NA 0e:2d:00:00
RCV: | X-- starts 1764060151
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
```

2.19 Проверка настроек после получения DHCPv6

- На ПК проверено появление глобального IPv6-адреса в подсети 2001::/64.
Адрес соответствует диапазону, настроенному на маршрутизаторе.
- Таблица маршрутизации обновилась, присутствует маршрут ::/0 через fe80::e3c:b8ff:fe62:2.
- Хост успешно пропинговал маршрутизатор по адресу 2001::1.
- Проверка файла resolv.conf показала получение DNS-параметров:
 - домен: hamdimohammad.net

- DNS: 2001::1

```
(root㉿kali)-[~/home/kali]
└─# ifconfig eth0
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::f49f:d8df:178:42c9 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        inet6 2001::198 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
        inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
            ether 0c:9:0e:2d:0:0 txqueuelen 1000 (Ethernet)
            RX packets 9 bytes 1178 (1.1 KiB)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 32 bytes 4850 (4.7 KiB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

Trash
└─# 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::e3c:b8ff:fe62:2 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::f49f:d8df:178:42c9/128 ::                 Un  0   3   0 eth0
ff00::/8             ::                 U   256  3   0 eth0
::/0                 ::                 !n  -1   1   0 lo

(root㉿kali)-[~/home/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=2.51 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.18 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.505/3.342/4.179/0.837 ms

[root@kali ~]
```

Рис. 2.19: Проверка адреса, маршрутов и DNS после DHCPv6

2.20 Проверка работы DHCPv6-сервера

12. На маршрутизаторе просмотрены выданные адреса.

В таблице lease отображены два активных адреса:

- 2001::198

- 2001::199

Эти записи содержат: - состояние аренды

- время окончания
- IAID/DUID клиента
- соответствующий пул hamdimohammad-stateful

```

hamdimohammad@hamdimohammad-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 08:42:28   2025/11/25 10:47:28  2:03:10
non-temporary    hamdimohammad-stateful  00:00:2d:0e:00:01:00:01:30:b8:28:75:0:c:c
9:0e:2d:00:00
2001::199        active   2025/11/25 08:39:51   2025/11/25 20:39:51  11:55:33
non-temporary    hamdimohammad-stateful  35:67:50:2b:00:04:6e:07:bc:6c:79:6f:e5:8
c:ee:ba:d9:f1:2e:ea:9e:63
[edit]
hamdimohammad@hamdimohammad-gw-01#

```

Рис. 2.20: Выданные адреса DHCPv6 Stateful

2.21 Анализ DHCPv6-трафика в Wireshark

13. В захваченном трафике видна последовательность обмена DHCPv6:

- **Solicit** – клиент ищет сервер
- **Advertise** – сервер предлагает параметры и доступный адрес
- **Request** – клиент подтверждает выбор
- **Reply** – сервер выдаёт адрес и параметры

14. В пакете Reply присутствуют:

- IA_NA с назначенным адресом (Identity Association for Non-temporary Address)
- Preferred и valid lifetime
- DUID клиента
- DUID сервера

- DNS recursive name server: 2001::1
- Domain Search List: hamdimohammad.net

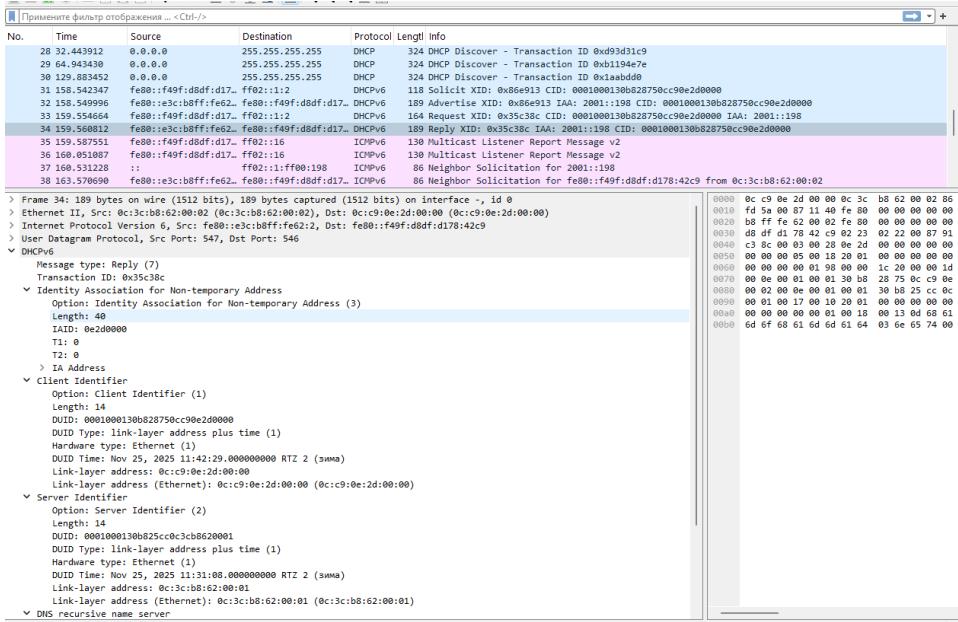


Рис. 2.21: Анализ DHCPv6-трафика

В режиме DHCPv6 Stateful клиент получает **полноценный IPv6-адрес** от сервера, а не формирует его через SLAAC.

Маршрутизатор, используя managed-flag в RA, указывает клиенту использовать DHCPv6-сервер для конфигурации адреса.

Клиент PC3 получил: - индивидуальный глобальный адрес

- DNS-сервер
- доменное имя
- параметры аренды

Эти данные совпадают с конфигурацией, заданной на маршрутизаторе.

3 Заключение

В процессе выполнения лабораторной работы была развернута и исследована сеть с поддержкой **IPv6**, включающая маршрутизатор **VyOS**, несколько коммутаторов и два клиента на основе Kali Linux. Последовательно были реализованы оба варианта автоматической настройки IPv6-адресов: **Stateless DHCPv6** и **Stateful DHCPv6**.