

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7

дисциплина: Сетевые технологии

Студент: Сахно Никита

Группа: НФИбд-02-23

МОСКВА

2025 г.

Цель:

Получить навыки настройки службы DHCP на сетевом оборудовании для распределения адресов IPv4 и IPv6.

Задания:

1. Настройка DHCP в случае IPv4
2. Настройка DHCP в случае IPv6

Выполнение лабораторной работы:

№1

После запуска GNS3 VM и GNS3 и создания проекта в рабочем пространстве разместим и соединим устройства в соответствии с данной нам топологией. Используем маршрутизатор VyOS и хост VPCS. Изменим отображаемые названия устройств в соответствии с требованиями. Включим захват трафика между коммутатором и маршрутизатором.

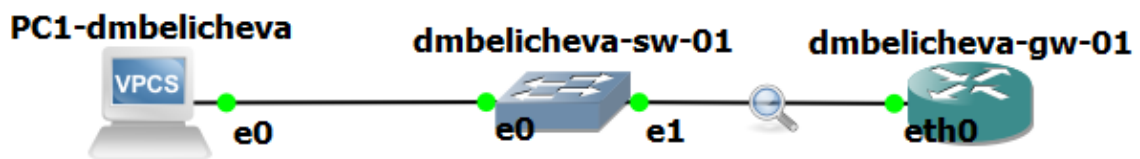


Рисунок 1. Топология моделируемой сети

Далее перейдем к настройке образа VyOS. Перейдем в режим конфигурирования, изменим имя устройства и доменное имя, заменим системного пользователя, заданного по умолчанию, на моего пользователя. Зайдем в систему под своим пользователем, который задали.

На маршрутизаторе под созданным пользователем перейдем в режим конфигурирования и настроим адресацию IPv4, а также добавим конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе:

```
domain-name dmbelicheva.net service dhcp-server shared-network-name dmbel
name-server 10.0.0.101# set service dhcp-server shared-network-name dmbel
subnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1server shared-network-name dmbel
subnet 10.0.0.0/24 range hosts start 10.0.0.2er shared-network-name dmbel
subnet 10.0.0.0/24 range hosts stop 10.0.0.253r shared-network-name dmbel
```

Рисунок 1. Настройка адресации IPv4 и добавление конфигурации DHCP-сервера

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

Далее посмотрим статистику DHCP-сервера и выданных адресов:

IP address	Hardware address	State	Lease start	Lease expiration	Remaining	Pool
Hostname	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Рисунок 2. Просмотр статистики DHCP-сервера и выданных данных

Перейдем к настройке оконечного устройства (PC1):

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

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

Opcode: 2 (REPLY)
Client IP Address: 0.0.0.0
Your IP Address: 10.0.0.2
Server IP Address: 0.0.0.0
Gateway IP Address: 0.0.0.0
Client MAC Address: 00:50:79:66:68:00
```

Рисунок 3. Настройка PC1

Проверим конфигурацию на узле и пропингуем маршрутизатор:

```
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  : 86385, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME : dmbelicheva.net
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 20010
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:20011
MTU        : 1500

VPCS> ping 10.0.0.1 -c 2

84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.523 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.854 ms
```

Рисунок 3. Результат настройки PC1

На маршрутизаторе вновь посмотри статистику DHCP-сервера и

выданные адреса:

IP address	Hardware address	State	Lease start	Lease expiration	Remaining	Pool	Hostname
10.0.0.2	00:50:79:66:68:00	active	2023/10/15 22:01:52	2023/10/16 22:01:52	23:56:46	dmbelicheva	VPCS

Рисунок 2. Просмотр статистики DHCP-сервера и выданных адресов

Анализ статистики: видно, что в столбце Leases значение изменилось с 0 до 1, поскольку один сетевой адрес выдан на время PC1. Соответственно в столбце Available число доступных сетевых адресов уменьшилось на 1.

Анализ выданных адресов: видно, что выдан адрес 10.0.0.2 (первый из заданного нами диапазона IP-адресов для подсети 10.0.0.0/24), также указан физический адрес, а также время аренды (адрес выдан на день).

Далее посмотрим журнал работы DHCP-сервера:

```
Oct 15 21:23:46 dhclient-script-vyos[1491]: Deleting search domains with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:23:47 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "search_domains", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:23:47 dhclient-script-vyos[1491]: Deleting nameservers with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:23:47 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "name_servers", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:23:54 dhclient-script-vyos[1673]: Deleting search domains with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:23:55 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "search_domains", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:23:55 dhclient-script-vyos[1673]: Deleting nameservers with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:23:56 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "name_servers", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:24:04 dhclient-script-vyos[1864]: Deleting search domains with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:24:04 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "search_domains", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:24:04 dhclient-script-vyos[1864]: Deleting nameservers with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:24:05 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "name_servers", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:24:11 dhclient-script-vyos[2032]: Deleting search domains with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
Oct 15 21:24:11 vyos-hostsd[607]: Request data: {"type": "search_domains", "op": "delete", "data": ["dhcp-eth0"]}
Oct 15 21:24:11 dhclient-script-vyos[2032]: Deleting nameservers with tag "dhcp-eth0" via vyos-hostsd-client
```

Рисунок 3. Журнал работы DHCP-сервера

Посмотрим захваченную анализатором трафика пакеты, относящиеся к работе DHCP и назначению адреса устройства:

92	2353.333890	0c:c2:be:91:00:00	Broadcast	ARP	60 Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
93	2354.326665	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406 DHCP Discover - Transaction ID 0xf2bc3a76
94	2354.334726	10.0.0.1	10.0.0.2	DHCP	342 DHCP Offer - Transaction ID 0xf2bc3a76
95	2354.367785	0c:c2:be:91:00:00	Broadcast	ARP	60 Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
96	2355.392915	0c:c2:be:91:00:00	Broadcast	ARP	60 Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
97	2357.326783	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406 DHCP Request - Transaction ID 0xf2bc3a76
98	2357.350332	10.0.0.1	10.0.0.2	DHCP	342 DHCP ACK - Transaction ID 0xf2bc3a76
99	2358.326909	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
100	2359.326989	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
101	2360.327789	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Gratuitous ARP for 10.0.0.2 (Request)
102	2484.290530	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.2

Client MAC address: Private_66:68:00 (00:50:79:66:68:00)
Client hardware address padding: 000000000000000000
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: DHCP

- > Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
- > Option: (54) DHCP Server Identifier (10.0.0.1)
- > Option: (51) IP Address Lease Time
 - Length: 4
 - IP Address Lease Time: (86400s) 1 day
- > Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
 - Length: 4
 - Subnet Mask: 255.255.255.0
- > Option: (3) Router
- > Option: (6) Domain Name Server
- > Option: (15) Domain Name
 - Length: 15
 - Domain Name: dmbelicheva.net
- > Option: (255) End

Рисунок 4. Захваченные пакеты в Wireshark

В процессе получения устройством адреса по протоколу DHCP сначала идет сообщение «DHCP DISCOVER»: устройство отправляет широковещательный запрос, в котором во фрейме (PDU канального уровня) в поле адреса отправителя указывается MAC-адрес устройства, а в поле адреса получателя — широковещательный адрес ffff.ffff.ffff; в пакете (PDU сетевого уровня) в поле адреса отправителя указан адрес 0.0.0.0, а в поле адреса получателя — адрес 255.255.255.255;

- сообщение «DHCP OFFER»: DHCP-сервер после получения широковещательного сообщения выделяет (но не резервирует) в своём пуле адресов некоторый адрес DHCP-клиенту на заданное время (lease time), назначает другие настройки (опции) и пересылает всю информацию DHCP-клиенту; при этом в соответствующих полях получателя в сообщении указываются выделенный клиенту IP-адрес и его MAC-адрес (тут видим, что адрес отправителя – 10.0.0.1 – адрес DHCP-сервера, а адрес получателя 10.0.0.2 – адрес, предлагаемый клиенту);

- сообщение «DHCP REQUEST»: клиент отправляет DHCP-серверу согласие с полученными параметрами;

- сообщение «DHCP ACKNOWLEDGE»: DHCP-сервер резервирует за DHCP-клиентом выделенный адрес на какое-то время (lease time), вносит информацию в свою ARP-таблицу и высылает DHCP-клиенту сообщение об успешной регистрации адреса.

№2

В предыдущем проекте в рабочем пространстве дополним сеть, разместив и соединив устройства в соответствии с топологией, приведённой в примере. Используем хост (клиент) Kali Linux (добавим образ Kali Linux версии 2019.3 в перечень устройств в GNS3), поскольку клиент VPCS не поддерживает DHCPv6. Изменим отображаемые названия устройств, выполняя соглашение об именовании. Включим захват трафика на соединениях между маршрутизатором gw-01 и коммутаторами sw-02 и sw-03.

Настроим адресацию IPv6 на маршрутизаторе:

```
ethernet eth0 {  
    address 10.0.0.1/24  
    hw-id 0c:c2:be:91:00:00  
}  
ethernet eth1 {  
+   address 2000::1/64  
    hw-id 0c:c2:be:91:00:01  
}  
ethernet eth2 {  
+   address 2001::1/64  
    hw-id 0c:c2:be:91:00:02  
}  
loopback lo {  
}
```

Рисунок 5. Настройка адресации IPv6 на маршрутизаторе

На маршрутизаторе настроим DHCPv6 без отслеживания состояния (DHCPv6 Stateless configuration).

Для начала настроим объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA) на интерфейсе eth1. Опция other-config-flag означает, что для конфигурации не адресных параметров использует протокол с сохранением состояния.:

```
set service router-advert interface eth1 prefix 2  
set service router-advert interface eth1 other-co
```

Рисунок 6. Настройка RA

Добавим конфигурации DHCP-сервера:

```
set service dhcpv6-server shared-network-name use
set service dhcpv6-server shared-network-name dmb
::0/64service dhcpv6-server shared-network-name dmb
ons name-server 2000::1ver shared-network-name dmb
ons domain-search dmbelicheva.net-network-name dmb
```

Рисунок 7. Добавление конфигурации DHCP-сервера

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

Покажем результат с помощью команды `run show configure`:

```
subnet 2001::0/64 {  
    address-range {  
        start 2001::100 {  
            stop 2001::199  
        }  
    }  
}
```

Рисунок 8. Результат настройки DHCPv6 без отслеживания состояния

Перейдем к настройке сети на PC2:

```
root@kali:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 0c:85:0b:45:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 97 bytes 14934 (14.5 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 0c:85:0b:45:00:01 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth2: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 0c:85:0b:45:00:02 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth3: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 0c:85:0b:45:00:03 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth4: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
```

Рисунок 9. Команда `ifconfig` на PC2

```
root@kali:~# route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination                Next Hop                    Flag Met Ref Use If
::1/128                    ::                          U    256 1    0 lo
::/0                        ::                          !n   -1 1    0 lo
::1/128                    ::                          UAn  0  3    0 lo
::/0                        ::                          !n   -1 1    0 lo
root@kali:~#
```

Рисунок 10. Команда `route` на PC2

На узле PC2 пропингуем маршрутизатор и получим пакеты назад, следовательно соединение есть:

```
root@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=2.24 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.02 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.236/3.130/4.024/0.894 ms
root@kali:~#
```

Рисунок 11. Пингование маршрутизатора

Проверим настройки DNS и получим адрес по DHCPv6 протоколу. Здесь опция -6 указывает на использование протокола DHCPv6, опция -S —на запрос только информации DHCPv6, но не адреса, опция -v — на вывод на экран подробной информации:

```
root@kali:~# cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search dmbelicheva.net
nameserver 2000::1
root@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\205\013E\000\000".
PRC: Requesting information (INIT).
XMT: Forming Info-Request, 0 ms elapsed.
XMT: Info-Request on eth0, interval 1000ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::ec2:beff:fe91:1.
PRC: Done.
```

Рисунок 12. Проверка настройки DNS и получение адреса по DHCPv6

Вновь пропингуйте от узла PC2 маршрутизатор, проверьте настройки DNS:

```
root@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=7.38 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.35 ms
```

Рисунок 13. Пингование маршрутизатора

На маршрутизаторе посмотрим выданные адреса. Почему-то сервер не показывает адрес, который он только что выдал. Хотя если пропинговать с

маршрутизатора PC2 по присвоенному адресу пакеты будут получены.

```
run show dhcpv6 server leases
communication Lease expiration Remaining Type Pool IAID_DUID
-----
```

Рисунок 14. Просмотр выданных адресов (представим, что на картинке они выданы)

Откроем Wireshark и посмотрим полученную информацию по захваченным пакетам. Сообщение INFORMATION-REQUEST: используется клиентом для запроса только параметров конфигурации (например адреса DNS-сервера) в случае, когда DHCPv6-сервер работает без отслеживания состояния. сообщение REPLY: используется DHCPv6-сервером для отправки клиенту сетевых настроек и завершения обработки запроса.

Передача данных в DHCPv6 осуществляется через протокол UDP, при этом сервер принимает сообщения от клиентов на порт 547 и отправляет сообщения клиентам на порт 546.

Файл Редактирование Просмотр Запуск Захват Анализ Статистика Телефония Беспроводной Инструменты Помощь

Применить дисплейный фильтр ... <Ctrl+>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
12	15.312816	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::8dd3:297:8ffa...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a from 0c:c
13	15.314891	fe80::8dd3:297:8ffa...	fe80::ec2:beff:fe91...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a (sol)
14	78.191178	fe80::ec2:beff:fe91...	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from 0c:c2:be:91:00:01
15	78.203052	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
16	78.207322	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:85:0b:45:00:00
17	78.598699	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
18	118.420568	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:2	DHCPv6	98	Information-request XID: 0x26653e CID: 000300010c850b450000
19	118.428671	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::8dd3:297:8ffa...	DHCPv6	139	Reply XID: 0x26653e CID: 000300010c850b450000
20	118.429544	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:85:0b:45:00:00
21	123.899302	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::8dd3:297:8ffa...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a from 0c:c
22	123.901252	fe80::8dd3:297:8ffa...	fe80::ec2:beff:fe91...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a (sol)
23	129.098758	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:85:0b:45:00:00
24	129.107477	2000::2313:58cc:3c4...	2000::1	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x0626, seq=1, hop limit=64 (reply in
25	129.108513	2000::1	2000::2313:58cc:3c4...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x0626, seq=1, hop limit=64 (request in
26	129.110513	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:85:0b:45:00:00
27	129.115086	fe80::8dd3:297:8ffa...	fe80::ec2:beff:fe91...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ec2:beff:fe91:1 from 0c:85:0
28	129.116116	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::8dd3:297:8ffa...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::ec2:beff:fe91:1 (rtr, sol)
29	130.109673	2000::2313:58cc:3c4...	2000::1	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x0626, seq=2, hop limit=64 (reply in
30	130.110506	2000::1	2000::2313:58cc:3c4...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x0626, seq=2, hop limit=64 (request in
31	134.143486	fe80::ec2:beff:fe91...	2000::2313:58cc:3c4...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2000::2313:58cc:3c45:2cbf from 0c:
32	134.146842	2000::2313:58cc:3c4...	fe80::ec2:beff:fe91...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement 2000::2313:58cc:3c45:2cbf (sol)
33	651.239933	fe80::ec2:beff:fe91...	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from 0c:c2:be:91:00:01
34	651.252068	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
35	651.258874	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:85:0b:45:00:00
36	651.829144	fe80::8dd3:297:8ffa...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2

> Frame 19: 139 bytes on wire (1112 bits), 139 bytes captured (1112 bits) on interface -, id 0

> Ethernet II, Src: 0c:c2:be:91:00:01 (0c:c2:be:91:00:01), Dst: 0c:85:0b:45:00:00 (0c:85:0b:45:00:00)

> Internet Protocol Version 6, Src: fe80::ec2:beff:fe91:1, Dst: fe80::8dd3:297:8ffa:6a3a

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

> DHCPv6

Рисунок 15. Захваченный трафик

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

На интерфейсе eth2 маршрутизатора настроим объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA). Опция managed-flag означает, что хосты используют администрируемый (отслеживающий состояние) протокол для автоматической настройки адресов в дополнение:

```
set service router-advert interface eth2 managed-
```

Рисунок 16. Настройка RA

Добавим конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе. Здесь при помощи указанных выше команд создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием dmbelicheva, подсеть (subnet) с адресом 2001::/64, задан диапазон адресов (range) с именем hosts, содержащий адреса 2001::100 – 2001::199:

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

Рисунок 17. Сохранение результатов

Покажем результат с помощью команды run show configure:

```
subnet 2001::0/64 {
  address-range {
    start 2001::100 {
      stop 2001::199
    }
  }
}
```

Рисунок 18. Результат настройки DHCPv6 с отслеживания состояния

Подключимся к узлу PC3 и проверим настройки сети:

```
root@kali:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::78bb:87e0:2766:ac30 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
    ether 0c:82:4d:46:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 20 bytes 2090 (2.0 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 38 bytes 4730 (4.6 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 0c:82:4d:46:00:01 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth2: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 0c:82:4d:46:00:02 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
```

Рисунок 19. Команда `ifconfig` в терминале PC3

На узле PC3 проверим настройки DNS и получим адрес по DHCPv6:

```
root@kali:~# cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search dmbelicheva.net
nameserver 2001::1
root@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\001,\307~\303\014\202MF\000\000".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 4d:46:00:00
XMT: | X-- Request renew in +3600
XMT: | X-- Request rebind in +5400
XMT: Solicit on eth0, interval 1040ms.
RCV: Advertise message on eth0 from fe80::ec2:beff:fe91:2.
RCV: X-- IA_NA 4d:46:00:00
RCV: | X-- starts 1697956420
RCV: | X-- t1 - renew +0
```

Рисунок 20. Проверка настройки DNS и получение адреса по DHCPv6

Вновь на узле PC3 проверим настройки сети, пропиnguем маршрутизатор, проверим настройки DNS:

```
root@kali:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2001::198 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
    inet6 fe80::78bb:87e0:2766:ac30 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
    ether 0c:82:4d:46:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 25 bytes 2714 (2.6 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 50 bytes 6000 (5.8 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
```

Рисунок 21. Команда ifconfig на терминале PC3

```
root@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::ec2:beff:fe91:2 UG   100 2   0 eth0
::1/128              ::                    UAn  0   4   0 lo
2001::198/128        ::                    UAn  0   2   0 eth0
2001::199/128        ::                    UAn  0   4   0 eth0
fe80::78bb:87e0:2766:ac30/128 ::                    UAn  0   3   0 eth0
ff00::/8             ::                    U    256 3   0 eth0
::/0                 ::                    !n   -1 1   0 lo

root@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=2.42 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.91 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.417/2.662/2.907/0.245 ms
root@kali:~# cat /etc/resolv.conf
search dmbelicheva.net.
nameserver 2001::1
```

Рисунок 22. Команды route, ping, cat

На маршрутизаторе посмотрим выданные адреса:

IPv6 address	State	Last communication	Lease expiration	Remaining	Type	Pool	IAID_DUID
2001::198	active	2023/10/21 12:46:35	2023/10/21 14:51:35	2:02:27	non-temporary	dmbelicheva-stateful	00:00:46:4d:00:01:00:01:2c:c7:7e:c3:0c:82:4d:46:00:00
2001::199	active	2023/10/21 12:37:32	2023/10/21 14:42:32	1:53:24	non-temporary	dmbelicheva-stateful	00:00:46:4d:00:04:23:ad:36:92:6f:ba:bc:36:39:40:2e:fc:1
8c:ca:75							
[edit]							

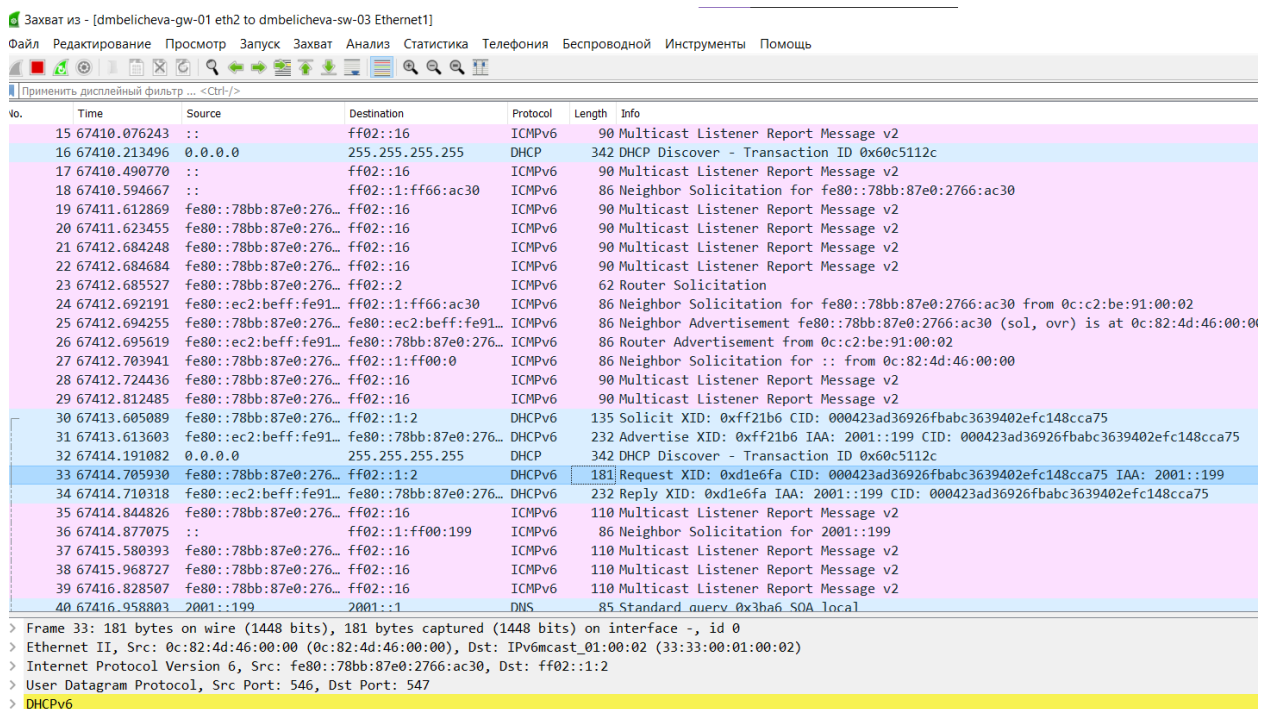
Рисунок 23. Выданные адреса

Откроем Wireshark и посмотрим информацию по захваченным пакетам.

Передача данных в DHCPv6 осуществляется через протокол UDP, при этом сервер принимает сообщения от клиентов на порт 547 и отправляет сообщения клиентам на порт 546.

Процесс получения устройством адреса по протоколу DHCPv6:

- сообщение SOLICIT: устройство направляет на зарезервированный IPv6-адрес многоадресной рассылки FF02::1:2 широковещательный запрос;
- сообщение ADVERTISE: DHCPv6-сервер сообщает DHCPv6-клиенту, что сервер доступен для предоставления службы DHCPv6;
- сообщение REQUEST: используется клиентом для запроса IPv6-адреса и всех остальных параметров конфигурации от сервера в случае, когда DHCPv6-сервер работает с сохранением состояния;
- сообщение REPLY: используется DHCPv6-сервером для отправки клиенту сетевых настроек и завершения обработки запроса.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15	67410.076243	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
16	67410.213496	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0x60c5112c
17	67410.490770	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
18	67410.594667	::	ff02::1:ff66:ac30	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::78bb:87e0:2766:ac30
19	67411.612869	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
20	67411.623455	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
21	67412.684248	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
22	67412.684684	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
23	67412.685527	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::2	ICMPv6	62	Router Solicitation
24	67412.692191	fe80::ec2:beff:fe91...	ff02::1:ff66:ac30	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::78bb:87e0:2766:ac30 from 0c:c2:be:91:00:02
25	67412.694255	fe80::78bb:87e0:276...	fe80::ec2:beff:fe91...	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::78bb:87e0:2766:ac30 (sol, ovr) is at 0c:82:4d:46:00:00
26	67412.695619	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::78bb:87e0:276...	ICMPv6	86	Router Advertisement from 0c:c2:be:91:00:02
27	67412.703941	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::1:ff00:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for :: from 0c:82:4d:46:00:00
28	67412.724436	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
29	67412.812485	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
30	67413.605089	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::1:2	DHCPv6	135	Solicit XID: 0xff21b6 CID: 000423ad36926fbabc3639402efc148cca75
31	67413.613603	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::78bb:87e0:276...	DHCPv6	232	Advertise XID: 0xff21b6 IAA: 2001::199 CID: 000423ad36926fbabc3639402efc148cca75
32	67414.191082	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0x60c5112c
33	67414.705930	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::1:2	DHCPv6	181	Request XID: 0xd1e6fa CID: 000423ad36926fbabc3639402efc148cca75 IAA: 2001::199
34	67414.710318	fe80::ec2:beff:fe91...	fe80::78bb:87e0:276...	DHCPv6	232	Reply XID: 0xd1e6fa IAA: 2001::199 CID: 000423ad36926fbabc3639402efc148cca75
35	67414.844826	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
36	67414.877075	::	ff02::1:ff00:199	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001::199
37	67415.580393	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
38	67415.968727	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
39	67416.828507	fe80::78bb:87e0:276...	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
40	67416.958803	2001::199	2001::1	DNS	85	Standard query 0x3ba6 SOA local

> Frame 33: 181 bytes on wire (1448 bits), 181 bytes captured (1448 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:82:4d:46:00:00 (0c:82:4d:46:00:00), Dst: IPv6mcast_01:00:02 (33:33:00:01:00:02)
> Internet Protocol Version 6, Src: fe80::78bb:87e0:2766:ac30, Dst: ff02::1:2
> User Datagram Protocol, Src Port: 546, Dst Port: 547
> DHCPv6

Рисунок 24. Информация по захваченным пакетам

Выводы:

В процессе выполнения лабораторной работы я получил навыки настройки службы DHCP на сетевом оборудовании для распределения адресов IPv4 и IPv6.