

Министерство цифрового развития, связи и  
массовых коммуникаций Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики» (СибГУТИ)

Кафедра вычислительных систем

**ОТЧЕТ**  
по практической работе 3

по дисциплине «Сети ЭВМ и телекоммуникации»

Выполнил:  
студент гр. ИС-142  
«\_\_» июня 2023 г.

\_\_\_\_\_

/Григорьев Ю.В./

Проверил:  
«\_\_» июня 2023 г.

\_\_\_\_\_

/Перышкова Е.Н./

Оценка « \_\_\_\_\_ »

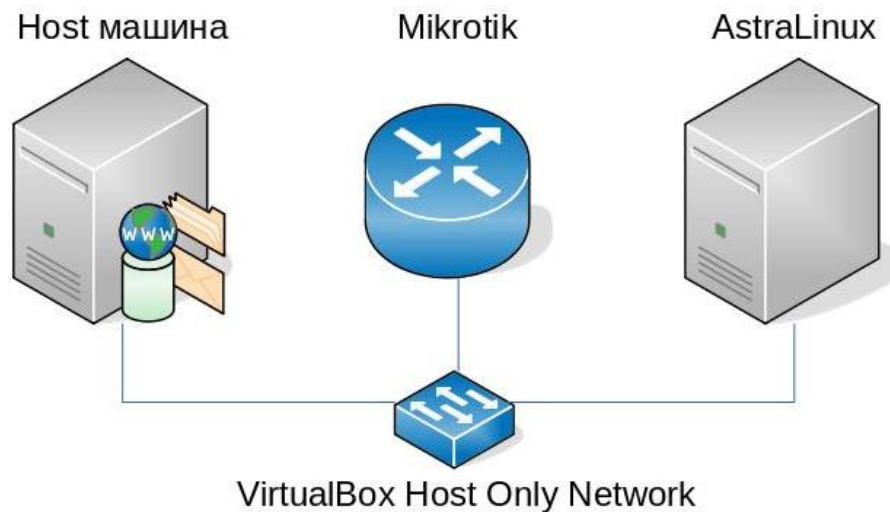
Новосибирск 2023

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ .....</b>	<b>3</b>
<b>ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>5</b>

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1. Собрать конфигурацию сети, представленной на рисунке.



2. Определить все link-local адреса, назначенные для узлов в сети. Определить MAC-адреса всех сетевых интерфейсов.
3. Запустить на host-машине Wireshark. Запустить ping на машине Astra Linux до host-машины. В захваченном потоке пакетов показать этапы работы протокола NDP — поиск MAC адреса соседа, echo-запрос, echo-ответ.
4. Показать информацию о соседях, собранную по протоколу NDP на узле Astra Linux.
5. Запустить ping с маршрутизатора Mikrotik до узла Astra Linux, затем до host-машины. Показать информацию об известных соседях NDP.
6. Выделен префикс IPv6 fd00:YEAR:MONTH:DAY::/64, где Y/M/D дата рождения. Запустить на host-машине Wireshark. На маршрутизаторе Mikrotik добавить адрес IPv6 из назначенного диапазона (адрес указывается статически, значение адреса выбирается произвольно) и включить режим распространения информации о префиксе созданного адреса. Дождаться, пока пройдет установленное время распространения префикса, и host-машина установит на свой интерфейс адрес из указанного диапазона (допускается изменять время анонса). В захваченном потоке показать пакеты, относящиеся к протоколу NDP и содержащие информацию о распространяемом префиксе: распространение информации о префиксе, проверка уникальности назначаемого адреса, получение информации о соседях.
7. Перезапустить Astra Linux в режиме записи потока пакетов с сетевого интерфейса. На узле Astra Linux сконфигурировать интерфейс так, чтобы он использовал механизм SLAAC для настройки адреса IPv6. Запустить ping до хост машины 5-7 запросов) и затем остановить ВМ Astra Linux. В захваченном потоке пакетов показать все этапы назначения адреса по SLAAC, ICMPv6 пакеты с запросом и ответом.
8. На узле Astra Linux включить режим установления на интерфейс временных IPv6 адресов с приоритетом временного адреса. Какой адрес был назначен на интерфейс? Запустить на host-машине Wireshark. Попробовать с Astra Linux пропинговать host-

машину. Какой IPv6 адрес был использован в качестве адреса источника? Изменить режим назначения временного IPv6 адреса на другой режим приоритета. Пропинговать host-машину снова. Какой теперь адрес был использован в качестве адреса источника?

9. Удалить назначенные IPv6 адреса на маршрутизаторе Mikrotik. На узле Astra Linux установить статический адрес из выделенного диапазона. Установить пакет для DHCPv6 и сконфигурировать его так, чтобы выдавались сетевые адреса из выделенного диапазона. Перезапустить виртуальную машину Astra Linux в режиме захвата пакетов. Настроить узел Mikrotik, чтобы адрес IPv6 получался по протоколу DHCPv6. На маршрутизаторе Mikrotik запустить пинг до Astra Linux. Освободить полученный адрес и запросить адрес снова. Остановить узел Astra Linux. В захваченном потоке пакетов показать этапы работы протокола DHCPv6. Используется ли протокол NDP?

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

При выполнении работы было сделано следующее:

1. Для построения конфигурации, представленной на рисунке 1, были созданы новый виртуальный роутер и машина: router3 и astra3 соответственно, новая HostOnly-сеть vboxnet3.

```
127.0.0.1      localhost
127.0.1.1      astra3
```

```
[18:25:11 #2] user@astra3:~$ hostnamectl set-hostname astra3_
```

```
[admin@mt-02] > system identity set name=mt-03
```

На машине astra3 отключаем получение IP-адреса, в сети vboxnet3 выключаем DHCP-сервер. IPv4-адрес нам в работе не понадобится.

```
[18:28:27 #3] user@astra3:~$
[18:28:27 #3] user@astra3:~$ cat /etc/network/interfaces.d/eth0
auto eth0
[18:28:32 #4] user@astra3:~$
```

2. Определяем MAC и IPv6 адреса:

на astra3

```
[18:28:32 #4] user@astra3:~$ ip -c a show dev eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast
0
    link/ether 08:00:27:97:c6:ac brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.3.192.3/18 brd 10.3.255.255 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe97:c6ac/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

на mt-03 (router3)

```
[admin@mt-03] > interface print
Flags: R - RUNNING
Columns: NAME, TYPE, ACTUAL-MTU, MAC-ADDRESS
#  NAME      TYPE    ACTUAL-MTU  MAC-ADDRESS
0  R ether0   ether     1500    08:00:27:6E:5D:5F
[admin@mt-03] > ipv6 address print
Flags: D - DYNAMIC; L - LINK-LOCAL
Columns: ADDRESS, INTERFACE, ADVERTISE
#  ADDRESS                                INTERFACE  ADVERTISE
0  DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64    ether0     no
[admin@mt-03] > _
```

3. Пробуем «пропинговать» роутер с машины astra3 — для этого вводим аргумент -6 для отсылания пакетов по IPv6 и адрес устройства с номером или именем интерфейса после %. Также смотрим на пакеты в Wireshark: для поиска MAC-адреса пингуемой машины astra3 отправляет пакет Neighbor Solicitation всем узлам сети с помощью служебного адреса ff02::1.

Хост видит этот пакет и отвечает на этот же служебный адрес пакетом Neighbor Advertisement, в котором сообщает свой MAC адрес. Далее по стандартной схеме ping-pong идут пакеты echo request и echo reply.

```
[12:12:13 #1] user@astra3:~$ ping -6 fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%2
PING fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%2(fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0) 56 data bytes
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.48 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.49 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.29 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.33 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.24 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.13 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=8 ttl=64 time=2.31 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.24 ms
^C
--- fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%2 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8012ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.024/1.397/2.312/0.353 ms
```

1	0.000000	fe80::a00:27ff:fe9...	ff02::1:ff6e:5d5f	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f
2	0.000476	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f (rt
3	0.000796	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x02c9, seq=1, hop limit=64
4	0.001169	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x02c9, seq=1, hop limit=64 (r
5	1.007062	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x02c9, seq=2, hop limit=64
6	1.007858	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x02c9, seq=2, hop limit=64 (r
7	2.013118	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x02c9, seq=3, hop limit=64

4. Чтобы посмотреть информацию, которую машина собрала по протоколу NDP, прописываю команду ip -6 n. В списке соседей находится только роутер, который мы пинговали ранее. Чтобы «увидеть» всех соседей, пробуем пропинговать служебный адрес ff02::1, чтобы все хосты ответили нам и были занесены в список соседей.

```
[12:19:38 #6] user@astra3:~$ ping ff02::1%eth0
PING ff02::1%eth0(ff02::1%eth0) 56 data bytes
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe97:c6ac%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.54 ms (DUP!)
```

Как видно из скриншота, нам ответила новая машина (хост) и снова роутер Mikrotik, который помечен как (DUP!) (дубликат), потому что уже есть в списке наших соседей. Выводим список соседей и видим адрес хост-машины.

```
[12:20:19 #7] user@astra3:~$ ip -6 n
fe80::8c85:90ff:fe29:7a64 dev eth0 lladdr 8e:85:90:29:7a:64 REACHABLE
fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f dev eth0 lladdr 08:00:27:6e:5d:5f router REACHABLE
```

5. Перезапускаем роутер Mikrotik и смотрим список соседей: очевидно, пока что их нет. Пингуем astra3 и хоста с роутера и проверяем список соседей ещё раз.

```
[admin@mt-03] > ipv6 neighbor print
Flags: R - router
```

```
[admin@mt-03] > ping ff02::1
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME
0 fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f              56 64 498us
0 fe80::8c85:90ff:fe29:7a64              56 64 985us
0 fe80::a00:27ff:fe97:c6ac              56 64 990us
1 fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f              56 64 678us
1 fe80::8c85:90ff:fe29:7a64            56 64 12ms46us
1 fe80::a00:27ff:fe97:c6ac              56 64 12ms52us
sent=2 received=6 packet-loss=-200% min-rtt=498us avg-rtt=4ms
max-rtt=12ms52us

[admin@mt-03] > ipv6 neighbor print
Flags: R - router
0 address=fe80::a00:27ff:fe97:c6ac interface=ether0
  mac-address=08:00:27:97:C6:AC status="reachable"

1 address=fe80::8c85:90ff:fe29:7a64 interface=ether0
  mac-address=8E:85:90:29:7A:64 status="stale"
[admin@mt-03] >
```

В списке появились хост и astra3.

6. На роутере выделяю и добавляю префикс fd00:2003:4:5::/64 по дате своего рождения (05.04.2003) и включаю режим распространения информации о префиксе соседям. В Wireshark можно увидеть Router Advertisement пакет, уведомляющий всех о новом префиксе и времени его жизни. Обратно к роутеру приходят пакеты Neighbor Solicitation от хоста и astra3.

```
[admin@mt-03] > ipv6 address add address=fd00:2003:4:5::/64 advertise=yes interf
ace=ether0 eui-64=yes
[admin@mt-03] > ipv6 address print
Flags: D - DYNAMIC; G, L - LINK-LOCAL
Columns: ADDRESS, INTERFACE, ADVERTISE
# ADDRESS                                INTERFACE ADVERTISE
0 DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64          ether0    no
1 G fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f/64  ether0    yes
```

```
▼ ICMPv6 Option (Prefix information : fd00:2003:4:5::/64)
  Type: Prefix information (3)
  Length: 4 (32 bytes)
  Prefix Length: 64
  > Flag: 0xc0, On-link flag(L), Autonomous address-configuration flag(A)
  Valid Lifetime: 2592000
  Preferred Lifetime: 604800
  Reserved
  Prefix: fd00:2003:4:5:: (fd00:2003:4:5::)
```

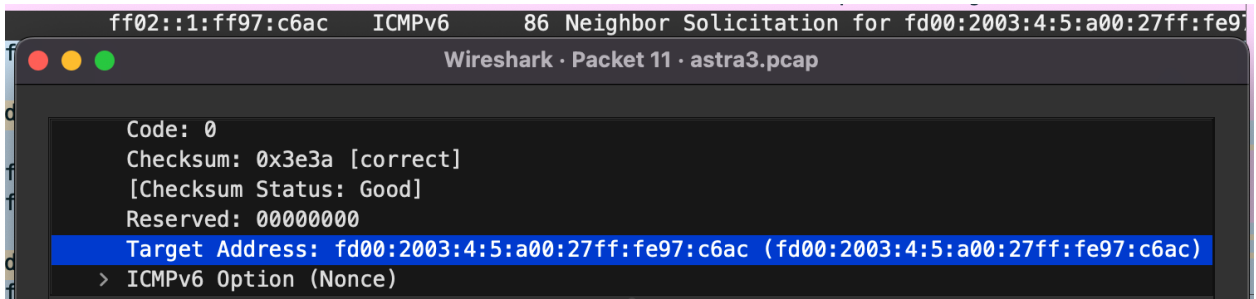
7. Для использования SLAAC (Stateless Address Auto Configuration) для получения IPv6 адреса, устанавливаем на astra3 auto IPv6 подключение в адаптере eth0.

```
[12:45:03 #10] user@astra3:~$ cat /etc/network/interfaces.d/eth0
auto eth0
iface eth0 inet6 auto
[12:45:15 #11] user@astra3:~$
```

Выключаем astra3 и включаем запись пакетов с виртуальной машины в файл.

```
[allenvox@MacBook-Pro-Yuriy ~ % vboxmanage modifyvm "astra3" --nictrace1 on --nictracefile1 /Users/allenvox/Documents/Workspace/mikrotik-networking/astra3.pcap
```

Запускаем машину примерно на 15 секунд и смотрим пакеты через Wireshark: видим пакет Neighbor Solicitation, в котором указано, что astra3 хочет получить следующий Target Address.



Пробуем «пинговать» роутер с astra3:

```
[13:59:26 #18] user@astra3:~$ ping fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f
PING fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f(fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f) 56 data bytes
64 bytes from fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.00 ms
64 bytes from fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.54 ms
64 bytes from fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.14 ms
64 bytes from fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.23 ms
^C
--- fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3003ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.149/1.482/2.001/0.333 ms
```

fd00:2003:4:5:4c71...	ff02::1:ff6e:5d5f	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f
fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f
fd00:2003:4:5:4c71...	fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x035c, seq=1, hop limit=255
fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x035c, seq=1, hop limit=255
fd00:2003:4:5:4c71...	fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x035c, seq=2, hop limit=255
fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x035c, seq=2, hop limit=255
fd00:2003:4:5:4c71...	fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x035c, seq=3, hop limit=255
fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x035c, seq=3, hop limit=255

Видим, что виртуальная машина опрашивает сеть для получения MAC-адреса пингуемого узла, а хост отвечает пакетом Neighbor Advertisement. Далее стандартные пакеты echo request-reply.

8. Для получения временного IPv6 адреса astra3 с приоритетом временного (2) (preferred address), прописываем следующие команды:

```
[13:04:42 #10] user@astra3:~$ sudo ifdown eth0
[13:04:44 #11] user@astra3:~$ sudo sysctl net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=2
net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr = 2
[13:05:01 #12] user@astra3:~$ sudo ifup eth0
```

Проверим IP наших сетевых интерфейсов, нам назначился новый адрес к основному:



```
[14:02:04 #19] user@astra3:~$ ip -c a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default 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 group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:97:c6:ac brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00:2003:4:5:4c71:a86d:b5b3:39c9/64 scope global temporary dynamic
        valid_lft 603676sec preferred_lft 84936sec
    inet6 fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe97:c6ac/64 scope global mngtmpaddr dynamic
        valid_lft 2591829sec preferred_lft 604629sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fe97:c6ac/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Основной (EUI-64) в данном случае: **fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe97:c6a6 (mngtmpaddr)**  
 Временный: **fd00:2003:4:5:4c71:a86d:b5b3:39c9 (temporary)**

Запустим пинг с виртуальной машины до хоста: видим, что пакеты приходят с временного адреса, значит наша конфигурация работает как нужно.

fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x035c, seq=3, l
fd00:2003:4:5:4c71...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x035c, seq=4,
fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:4c71...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x035c, seq=4, l

Поменяем приоритет адреса на виртуальной машине (через переменную `net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr`) на 1, что заставит использовать постоянный назначенный адрес (EUI-64).

```
[14:03:56 #20] user@astra3:~$ sudo ifdown eth0
[14:07:08 #21] user@astra3:~$ sudo sysctl net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=1
net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr = 1
[14:07:14 #22] user@astra3:~$ sudo ifup eth0
```

Попробуем пинговать роутер снова: пакеты приходят с постоянного адреса.

fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x039b, seq=4, hop limit=64 (
fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x039b, seq=4, hop limit=64 (re
fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x039b, seq=5, hop limit=64 (
fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x039b, seq=5, hop limit=64 (re
fd00:2003:4:5:a00:...	fd00:2003:4:5:a00:...	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x039b, seq=6, hop limit=64 (

9. На роутере mt-03 удаляем назначенный адрес с префиксом `fd00:2003:4:5::/64`, остаётся только `link-local` адрес. Создаём выключенный DHCPv6 клиент, который через интерфейс `ether0` будет запрашивать у сервера адрес.

```
[admin@mt-03] > ipv6 address print
Flags: D - DYNAMIC; G, L - LINK-LOCAL
Columns: ADDRESS, INTERFACE, ADVERTISE
# ADDRESS INTERFACE ADVERTISE
0 G fd00:2003:4:5:a00:27ff:fe6e:5d5f/64 ether0 yes
1 DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64 ether0 no
[admin@mt-03] > ipv6 address remove 0
[admin@mt-03] > ipv6 address print
Flags: D - DYNAMIC; L - LINK-LOCAL
Columns: ADDRESS, INTERFACE, ADVERTISE
# ADDRESS INTERFACE ADVERTISE
0 DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64 ether0 no
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client add interface=ether0 request=address pool-name
=ipv6-client-ether0 add-default-route=yes disabled=yes
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client print
Flags: X, I - INVALID
Columns: INTERFACE, STATUS, REQUEST
# INTERFACE STATUS REQUEST
0 X ether0 stopped address
```

Выключаем astra3 и меняем адаптер сети на NAT, чтобы иметь доступ к внешней сети. Конфигурацию eth0 в файле /etc/network/interfaces.d/eth0 меняем на inet dhcp.

```
[14:14:37 #25] user@astra3:~$ cat /etc/network/interfaces.d/eth0
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

Устанавливаем пакет isc-dhcp-server командой 'sudo apt install isc-dhcp-server'. Меняем конфигурацию интерфейса eth0 на получение статического адреса IPv6 fd00:2003:4:5::1/64, который будет считаться адресом нашего DHCPv6 сервера.

```
[14:17:56 #5] user@astra3:~$ cat /etc/network/interfaces.d/eth0
auto eth0
iface eth0 inet6 static
    address fd00:2003:4:5::1/64
```

Перезапускаем astra3 с прежним адаптером сети HostOnlyNetwork (vboxnet3) и смотрим конфигурацию IP.

```
[14:20:49 #1] user@astra3:~$ ip -c a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default 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 group default qlen
0
    link/ether 08:00:27:97:c6:ac brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00:2003:4:5::1/64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe97:c6ac/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Сервер будет использовать Stateful Configuration. В этом режиме он предоставляет доступные адреса клиентам самостоятельно. Файл конфигурации (server.conf) и файл аренд (leases) расположены в директории ~/dhcpv6-server. Настроим файл server.conf: устанавливаем время аренды адреса на 8 часов, время обновления аренды и информации – 4 часа. Также укажем пул адресов подсети на выдачу постоянных и временных адресов.

```
[14:27:53 #10] user@astra3:~/dhcpv6-server$ cat server.conf
default-lease-time 28800;
option dhcp-renewal-time 14400;
option dhcp-rebinding-time 14400;
option dhcp6.info-refresh-time 14400;

subnet6 fd00:2003:4:5::/64 {
    range6 fd00:2003:4:5::/64;
    range6 fd00:2003:4:5::/64 temporary;
}
[14:27:55 #11] user@astra3:~/dhcpv6-server$
```

Запустим DHCPv6 сервер с нашей заданной конфигурацией и файлом аренды адресов:

```
[14:27:55 #11] user@astra3:~/dhcpv6-server$ sudo dhcpcd -6 -d -cf ~/dhcpv6-server/server.conf -lf ~/d
hcpv6-server/leases eth0
Internet Systems Consortium DHCP Server 4.3.5
Copyright 2004-2016 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/
Config file: /home/user/dhcpv6-server/server.conf
Database file: /home/user/dhcpv6-server/leases
PID file: /var/run/dhcpcd6.pid
Wrote 0 NA, 0 TA, 0 PD leases to lease file.
Bound to *:547
Listening on Socket/5/eth0/fd00:2003:4:5::/64
Sending on Socket/5/eth0/fd00:2003:4:5::/64
Server starting service.
```

Включим DHCPv6-клиент на роутере: он получил случайный адрес из пула от нашего сервера!

```
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client print
Flags: X, I - INVALID
Columns: INTERFACE, STATUS, REQUEST
# INTERFACE STATUS REQUEST
0 X ether0 stopped address
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client enable 0
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client print
Columns: INTERFACE, STATUS, REQUEST, ADDRESS
# INTERFACE STATUS REQUEST ADDRESS
0 ether0 bound address fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:372, 7h59m58s
[admin@mt-03] > ipv6 address print
Flags: D - DYNAMIC; G, L - LINK-LOCAL
Columns: ADDRESS, INTERFACE, ADVERTISE
# ADDRESS INTERFACE ADVERTISE
0 DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64 ether0 no
1 DG fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:372/128 ether0 no
[admin@mt-03] >
```

Смотрим в Wireshark: клиент отправляет пакет DHCPv6 Solicit участникам сети, а на него напрямую по link-local адресу отвечает astra3 пакетом DHCPv6 Advertise.

28	83.003691	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1:2	DHCPv6	112	Solicit XID: 0x4c11b8 CID: 000300010800276e5d5f
29	83.009012	fe80::a00:27ff:fe9...	ff02::1:ff6e:5d5f	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f from
30	83.009602	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f (rtr, so
31	83.010099	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	DHCPv6	142	Advertise XID: 0x4c11b8 IAA: fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a
32	84.057658	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1:2	DHCPv6	154	Request XID: 0x40c296 CID: 000300010800276e5d5f IAA: fd0
33	84.064094	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	DHCPv6	142	Reply XID: 0x40c296 IAA: fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:37
34	84.087358	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1:16	ICMPv6	150	Multicast Listener Report Message v2
35	84.824906	::	ff02::1:ffa7:372	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:3

Далее клиент пакетом DHCPv6 Request запрашивает адрес, а сервер пакетом DHCPv6 Reply его выдаёт. Пробуем пропинговать astra3 с нашего роутера:

```
[admin@mt-03] > ping fd00:2003:4:5::1
```

SEQ	HOST	SIZE	TTL	TIME	STATUS
0	fd00:2003:4:5::1	56	64	2ms70us	echo reply
1	fd00:2003:4:5::1	56	64	1ms417us	echo reply
2	fd00:2003:4:5::1	56	64	1ms421us	echo reply
3	fd00:2003:4:5::1	56	64	1ms541us	echo reply
4	fd00:2003:4:5::1	56	64	1ms122us	echo reply

sent=5 received=5 packet-loss=0% min-rtt=1ms122us avg-rtt=1ms514us  
max-rtt=2ms70us

54	285.525034	fd00:2003:4:5:3178...	fd00:2003:4:5::1	ICMPv6	70	Echo (ping) request id=0xc500, seq=0, hop limit=64 (re
55	285.525710	fd00:2003:4:5::1	ff02::1:ffa7:372	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7
56	285.526161	fd00:2003:4:5:3178...	fd00:2003:4:5::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:37
57	285.526621	fd00:2003:4:5::1	fd00:2003:4:5:3178...	ICMPv6	70	Echo (ping) reply id=0xc500, seq=0, hop limit=64 (re
58	286.524716	fd00:2003:4:5:3178...	fd00:2003:4:5::1	ICMPv6	70	Echo (ping) request id=0xc500, seq=256, hop limit=64 (
59	286.525400	fd00:2003:4:5::1	fd00:2003:4:5:3178...	ICMPv6	70	Echo (ping) reply id=0xc500, seq=256, hop limit=64 (re
60	287.531359	fd00:2003:4:5:3178...	fd00:2003:4:5::1	ICMPv6	70	Echo (ping) request id=0xc500, seq=512, hop limit=64 (
61	287.532047	fd00:2003:4:5::1	fd00:2003:4:5:3178...	ICMPv6	70	Echo (ping) reply id=0xc500, seq=512, hop limit=64 (re
62	288.532863	fd00:2003:4:5:3178...	fd00:2003:4:5::1	ICMPv6	70	Echo (ping) request id=0xc500, seq=768, hop limit=64 (
63	288.533701	fd00:2003:4:5::1	fd00:2003:4:5:3178...	ICMPv6	70	Echo (ping) reply id=0xc500, seq=768, hop limit=64 (re

Отправляются пакеты echo request и reply. Так как роутер уже знал адрес пингуемого соседа, то не стал спрашивать и в самом начале отправил echo request. Узел astra3 уже забыл соседа, и потому опросил сеть заново пакетом Neighbor Solicitation.

Пробуем освободить адрес командой release и ждём, пока машина запросит его снова.

```
[admin@mt-03] > ipv6 dhcp-client release ether0
```

```
[admin@mt-03] > ipv6 address print
```

#	ADDRESS	INTERFACE	ADVERTISE
0	DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64	ether0	no

```
[admin@mt-03] > ipv6 address print
```

#	ADDRESS	INTERFACE	ADVERTISE
0	DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64	ether0	no

```
[admin@mt-03] > ipv6 address print
```

#	ADDRESS	INTERFACE	ADVERTISE
0	DL fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f/64	ether0	no
1	DG fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:372/128	ether0	no

```
Solicit message from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f port 546, transaction ID 0x653E0D00
Advertise NA: address fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:372 to client with duid 00:03:00:01:08:00:27:6e:5d:5f
iaid = 4 valid for 28800 seconds
Sending Advertise to fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f port 546
Request message from fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f port 546, transaction ID 0x46ABF000
Reply NA: address fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7:372 to client with duid 00:03:00:01:08:00:27:6e:5d:5f
iaid = 4 valid for 28800 seconds
Sending Reply to fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f port 546
```

Адрес не изменился, в Wireshark видим пакеты по стандартной схеме Solicitation -> Advertisement -> Request -> Reply.

102	653.460441	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1:2	DHCPv6	112	Solicit XID: 0xd3e65 CID: 000300010800276e5d5f
103	653.464463	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	DHCPv6	142	Advertise XID: 0xd3e65 IAA: fd00:2003:4:5:3178:dc77:56
104	658.575506	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f from
105	658.576429	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe6e:5d5f (rtr, s
106	663.630289	fe80::a00:27ff:fe6...	fe80::a00:27ff:fe9...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::a00:27ff:fe97:c6ac from
107	663.630962	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe97:c6ac (sol)
108	663.956895	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1	MNDP	199	rrac(5678) → rac(5678) Len=137
109	663.957549	0.0.0.0	255.255.255.255	MNDP	179	rrac(5678) → rac(5678) Len=137
110	663.957860	PcsCompu_6e:5d:5f	CDP/VTP/DTP/PagP/U...	CDP	102	Device ID: mt-03 Port ID: ether0
111	669.482939	fe80::a00:27ff:fe6...	ff02::1:2	DHCPv6	154	Request XID: 0xf0ab46 CID: 000300010800276e5d5f IAA: fc
112	669.486341	fe80::a00:27ff:fe9...	fe80::a00:27ff:fe6...	DHCPv6	142	Reply XID: 0xf0ab46 IAA: fd00:2003:4:5:3178:dc77:50a7::

Все задания практической работы выполнены успешно.