

Российский Университет Дружбы Народов

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

Отчёт

о выполнении лабораторной работы № 7

по предмету «*Сетевые технологии*»

Адресация IPv4 и IPv6. Настройка DHCP

Студент: Танрибергенов Эльдар

Группа: НПИбд-02-20

Студ. билет № 1032208074

Москва, 2022 г.

Цели работы:

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

Ход работы:

1. Настройка DHCP в случае IPv4

1. Запустил GNS3 VM и GNS3. Создал новый проект. В рабочем пространстве разместил и соединил устройства в соответствии с топологией, приведённой в файле лабораторной работы. Использовал маршрутизатор VyOS и хост (клиент) VPCS. Изменил отображаемые названия устройств. Включил захват трафика на соединении между коммутатором sw-01 и маршрутизатором gw-01. Запустился Wireshark (рис. 1.1).

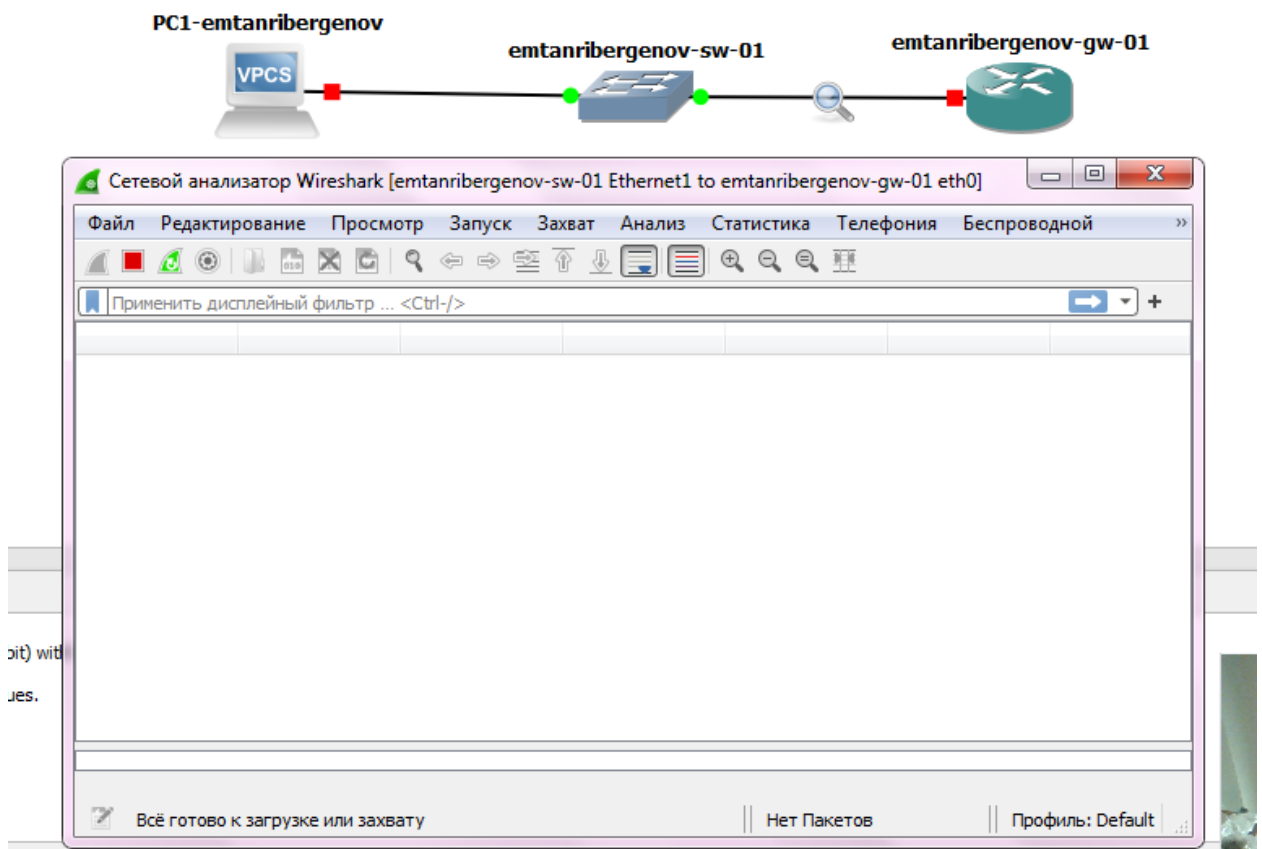


Рис. 1.1

2. Открыл консоль маршрутизатора vyos и вошёл в учётную запись «vyos» с паролем «vyos» (рис. 1.2). Начал установку системы (рис. 1.2 – 1.3).

```
emtanribergenov-gw-01 - PuTTY
vyos login: vyos
Password:
Linux vyos 3.13.11-1-amd64-vyos #1 SMP Sat Nov 11 12:10:30 CET 2017 x86_
Welcome to VyOS.
This system is open-source software. The exact distribution terms for
each module comprising the full system are described in the individual
files in /usr/share/doc/*/copyright.
vyos@vyos:~$ install image
Welcome to the VyOS install program. This script
will walk you through the process of installing the
VyOS image to a local hard drive.
Would you like to continue? (Yes/No) [Yes]: y
Probing drives: OK
Looking for pre-existing RAID groups...none found.
The VyOS image will require a minimum 1000MB root.
Would you like me to try to partition a drive automatically
or would you rather partition it manually with parted? If
you have already setup your partitions, you may skip this step

Partition (Auto/Parted/Skip) [Auto]:

I found the following drives on your system:
sda    8589MB
sdb     1MB

Install the image on? [sda]:

This will destroy all data on /dev/sda.
Continue? (Yes/No) [No]: y
```

Рис. 1.2

```
How big of a root partition should I create? (1000MB - 8589MB) [8589]MB:

Creating filesystem on /dev/sda1: OK
Done!
Mounting /dev/sda1...
What would you like to name this image? [1.1.8]:
OK. This image will be named: 1.1.8
Copying squashfs image...
Copying kernel and initrd images...
Done!
I found the following configuration files:
/config/config.boot
/opt/vyatta/etc/config.boot.default
Which one should I copy to sda? [/config/config.boot]:

Copying /config/config.boot to sda.
Enter password for administrator account
Enter password for user 'vyos':
Retype password for user 'vyos':
I need to install the GRUB boot loader.
I found the following drives on your system:
sda    8589MB
sdb     1MB

Which drive should GRUB modify the boot partition on? [sda]:

Setting up grub: OK
Done!
vyos@vyos:~$
```

Рис. 1.3

3. По окончании установки, перезапустил маршрутизатор командой reboot (рис. 1.4).

```
vyos@vyos:~$ reboot
Proceed with reboot? (Yes/No) [No] y

Broadcast message from root@vyos (ttyS0) (Sat Oct 22 17:33:48 2022):
[ 431.936988] reboot: Restarting system
```

Рис. 1.4

4. Перешёл в режим конфигурирования, изменил имя устройства и доменное имя, заменил системного пользователя, заданного по умолчанию, на своего пользователя, и установил свой пароль. Сохранил изменения и вышел из режима конфигурирования, а затем и из системы (рис. 1.5).

```
emtanribergenov-gw-01 - PuTTY
VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright
Use of this pre-built image is governed by the EULA you can find at
/usr/share/vyos/EULA
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name emtanribergenov-gw-01
[edit]
vyos@vyos# set system domain-name emtanribergenov.net
[edit]
vyos@vyos# set system login user emtanribergenov
[edit]
vyos@vyos# set system login user emtanribergenov authentication plaintext-password eldar
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
e[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ exit
```

Рис. 1.5

5. Вошёл в систему под своей учётной записью и паролем. Запустил режим конфигурирования, где удалил пользователя vyos (стандартного) и сохранил изменения (рис. 1.6).

```

Welcome to VyOS - emtanribergenov-gw-01 ttyS0

emtanribergenov-gw-01 login: emtanribergenov
Password:
Linux vyatta 3.13.11-1-amd64-vyos #1 SMP Sat Nov 11 12:10:30 CET 2017 x86_64
Welcome to VyOS.
This system is open-source software. The exact distribution terms for
each module comprising the full system are described in the individual
files in /usr/share/doc/*/copyright.
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ configure
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# delete system login user vyos
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# commit
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# █

```

Рис. 1.6

6. На маршрутизаторе под созданным пользователем перешёл в режим конфигурирования и настроил адресацию IPv4 (рис. 1.7).

```

emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.
.0.1/24
[edit]

```

Рис. 1.7

7. Добавил конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе (рис. 1.8).

```

emtanribergenov-gw-01 - PuTTY
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.
.0.1/24
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-na
me emtanribergenov domain-name emtanribergenov.net
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-na
me emtanribergenov name-server 10.0.0.1
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-na
me emtanribergenov subnet 10.0.0.0/24 default-router 10.0.0.1
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-na
me emtanribergenov subnet 10.0.0.0/24 range hosts start 10.0.0.2
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcp-server shared-network-na
me emtanribergenov subnet 10.0.0.0/24 range hosts stop 10.0.0.253
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# commit
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]

```

Рис. 1.8

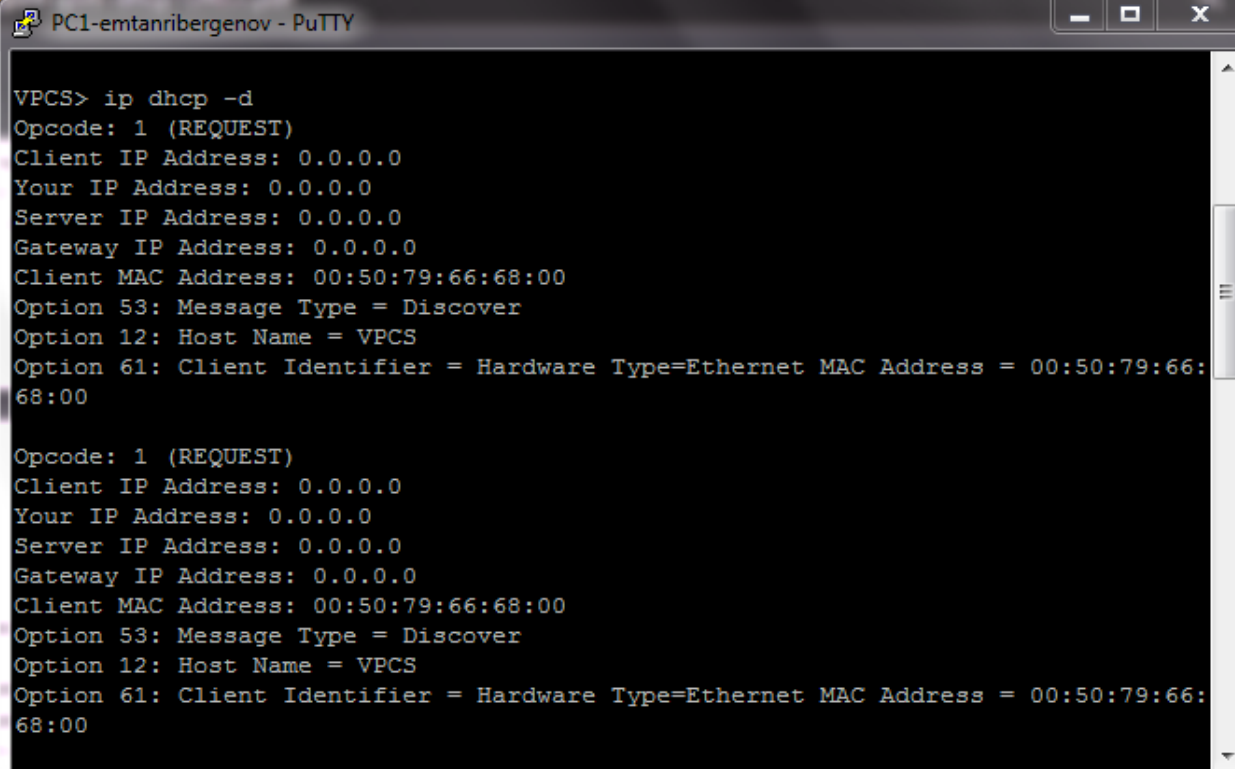
В результате была создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием emtanribergenov, подсеть (subnet) с адресом 10.0.0.0/24, задан диапазон адресов (range) с именем hosts, содержащий адреса 10.0.0.2 – 10.0.0.253.

8. Просмотрел статистику DHCP-сервера и выданных адресов (рис. 1.9).

```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool              Size      Leases    Available  Usage
-----
emtanribergenov   252       0         252        0%
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ show dhcp server leases
IP address      Hardware address  State    Lease start  Lease expiration  Re
maining        Pool      Hostname
-----
-----
```

Рис. 1.9

9. Настроил оконечное устройство PC1. Здесь использована опция -d для обеспечения возможности просмотра декодированных запросов DHCP (рис. 1.10 – 1.12). Здесь протокол DHCP присваивает клиенту временный адрес 0.0.0.0 и запрашивает у сервера доступный ip-адрес (Discover). Сервер, увидев этот запрос, исходя из своих настроек, подбирает конфигурацию и отправляет предложение (Offer) клиенту. Получив предлагаемые настройки, клиент отправляет на адрес ответившего ему сервера запрос (Request) о предоставлении ему этих настроек. Сервер получает запрос на уже конкретные настройки, предложенные ранее, создаёт привязку для клиента и отправляет ему их (Ack).



```
PC1-emtanribergenov - PuTTY
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
```

Рис. 1.10

```
PC1-emptanribergenov - PuTTY
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
Option 53: Message Type = Offer
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 = emptanribergenov.net

Opcode: 1 (REQUEST)
Client IP Address: 10.0.0.2
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 = 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:
```

Puc. 1.11

```
PC1-emptanribergenov - PuTTY
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 = emptanribergenov.net

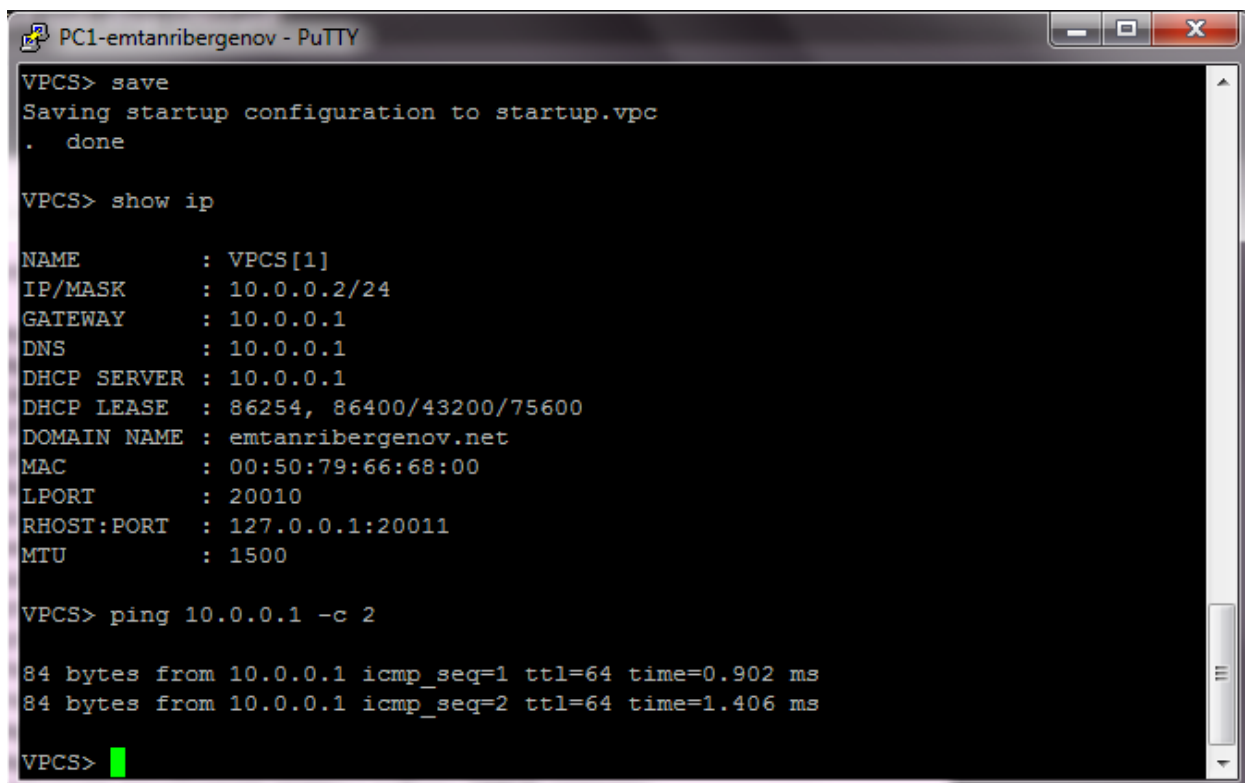
IP 10.0.0.2/24 GW 10.0.0.1

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

VPCS> 
```

Puc. 1.12

10. Проверил конфигурацию IPv4 на узле, пропинговал маршрутизатор (рис. 1.13).



```
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 : 86254, 86400/43200/75600
DOMAIN NAME: emtanribergenov.net
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 20010
RHOST:PORT : 127.0.0.1:20011
MTU        : 1500

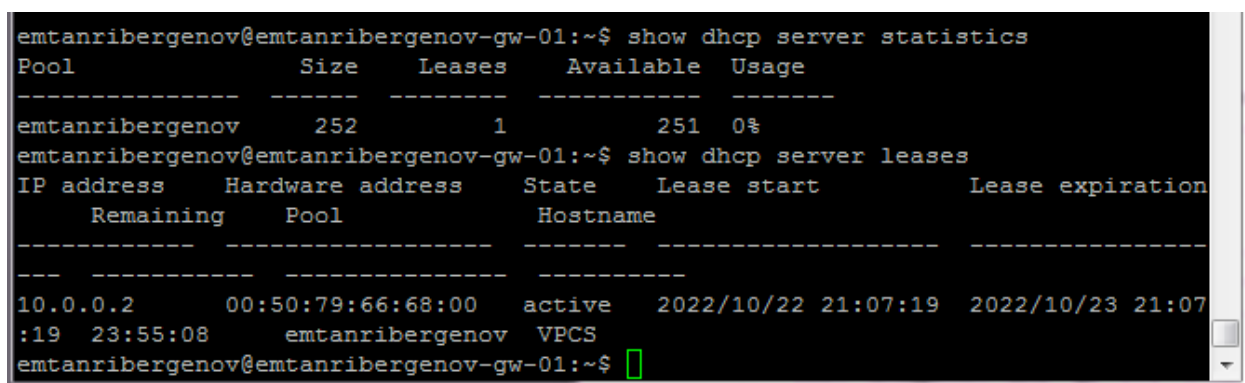
VPCS> ping 10.0.0.1 -c 2

84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.902 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.406 ms

VPCS>
```

Рис. 1.13

11. На маршрутизаторе вновь посмотрел статистику DHCP-сервера и выданные адреса (рис. 1.14). Видим, что в разделе «Сдачи» (Leases) появился один адрес, а из кол-во доступных адресов уменьшилось на 1. Во втором выводе: IPv4-адрес, MAC-адрес, состояние – работающий, даты выдачи и срока действия, оставшееся время, пул – emtanribergenov, имя хоста – VPCS.



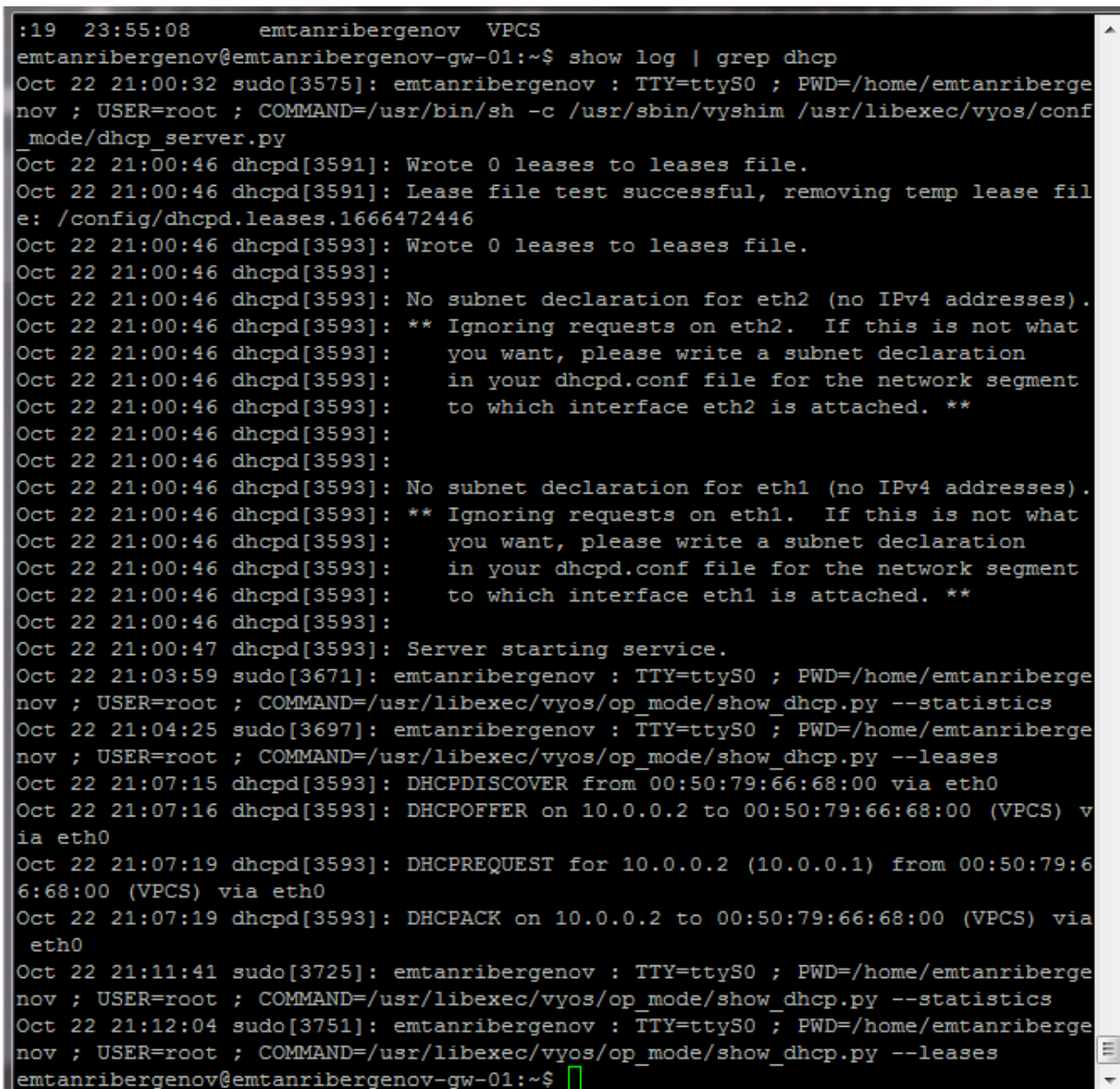
```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ show dhcp server statistics
Pool          Size    Leases    Available  Usage
-----
emtanribergenov 252      1         251       0%

emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ show dhcp server leases
IP address    Hardware address  State    Lease start    Lease expiration
Remaining    Pool
-----
10.0.0.2      00:50:79:66:68:00 active    2022/10/22 21:07:19 2022/10/23 21:07:19
:19 23:55:08    emtanribergenov  VPCS

emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$
```

Рис. 1.14

12. На маршрутизаторе посмотрел журнал работы DHCP-сервера (рис. 1.15).



```
:19 23:55:08      emtanribergenov VPCS
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ show log | grep dhcp
Oct 22 21:00:32 sudo[3575]: emtanribergenov : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/emtanriberge
nov ; USER=root ; COMMAND=/usr/bin/sh -c /usr/sbin/vyshim /usr/libexec/vyos/conf
_mode/dhcp_server.py
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3591]: Wrote 0 leases to leases file.
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3591]: Lease file test successful, removing temp lease fil
e: /config/dhcpd.leases.1666472446
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]: Wrote 0 leases to leases file.
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]: No subnet declaration for eth2 (no IPv4 addresses).
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]: ** Ignoring requests on eth2.  If this is not what
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     you want, please write a subnet declaration
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     in your dhcpd.conf file for the network segment
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     to which interface eth2 is attached. **
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]: No subnet declaration for eth1 (no IPv4 addresses).
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]: ** Ignoring requests on eth1.  If this is not what
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     you want, please write a subnet declaration
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     in your dhcpd.conf file for the network segment
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:     to which interface eth1 is attached. **
Oct 22 21:00:46 dhcpd[3593]:
Oct 22 21:00:47 dhcpd[3593]: Server starting service.
Oct 22 21:03:59 sudo[3671]: emtanribergenov : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/emtanriberge
nov ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Oct 22 21:04:25 sudo[3697]: emtanribergenov : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/emtanriberge
nov ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
Oct 22 21:07:15 dhcpd[3593]: DHCPDISCOVER from 00:50:79:66:68:00 via eth0
Oct 22 21:07:16 dhcpd[3593]: DHCPOFFER on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) v
ia eth0
Oct 22 21:07:19 dhcpd[3593]: DHCPREQUEST for 10.0.0.2 (10.0.0.1) from 00:50:79:6
6:68:00 (VPCS) via eth0
Oct 22 21:07:19 dhcpd[3593]: DHCPACK on 10.0.0.2 to 00:50:79:66:68:00 (VPCS) v
ia eth0
Oct 22 21:11:41 sudo[3725]: emtanribergenov : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/emtanriberge
nov ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --statistics
Oct 22 21:12:04 sudo[3751]: emtanribergenov : TTY=ttyS0 ; PWD=/home/emtanriberge
nov ; USER=root ; COMMAND=/usr/libexec/vyos/op_mode/show_dhcp.py --leases
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$
```

Рис. 1.15

13. Просмотрел захваченные Wireshark пакеты, относящиеся к работе DHCP и назначению адреса устройству (рис. 1.16). Описание дано в пункте 9.

Захват из - [emtanribergenov-sw-01 Ethernet1 to emtanribergenov-gw-01 eth0]

Файл Редактирование Просмотр Запуск Захват Анализ Статистика Телефония Беспроводной Инструменты Помощь

Применить дисплейный фильтр ...<Ctrl-/>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Discover - Transaction ID 0x63472f57
2	0.006293	10.0.0.1	10.0.0.2	ICMP	62	Echo (ping) request id=0xe35b, seq=0/0, ttl=64 (rep
3	0.006454	10.0.0.2	10.0.0.1	ICMP	62	Echo (ping) reply id=0xe35b, seq=0/0, ttl=64 (req
4	1.000120	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Discover - Transaction ID 0x63472f57
5	1.001967	0c:b3:7b:7d:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.1
6	2.006822	10.0.0.1	10.0.0.3	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x63472f57
7	2.051625	0c:b3:7b:7d:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.1
8	3.076335	0c:b3:7b:7d:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.1
9	4.000254	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	406	DHCP Request - Transaction ID 0x63472f57
10	4.009173	10.0.0.1	10.0.0.3	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0x63472f57
11	5.000378	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.3 (Request)
12	5.379599	0c:b3:7b:7d:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
13	6.001428	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.3 (Request)
14	6.403712	0c:b3:7b:7d:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
15	7.001687	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Gratuitous ARP for 10.0.0.3 (Request)
16	7.427677	0c:b3:7b:7d:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
17	55.096513	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Who has 10.0.0.1? Tell 10.0.0.3
18	55.097438	0c:b3:7b:7d:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	10.0.0.1 is at 0c:b3:7b:7d:00:00
19	55.097642	10.0.0.3	10.0.0.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x081f, seq=1/256, ttl=64 (r
20	55.098433	10.0.0.1	10.0.0.3	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x081f, seq=1/256, ttl=64 (r
21	56.098996	10.0.0.3	10.0.0.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x091f, seq=2/512, ttl=64 (r
22	56.099900	10.0.0.1	10.0.0.3	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x091f, seq=2/512, ttl=64 (r
23	60.163564	0c:b3:7b:7d:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.1
24	60.163737	Private_66:68:00	0c:b3:7b:7d:00:00	ARP	60	10.0.0.3 is at 00:50:79:66:68:00

Frame 1: 406 bytes on wire (3248 bits), 406 bytes captured (3248 bits) on interface -, id 0

0000 ff ff ff ff ff ff 00 50 79 66 68 00 08 00 15 10P.rfh...F..

Рис. 1.16

2. Настройка DHCP в случае IPv6

- Использовал хост (клиент) Kali Linux CLI (добавил образ Kali Linux CLI в перечень устройств в GNS3), поскольку клиент VPCS не поддерживает DHCPv6 (рис. 2.1). В предыдущем проекте в рабочем пространстве дополнил сеть, разместив и соединив устройства в соответствии с топологией, приведённой в файле лабораторной работы. Изменил отображаемые названия устройств. Включил захват трафика на соединениях между маршрутизатором gw-01 и коммутаторами sw-02 и sw-03 (рис. 2.2).

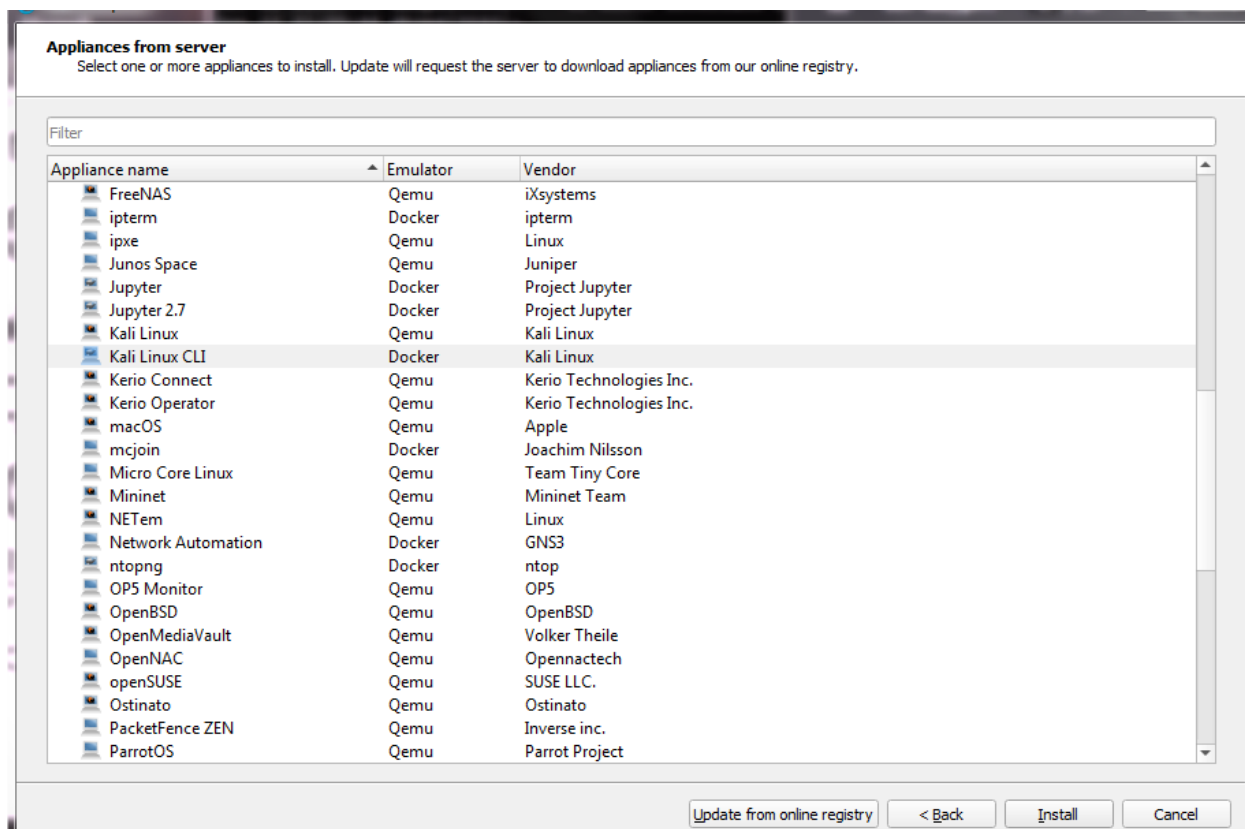


Рис. 2.1

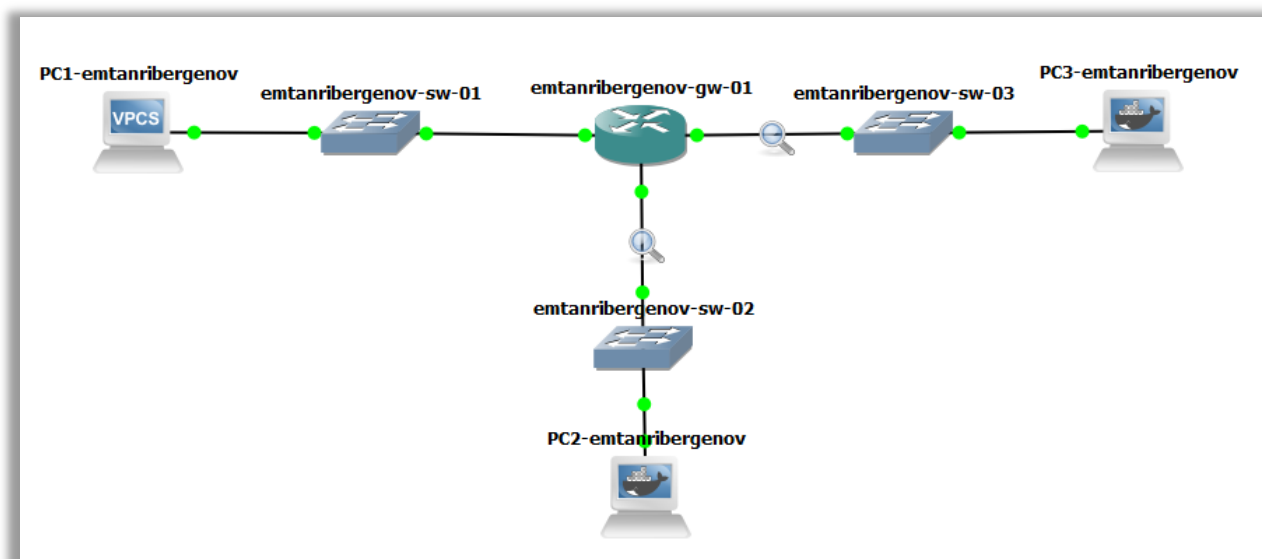


Рис. 2.2

2. Настроил адресацию IPv6 на маршрутизаторе (рис. 2.3 – 2.4).

```

emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01:~$ configure
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 2000
::1/64
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set interfaces ethernet eth2 address 2001
::1/64
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# show interfaces
    ethernet eth0 {
        address 10.0.0.1/24
        hw-id 0c:b3:7b:7d:00:00
    }
    ethernet eth1 {
+   address 2000::1/64
        hw-id 0c:b3:7b:7d:00:01
    }
    ethernet eth2 {
+   address 2001::1/64
        hw-id 0c:b3:7b:7d:00:02
    }
    loopback lo {

```

Рис. 2.3

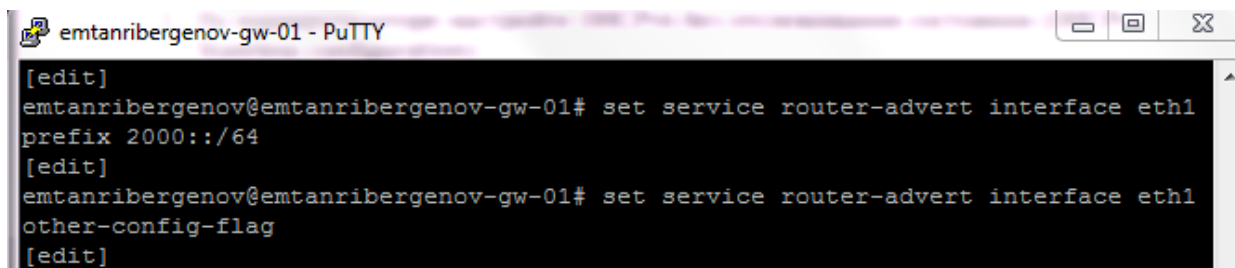
```

    ethernet eth2 {
+   address 2001::1/64
        hw-id 0c:b3:7b:7d:00:02
    }
    loopback lo {
    }
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# commit
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done

```

Рис. 2.4

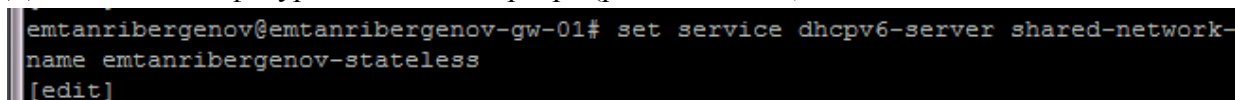
3. На маршрутизаторе настроил DHCPv6 без отслеживания состояния (DHCPv6 Stateless configuration):
 - Настройка объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA) на интерфейсе eth1 (рис. 2.5). Опция other-config-flag означает, что для конфигурации не адресных параметров использует протокол с сохранением состояния. Здесь создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием emtanribergenov, 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.



```
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service router-advert interface eth1
prefix 2000::/64
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service router-advert interface eth1
other-config-flag
[edit]
```

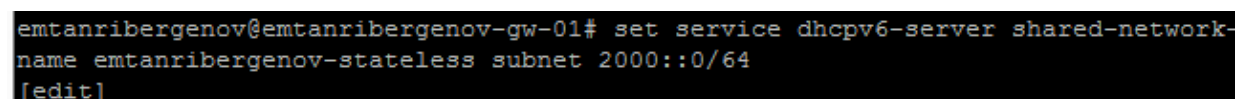
Рис. 2.5

Добавление конфигурации DHCP-сервера (рис. 2.6 – 2.12).



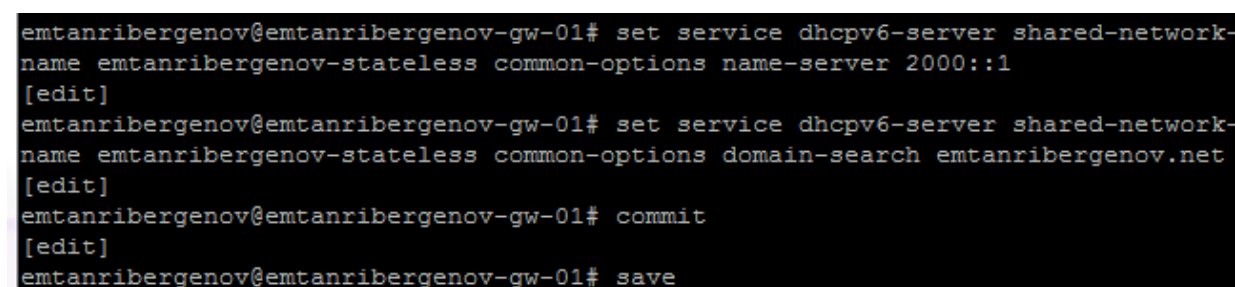
```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateless
[edit]
```

Рис. 2.6



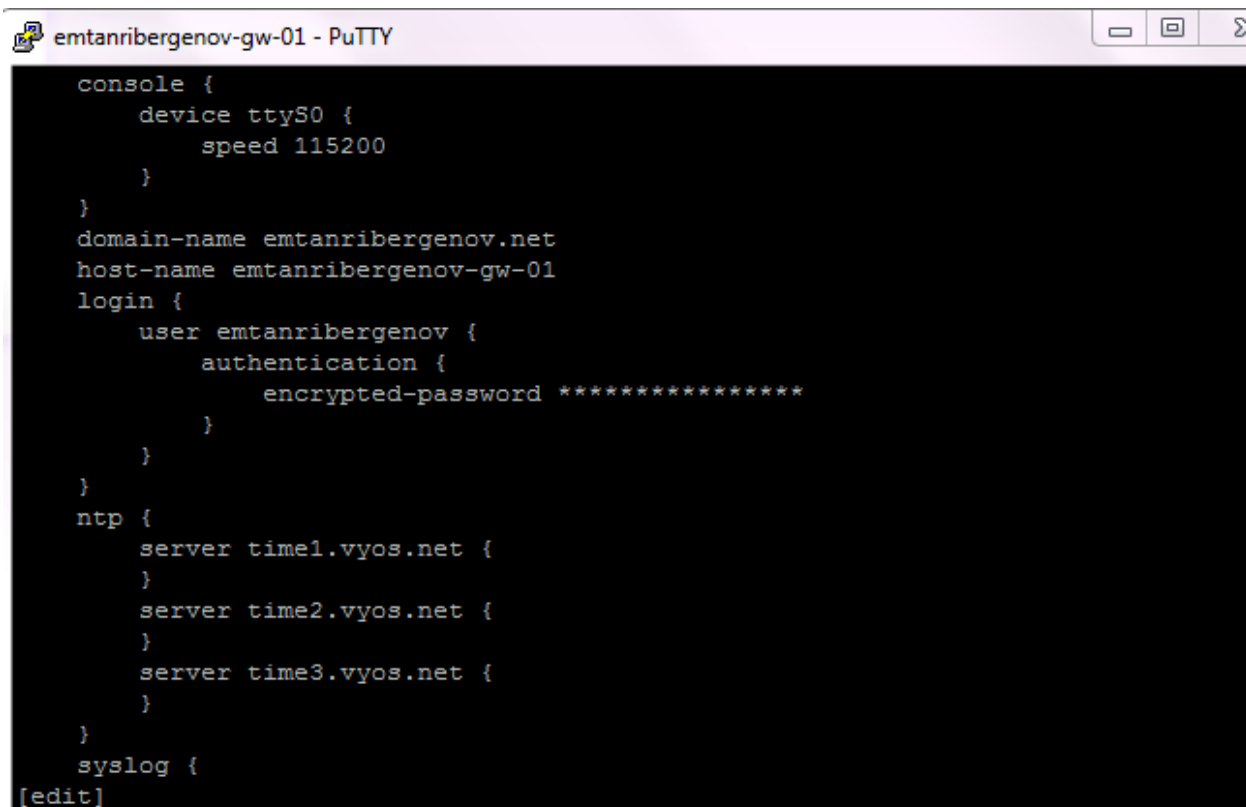
```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateless subnet 2000::0/64
[edit]
```

Рис. 2.7



```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateless common-options name-server 2000::1
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateless common-options domain-search emtanribergenov.net
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# commit
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# save
```

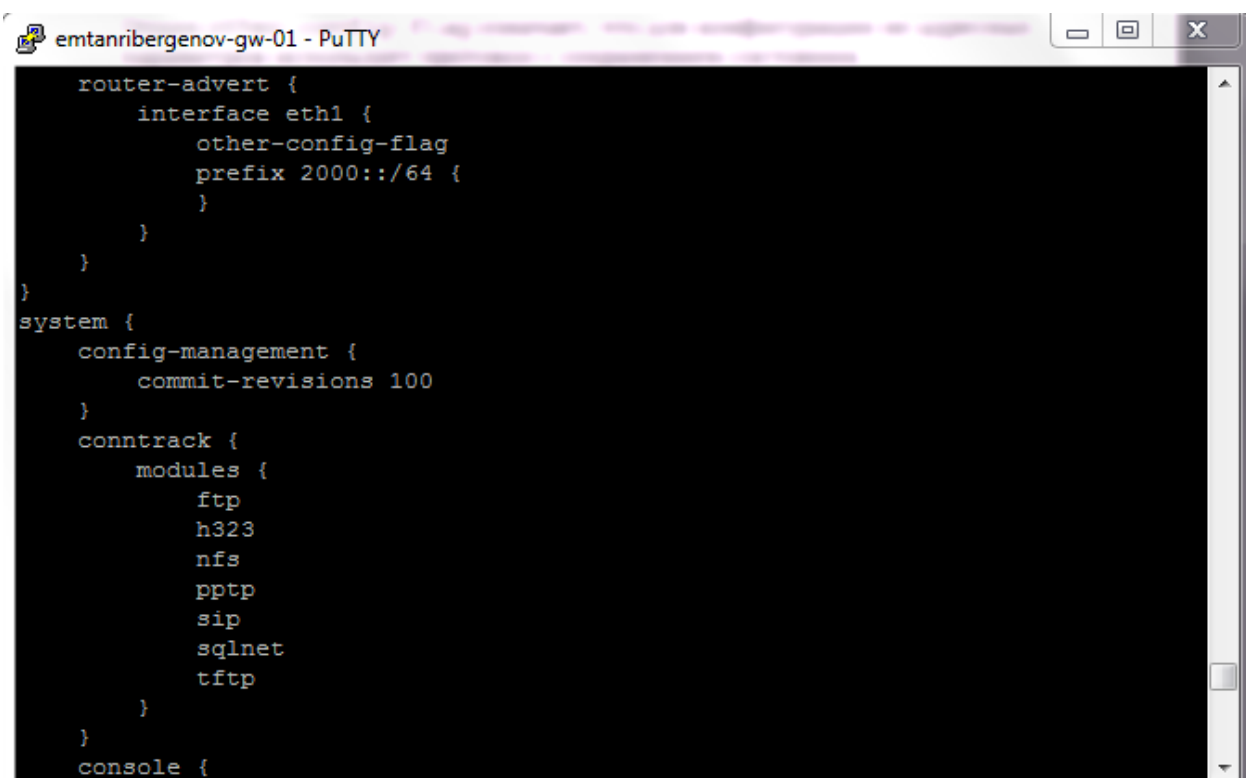
Рис. 2.8



```
emtanribergenov-gw-01 - PuTTY

console {
    device ttyS0 {
        speed 115200
    }
}
domain-name emtanribergenov.net
host-name emtanribergenov-gw-01
login {
    user emtanribergenov {
        authentication {
            encrypted-password *****
        }
    }
}
ntp {
    server time1.vyos.net {
    }
    server time2.vyos.net {
    }
    server time3.vyos.net {
    }
}
syslog {
[edit]
```

Puc. 2.9



```
emtanribergenov-gw-01 - PuTTY

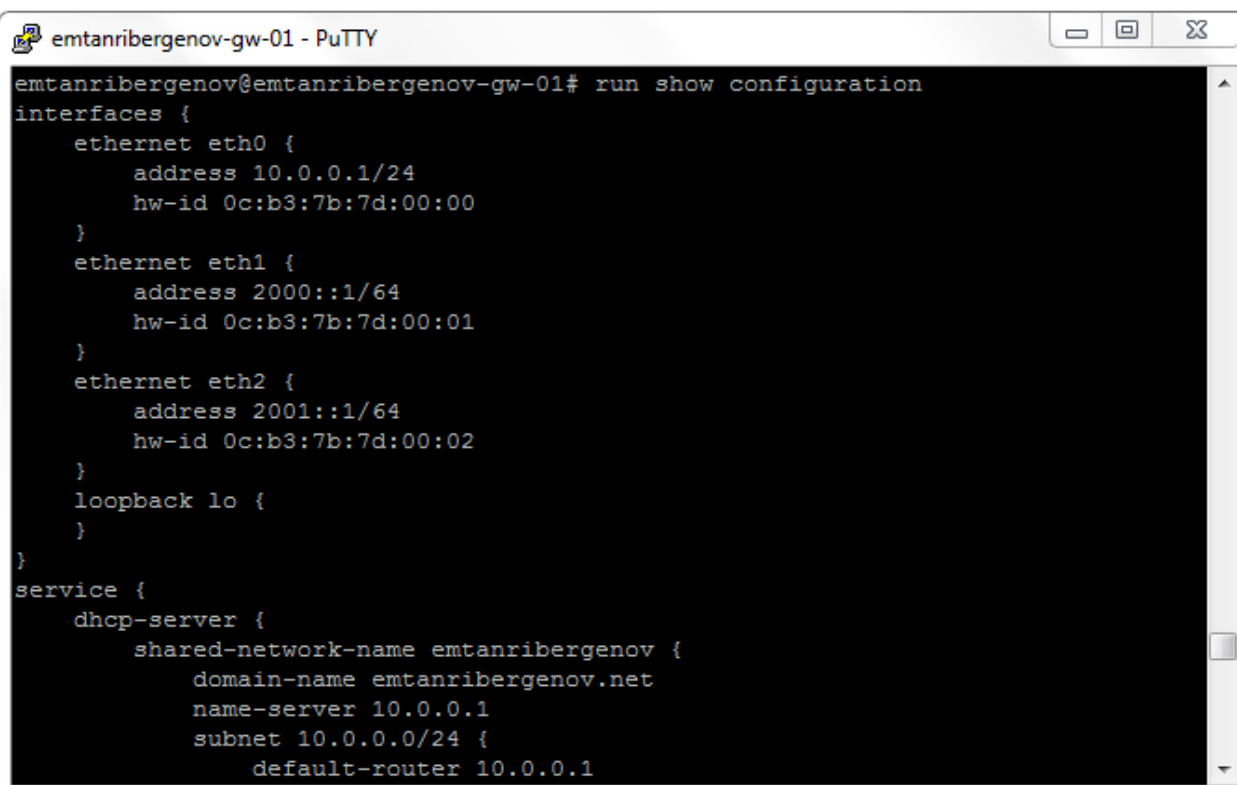
router-advert {
    interface eth1 {
        other-config-flag
        prefix 2000::/64 {
        }
    }
}
system {
    config-management {
        commit-revisions 100
    }
    conntrack {
        modules {
            ftp
            h323
            nfs
            pptp
            sip
            sqlnet
            tftp
        }
    }
    console {
```

Puc. 2.10



```
service {
  dhcp-server {
    shared-network-name emtanribergenov {
      domain-name emtanribergenov.net
      name-server 10.0.0.1
      subnet 10.0.0.0/24 {
        default-router 10.0.0.1
        range hosts {
          start 10.0.0.2
          stop 10.0.0.253
        }
      }
    }
  }
  dhcpv6-server {
    shared-network-name emtanribergenov-stateless {
      common-options {
        domain-search emtanribergenov.net
        name-server 2000::1
      }
      subnet 2000::0/64 {
      }
    }
  }
}
```

Рис. 2.11



```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# run show configuration
interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 10.0.0.1/24
    hw-id 0c:b3:7b:7d:00:00
  }
  ethernet eth1 {
    address 2000::1/64
    hw-id 0c:b3:7b:7d:00:01
  }
  ethernet eth2 {
    address 2001::1/64
    hw-id 0c:b3:7b:7d:00:02
  }
  loopback lo {
  }
}
service {
  dhcp-server {
    shared-network-name emtanribergenov {
      domain-name emtanribergenov.net
      name-server 10.0.0.1
      subnet 10.0.0.0/24 {
        default-router 10.0.0.1
      }
    }
  }
}
```

Рис. 2.12

4. На узле PC2 проверил настройки сети (рис. 2.13 – 2.14).

```
PC2-emtanneribergenov - PuTTY
root@PC2-emtanneribergenov:/# route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination                Next Hop                    Flag Met Ref Use If
2000::/64                  ::                          UAe  256 1   0 eth0
fe80::/64                  ::                          U    256 1   0 eth0
fe80::/64                  ::                          U    256 1   0 eth1
::/0                       fe80::eb3:7bff:fe7d:1      UGDAe 1024 1   0 eth
0
::1/128                   ::                          Un   0   3   0 lo
2000::74a7:4fff:fed6:d466/128 ::                          Un   0   2   0 eth0
fe80::74a7:4fff:fed6:d466/128 ::                          Un   0   3   0 eth0
fe80::8403:38ff:fe16:5ded/128 ::                          Un   0   2   0 eth1
ff00::/8                  ::                          U    256 3   0 eth0
ff00::/8                  ::                          U    256 1   0 eth1
::/0                      ::                          !n  -1  1   0 lo
root@PC2-emtanneribergenov:/#
```

Рис. 2.13

```
PC2-emtanneribergenov - PuTTY
PC2-emtanneribergenov console is now available... Press RETURN to get started.
root@PC2-emtanneribergenov:/# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 2000::74a7:4fff:fed6:d466 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
    inet6 fe80::74a7:4fff:fed6:d466 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 76:a7:4f:d6:d4:66 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 10 bytes 1140 (1.1 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 14 bytes 1092 (1.0 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::8403:38ff:fe16:5ded prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 86:03:38:16:5d:ed 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

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
```

Рис. 2.14

5. На узле PC2 пропинговал маршрутизатор (рис. 2.15).


```

root@PC2-emtandribergenov:/# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1(2000::1) 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=11.4 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.34 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1004ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.341/6.371/11.402/5.031 ms

```

Рис. 2.15

6. На узле PC2 проверил настройки DNS (рис. 2.16).

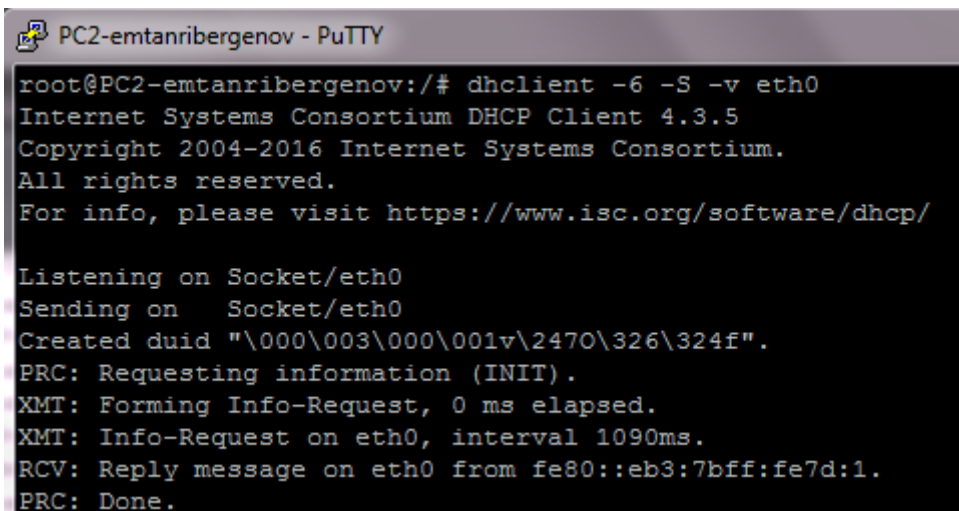
```

root@PC2-emtandribergenov:/# cat /etc/resolv.conf
root@PC2-emtandribergenov:/#

```

Рис. 2.16

7. На узле PC2 получил адрес по DHCPv6 (рис. 2.17). 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.



```

PC2-emtandribergenov - PuTTY
root@PC2-emtandribergenov:/# dhclient -6 -S -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.3.5
Copyright 2004-2016 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\001v\2470\326\324f".
PRC: Requesting information (INIT).
XMT: Forming Info-Request, 0 ms elapsed.
XMT: Info-Request on eth0, interval 1090ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::eb3:7bff:fe7d:1.
PRC: Done.

```

Рис. 2.17

8. Вновь пропинговал от узла PC2 маршрутизатор, проверил настройки DNS (рис.2.18).

```

root@PC2-emtanribergenov:/# ping 2000::1 -c 2
PING 2000::1(2000::1) 56 data bytes
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=10.1 ms
64 bytes from 2000::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.59 ms

--- 2000::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.593/5.851/10.109/4.258 ms
root@PC2-emtanribergenov:/# cat /etc/resolv.conf
search emtanribergenov.net.
nameserver 2000::1
root@PC2-emtanribergenov:/# █

```

Рис. 2.18

9. На маршрутизаторе посмотрел статистику DHCP-сервера и выданные адреса (рис. 2.19).

```

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

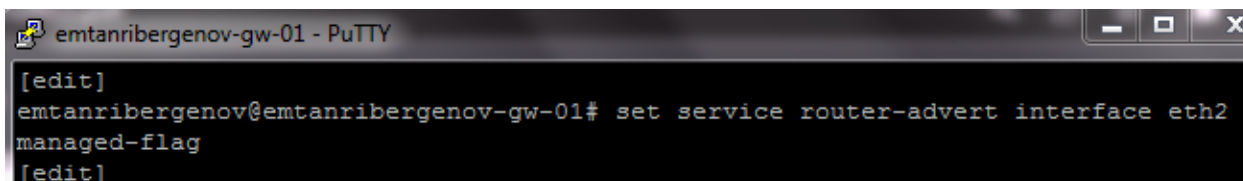
```

Рис. 2.19

10. PC2 успешно отправил эхо-запросы. DHCPv6 сервер не выдал ни одного адреса, т.к. их у него пока не запрашивали.

11. На маршрутизаторе настроил DHCPv6 с отслеживанием состояния (DHCPv6 Stateful configuration):

– На интерфейсе eth2 маршрутизатора настроил объявления о маршрутизаторах (Router Advertisements, RA) (рис. 2.20). Опция managed-flag означает, что hosts использует администрируемый (отслеживающий состояние) протокол для автоматической настройки адресов в дополнение к любым адресам, автоматически настраиваемым с помощью SLAAC.



```

[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service router-advert interface eth2
managed-flag
[edit]

```

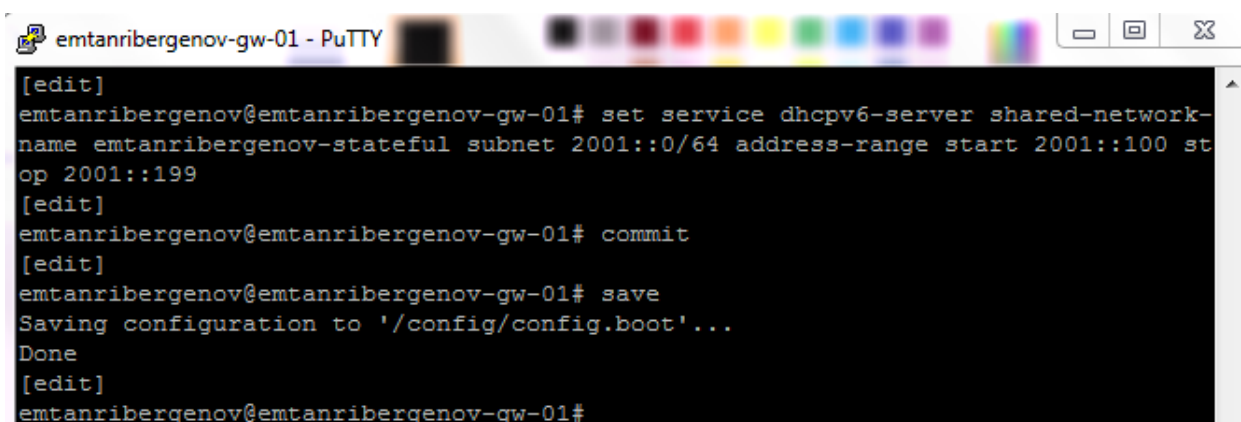
Рис. 2.20

– Добавил конфигурацию DHCP-сервера на маршрутизаторе (рис. 2.21 – 2.22). Здесь создана разделяемая сеть (shared-network-name) с названием username, подсеть (subnet) с

адресом 2001::/64, задан диапазон адресов (range) с именем hosts, содержащий адреса 2001::100 – 2001::199.

```
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateful
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set service dhcpv6-server shared-network-
name emtanribergenov-stateful subnet 2001::0/64
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set servic dhcpv6-server shared-network-n
ame emtanribergenov-stateful subnet 2001::0/64 name-server 2001::1
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# set servic dhcpv6-server shared-network-n
ame emtanribergenov-stateful subnet 2001::0/64 domain-search emtanribergenov.net
[edit]
```

Рис. 2.21



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

Рис. 2.22

12. На маршрутизаторе посмотрел статистику DHCP-сервера и выданные адреса (рис. 2.23).

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

Рис. 2.23

13. Подключился к узлу PC3 и проверил настройки сети (рис. 2.24 – 2.25).

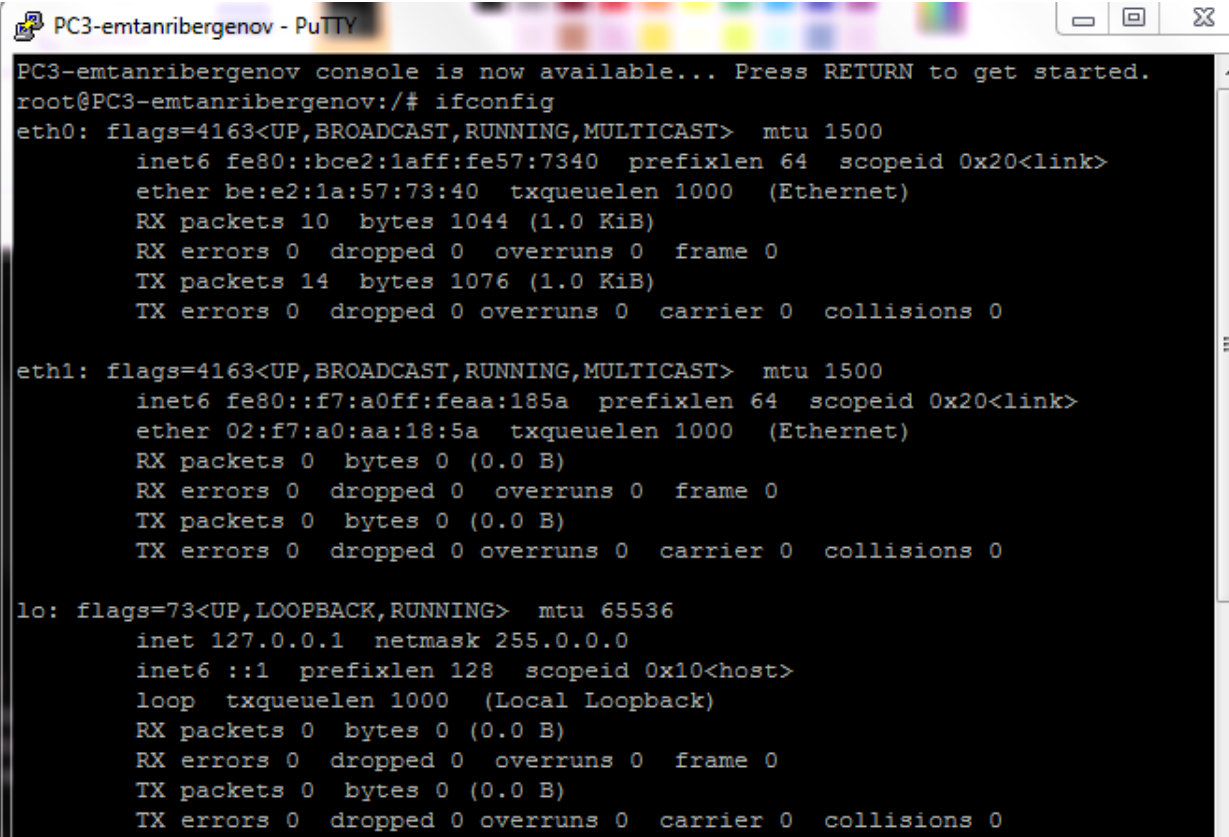
```

root@PC3-emtandribergenov:/# route -n -A inet6
Kernel IPv6 routing table

```

Destination	Next Hop	Flag	Met	Ref	Use	If
fe80::/64	::	U	256	1	0	eth0
fe80::/64	::	U	256	1	0	eth1
::/0	fe80::eb3:7bff:fe7d:2	UGDAe	1024	1	0	eth0
::1/128	::	Un	0	2	0	lo
fe80::f7:a0ff:feaa:185a/128	::	Un	0	3	0	eth1
fe80::bce2:1aff:fe57:7340/128	::	Un	0	2	0	eth0
ff00::/8	::	U	256	3	0	eth0
ff00::/8	::	U	256	1	0	eth1
::/0	::	!n	-1	1	0	lo

Рис. 2.24



```

PC3-emtandribergenov console is now available... Press RETURN to get started.
root@PC3-emtandribergenov:/# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::bce2:1aff:fe57:7340 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether be:e2:1a:57:73:40 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 10 bytes 1044 (1.0 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 14 bytes 1076 (1.0 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::f7:a0ff:feaa:185a prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 02:f7:a0:aa:18:5a 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

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    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

```

Рис. 2.25

14. На узле PC3 проверил настройки DNS (рис. 2.26).

```

root@PC3-emtandribergenov:/# cat /etc/resolv.conf
root@PC3-emtandribergenov:/#

```

Рис. 2.26

15. На узле PC3 получил адрес по DHCPv6 (рис. 2.27 – 2.28).

```

XMT: | X-- Requested rebind +5400
XMT: | | X-- IAADDR 2001::199
XMT: | | | X-- Preferred lifetime +7200
XMT: | | | X-- Max lifetime +7500
XMT: V IA_NA appended.
XMT: Request on eth0, interval 1070ms.
RCV: Reply message on eth0 from fe80::eb3:7bff:fe7d:2.
RCV: X-- IA_NA 1a:57:73:40
RCV: | X-- starts 1666551434
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
RCV: | X-- [Options]
RCV: | | X-- IAADDR 2001::199
RCV: | | | X-- Preferred lifetime 7200.
RCV: | | | X-- Max lifetime 7500.
RCV: X-- Server ID: 00:01:00:01:2a:e8:3b:b2:0c:b3:7b:7d:00:01
PRC: Bound to lease 00:01:00:01:2a:e8:3b:b2:0c:b3:7b:7d:00:01.
root@PC3-emtanribergenov:/#

```

Puc. 2.27

```

root@PC3-emtanribergenov:/# dhclient -6 -v eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.3.5
Copyright 2004-2016 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*\350K\010\276\342\032Ws@".
PRC: Soliciting for leases (INIT).
XMT: Forming Solicit, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 1a:57:73:40
XMT: | X-- Request renew in +3600
XMT: | X-- Request rebind in +5400
XMT: Solicit on eth0, interval 1060ms.
RCV: Advertise message on eth0 from fe80::eb3:7bff:fe7d:2.
RCV: X-- IA_NA 1a:57:73:40
RCV: | X-- starts 1666551433
RCV: | X-- t1 - renew +0
RCV: | X-- t2 - rebind +0
RCV: | X-- [Options]
RCV: | | X-- IAADDR 2001::199
RCV: | | | X-- Preferred lifetime 27000.
RCV: | | | X-- Max lifetime 43200.
RCV: X-- Server ID: 00:01:00:01:2a:e8:3b:b2:0c:b3:7b:7d:00:01
RCV: Advertisement recorded.
PRC: Selecting best advertised lease.
PRC: Considering best lease.
PRC: X-- Initial candidate 00:01:00:01:2a:e8:3b:b2:0c:b3:7b:7d:00:01 (s: 10105,
p: 0).
XMT: Forming Request, 0 ms elapsed.
XMT: X-- IA_NA 1a:57:73:40
XMT: | X-- Requested renew +3600
XMT: | X-- Requested rebind +5400
XMT: | | X-- IAADDR 2001::199

```

Puc. 2.28

16. Вновь на узле PC3 проверил настройки сети, пропинговал маршрутизатор, проверил настройки DNS (рис. 2.29 – 2.30).

```
root@PC3-emtandribergenov:/# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::bce2:1aff:fe57:7340 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 2001::199 prefixlen 128 scopeid 0x0<global>
    ether be:e2:1a:57:73:40 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 21 bytes 2192 (2.1 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 21 bytes 1828 (1.7 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::f7:a0ff:feaa:185a prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 02:f7:a0:aa:18:5a 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

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    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

root@PC3-emtandribergenov:/#
```

Рис. 2.29

```
root@PC3-emtandribergenov:/# route -r -A inet6
route: invalid option -- 'r'
Usage: inet6_route [-vF] del Target
       inet6_route [-vF] add Target [gw Gw] [metric M] [[dev] If]
       inet6_route [-FC] flush      NOT supported
root@PC3-emtandribergenov:/# ping 2001::1 -c 2
PING 2001::1(2001::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=11.1 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.40 ms

--- 2001::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1000ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.405/6.284/11.163/4.879 ms
root@PC3-emtandribergenov:/#
root@PC3-emtandribergenov:/# cat /etc/resolv.conf
search emtandribergenov.net.
nameserver 2001::1
root@PC3-emtandribergenov:/#
```

Рис. 2.30

17. На маршрутизаторе посмотрел статистику DHCP-сервера и выданные адреса (рис. 2.31).

```

emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01# run show dhcpv6 server leases
IPv6 address      State      Last communication      Lease expiration      Remaining
Type              Pool                               IAID_DUID
-----
-----
-----
2001::199         active    2022/10/23 18:57:14     2022/10/23 21:02:14   1:58:53
non-temporary    emtanribergenov-stateful  40:73:57:1a:00:01:00:01:2a:e8:4b:08:be
:e2:1a:57:73:40
[edit]
emtanribergenov@emtanribergenov-gw-01#

```

Рис. 2.31

18. В Wireshark видно, что на сервер был запрос по протоколу DHCPv6 и ответ от сервера.

*- [emtanribergenov-gw-01 eth2 to emtanribergenov-sw-03 Ethernet1]

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
22	4790.916741	fe80::bce2:1aff:fe5...	ff02::1:2	DHCPv6	118	Solicit XID: 0x42ae46 CID: 000100012ae84b08bee21a577
23	4790.975589	fe80::eb3:7bff:fe7d...	fe80::bce2:1aff:fe5...	DHCPv6	191	Advertise XID: 0x42ae46 IAA: 2001::199 CID: 00010001
24	4791.986022	fe80::bce2:1aff:fe5...	ff02::1:2	DHCPv6	164	Request XID: 0x1f1b22 CID: 000100012ae84b08bee21a577
25	4792.011217	fe80::eb3:7bff:fe7d...	fe80::bce2:1aff:fe5...	DHCPv6	191	Reply XID: 0x1f1b22 IAA: 2001::199 CID: 000100012ae8

Рис. 2.32

*- [emtanribergenov-gw-01 eth1 to emtanribergenov-sw-02 Ethernet1]

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
29	1164.108741	fe80::74a7:4fff:fed...	ff02::1:2	DHCPv6	98	Information-request XID: 0x872130 CID: 0003000176a74
30	1164.123779	fe80::eb3:7bff:fe7d...	fe80::74a7:4fff:fed...	DHCPv6	143	Reply XID: 0x872130 CID: 0003000176a74fd6d466

Рис. 2.33