



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе № 6

Название: IPv6 сети. Основы сетевого программирования и автоматизации

Дисциплина: Сети и телекоммуникации

Студент

ИУ6-52Б
(Группа)

(Подпись, дата)

С.В. Астахов
(И.О.
Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

(И.О.
Фамилия)

Москва, 2021

Введение

Цель: научиться работать с IPv6 и получить базовое представление о сетевом программировании.

Задачи:

- Научиться настраивать адреса IPv6
- Научиться настраивать статические маршруты IPv6
- Научиться настраивать DHCP в IPv6 сети
- Научиться работать с библиотекой telnetlib для Python

Ход работы

Часть 1. IPv6 сети.

Создадим топологию, показанную на рисунке 1.

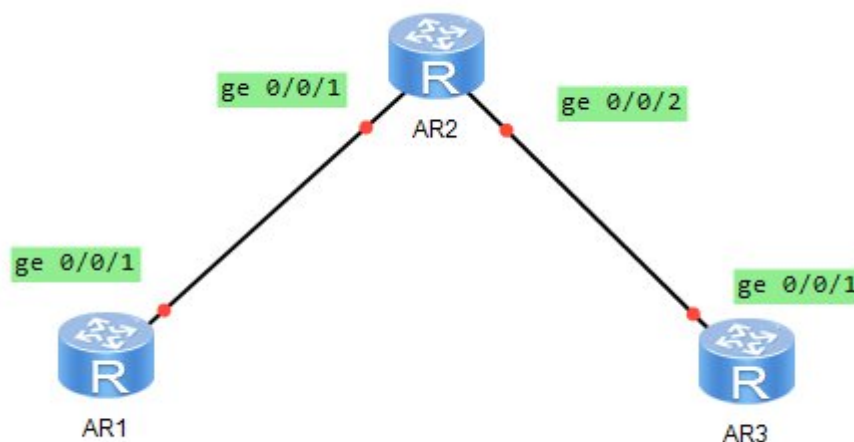


Рисунок 1 - Топология сети

Включим IPv6 адресацию на всех устройствах, как это показано на рисунке 2 для AR1.

```
[Astakhov-R1]ipv6
```

Рисунок 2 - Включение IPv6 адресации

Затем включим адресацию IPv6 на необходимых интерфейсах, как это показано на рисунке 3 для GE 0/0/1 AR1.

```
[Astakhov-R1]interface GigabitEthernet 0/0/1  
[Astakhov-R1-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 enable
```

Рисунок 3 - Включение IPv6 адресации на интерфейсе

Далее сгенерируем link-local адреса интерфейсов для настройки соединения между маршрутизаторами, как показано на рисунке 4 для GE 0/0/1 AR1.

```
[Astakhov-R1-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 address auto link-local
```

Рисунок 4 - Генерация link-local адреса

Отообразим IPv6 статус интерфейсов и убедимся, что протокол активен. На рисунке 5 показан пример для GE 0/0/1 AR2.

```
[Astakhov-R2]display ipv6 interface GigabitEthernet 0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
No global unicast address configured
Joined group address(es):
  FE02::1:FE5B:217
  FE02::2
  FE02::1
MTU is 1500 bytes
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND retransmit interval is 1000 milliseconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses
```

Рисунок 5 - IPv6 статус GE 0/0/1 AR2

Проверим соединение между AR1 и AR2, как показано на рисунке 6. Как видно из рисунка - соединение работает корректно.

```
<Astakhov-R1>ping ipv6 FE80::2E0:FCFF:FE5B:217 -i GigabitEthernet 0/0/1
PING FE80::2E0:FCFF:FE5B:217 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
Reply from FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
bytes=56 Sequence=1 hop limit=64 time = 70 ms
Reply from FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
bytes=56 Sequence=2 hop limit=64 time = 20 ms
Reply from FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
bytes=56 Sequence=3 hop limit=64 time = 20 ms
Reply from FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
bytes=56 Sequence=4 hop limit=64 time = 30 ms
Reply from FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
bytes=56 Sequence=5 hop limit=64 time = 10 ms

--- FE80::2E0:FCFF:FE5B:217 ping statistics ---
 5 packet(s) transmitted
 5 packet(s) received
 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 10/30/70 ms
```

Рисунок 6 - Проверка соединения между AR1 и AR2

Настроим IPv6 адреса на AR2, как это показано на рисунке 7.

```
[Astakhov-R2]interface GigabitEthernet 0/0/1
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 address 2000:0012::2 64
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/1]quit
[Astakhov-R2]interface GigabitEthernet 0/0/2
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/2]ipv6 address 2000:0023::2 64
```

Рисунок 7 - Настройка IPv6 адресов на AR2

Настроим DHCP сервер на AR2 так, чтобы AR3 мог получить от него IPv6 адрес (рисунок 8).

```
[Astakhov-R2]dhcp enable
Info: The operation may take a few seconds. Please wait for a moment.done.
[Astakhov-R2]dhcpv6 pool pool1
[Astakhov-R2-dhcpv6-pool-pool1]address prefix 2000:0023::/64
[Astakhov-R2-dhcpv6-pool-pool1]dns-server 2000:0023::2
[Astakhov-R2-dhcpv6-pool-pool1]quit
[Astakhov-R2]interface GigabitEthernet 0/0/2
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/2]dhcpv6 server pool1
```

Рисунок 8 - Настройка DHCP сервера

Настроим DHCP клиент на AR3 и отобразим информацию об устройстве, как показано на рисунке 9.

```
<Astakhov-R3>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Astakhov-R3]dhcp enable
Info: The operation may take a few seconds. Please wait for a moment.dc
[Astakhov-R3]interface GigabitEthernet 0/0/1
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 address auto dhcp
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]display ipv6 interface brief
*down: administratively down
(1): loopback
(s): spoofing
Interface                Physical      Protocol
GigabitEthernet0/0/1     up           up
[IPv6 Address] 2000:23::1
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]display dns server
Type:
D:Dynamic      S:Static

No configured ip dns servers.

No.  Type  IPv6 Address          Interface Name
1    D      2000:23::2           -
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]
```

Рисунок 9 - Настройка DHCP клиента

Настроим DHCP сервер так, чтобы он сообщал клиентам адрес шлюза (рисунок 10).

```
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/2]undo ipv6 nd ra halt
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/2]ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/2]ipv6 nd autoconfig other-flag
```

Рисунок 10 - Настройка DHCP сервера

Настроим маршрутизатор AR3 на получение маршрута по умолчанию через RA-сообщения, как это показано на рисунке 11.


```
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 address auto global default
[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]display ipv6 routing-table
Routing Table : Public
    Destinations : 4   Routes : 4

Destination : ::
NextHop     : FE80::2E0:FCFF:FE5B:218
Cost        : 0
RelayNextHop : ::
Interface   : GigabitEthernet0/0/1
PrefixLength : 0
Preference  : 64
Protocol    : Unr
TunnelID    : 0x0
Flags       : D

Destination : ::1
NextHop     : ::1
Cost        : 0
RelayNextHop : ::
Interface   : InLoopBack0
PrefixLength : 128
Preference  : 0
Protocol    : Direct
TunnelID    : 0x0
Flags       : D

Destination : 2000:23::1
NextHop     : ::1
Cost        : 0
RelayNextHop : ::
Interface   : GigabitEthernet0/0/1
PrefixLength : 128
Preference  : 0
Protocol    : Direct
TunnelID    : 0x0
Flags       : D

Destination : FE80::
NextHop     : ::
Cost        : 0
RelayNextHop : ::
Interface   : NULL0
PrefixLength : 10
Preference  : 0
Protocol    : Direct
TunnelID    : 0x0
Flags       : D

[Astakhov-R3-GigabitEthernet0/0/1]|
```

Рисунок 11 - Настройка маршрутизатор для конфигурации по DHCP

Далее настроим получение IP адреса для AR1. Сначала включим возможность отправлять RA-сообщения на соответствующем интерфейсе AR2, как показано на рисунке 12.

```
[Astakhov-R2]interface GigabitEthernet 0/0/1
[Astakhov-R2-GigabitEthernet0/0/1]undo ipv6 nd ra halt
```

Рисунок 12 - Настройка RA на AR2

Далее включим автоконфигурацию IP адреса на AR1 в stateless режиме. Посмотрим результат настройки и убедимся, что адрес настроен (рисунок 13).

```
[Astakhov-R1-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 address auto global
[Astakhov-R1-GigabitEthernet0/0/1]display ipv6 interface brief
*down: administratively down
(l): loopback
(s): spoofing
Interface                               Physical      Protocol
GigabitEthernet0/0/1                    up            up
```

Рисунок 13 - Настройка IP адреса на AR1

Настроим статический маршрут и проверим соединение между AR1 и AR3, как показано на рисунке 14.

```
[Astakhov-R1-GigabitEthernet0/0/1]ipv6 route-static 2000:23:: 64 2000:12::2
[Astakhov-R1]ping ipv6 2000:23::1
  PING 2000:23::1 : 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 2000:23::1
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=63  time = 30 ms
    Reply from 2000:23::1
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=63  time = 30 ms
    Reply from 2000:23::1
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=63  time = 30 ms
    Reply from 2000:23::1
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=63  time = 30 ms

--- 2000:23::1 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  4 packet(s) received
  20.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 30/30/30 ms
```

Рисунок 14 - Настройка статического маршрута

Отобразим на AR1 информацию о соседях (рисунок 15).

```
[Astakhov-R1]display ipv6 neighbors
-----
IPv6 Address : 2000:12::2
Link-layer   : 00e0-fc5b-0217                State : REACH
Interface    : GE0/0/1                       Age    : 0
VLAN         : -                             CEVLAN: -
VPN name     :                               Is Router: TRUE
Secure FLAG  : UN-SECURE

IPv6 Address : FE80::2E0:FCFF:FE5B:217
Link-layer   : 00e0-fc5b-0217                State : REACH
Interface    : GE0/0/1                       Age    : 0
VLAN         : -                             CEVLAN: -
VPN name     :                               Is Router: TRUE
Secure FLAG  : UN-SECURE
-----

Total: 2          Dynamic: 2          Static: 0
```

Рисунок 15 - Информация о соседних устройствах AR1

На рисунках 16-18 приведены конфигурации маршрутизаторов AR1, AR2, AR3.

```

<Astakhov-R1>display current-configuration
[V200R003C00]
#
 sysname Astakhov-R1
#
 snmp-agent local-engineid 800007DB0300000000000000
 snmp-agent
#
 clock timezone China-Standard-Time minus 08:00:00
#
 portal local-server load portalpage.zip
#
 drop illegal-mac alarm
#
 ipv6
#
 set cpu-usage threshold 80 restore 75
#
 aaa
 authentication-scheme default
 authorization-scheme default
 accounting-scheme default
 domain default
 domain default_admin
 local-user admin password cipher %$%$K8m.Nt84DZ)e#<0`8bmE3Uw}%$%$
 local-user admin service-type http
#
 firewall zone Local
 priority 15
#
 interface GigabitEthernet0/0/0
#
 interface GigabitEthernet0/0/1
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
 ipv6 address auto global
#
 interface GigabitEthernet0/0/2
#
 interface NULL0
#
 ipv6 route-static 2000:23:: 64 2000:12::2
#
 user-interface con 0
 authentication-mode password
 user-interface vty 0 4
 user-interface vty 16 20
#
 wlan ac
#
 return

```

Рисунок 16 - Конфигурация AR1

```

sysname Astakhov-R2
#
snmp-agent local-engineid 800007DB0300000000000000
snmp-agent
#
clock timezone China-Standard-Time minus 08:00:00
#
portal local-server load portalpage.zip
#
drop illegal-mac alarm
#
ipv6
#
set cpu-usage threshold 80 restore 75
#
dhcp enable
#
dhcpv6 pool pool1
address prefix 2000:23::/64
dns-server 2000:23::2
#
aaa
authentication-scheme default
authorization-scheme default
accounting-scheme default
domain default
domain default_admin
local-user admin password cipher %$%$K8m.Nt84DZ}e#<0`8bmE3Uw}%$%$
local-user admin service-type http
#
firewall zone Local
priority 15
#
interface GigabitEthernet0/0/0
#
interface GigabitEthernet0/0/1
ipv6 enable
ipv6 address 2000:12::2/64
ipv6 address auto link-local
undo ipv6 nd ra halt
#
interface GigabitEthernet0/0/2
ipv6 enable
ipv6 address 2000:23::2/64
ipv6 address auto link-local
undo ipv6 nd ra halt
ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
ipv6 nd autoconfig other-flag
dhcpv6 server pool1
#
interface NULL0
#
user-interface con 0
authentication-mode password
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
#
wlan ac
#
return

```

Рисунок 17 - Конфигурация AR2


```

<Astakhov-R3>display current-configuration
[V200R003C00]
#
 sysname Astakhov-R3
#
 snmp-agent local-engineid 800007DB0300000000000000
 snmp-agent
#
 clock timezone China-Standard-Time minus 08:00:00
#
portal local-server load portalpage.zip
#
 drop illegal-mac alarm
#
ipv6
#
 set cpu-usage threshold 80 restore 75
#
dhcp enable
#
aaa
 authentication-scheme default
 authorization-scheme default
 accounting-scheme default
 domain default
 domain default_admin
 local-user admin password cipher %$%$K8m.Nt84DZ)e#<0`8bmE3Uw}%$%$
 local-user admin service-type http
#
firewall zone Local
 priority 15
#
interface GigabitEthernet0/0/0
#
interface GigabitEthernet0/0/1
 ipv6 enable
 ipv6 address auto link-local
 ipv6 address auto global default
 ipv6 address auto dhcp
#
interface GigabitEthernet0/0/2
#
interface NULL0
#
user-interface con 0
 authentication-mode password
user-interface vty 0 4
user-interface vty 16 20
#
wlan ac
#
return

```

Рисунок 18 - Конфигурация AR3

Часть 2. Основы сетевого программирования и автоматизации.

Создадим топологию, показанную на рисунке 19.

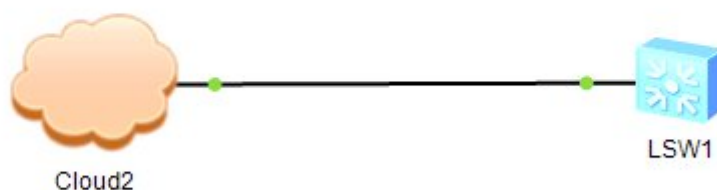


Рисунок 19 - Топология сети

Настроим Cloud так, чтобы иметь доступ к сети с реального ПК (рисунок 20).

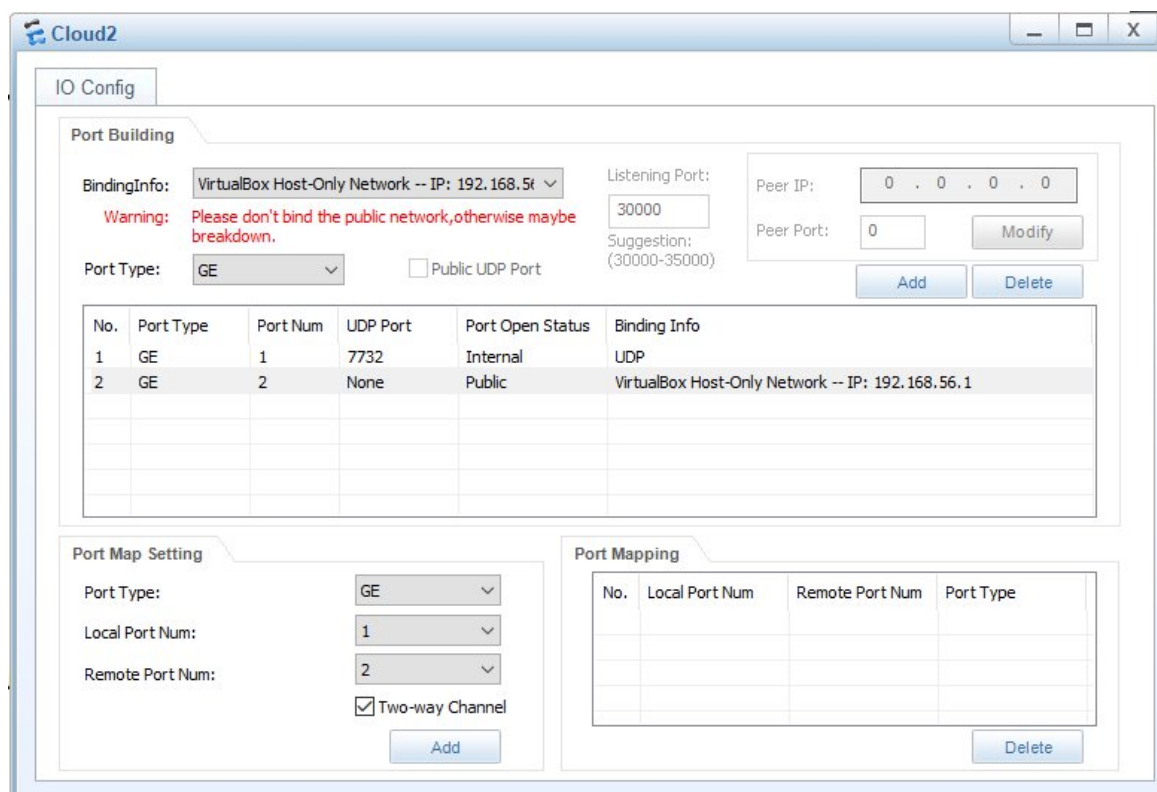


Рисунок 20 - Настройка сетевых портов

Настроим LSW1 как сервер Telnet и зададим пароль. Процесс настройки показан на рисунке 21.

```
[Astakhov-S1]user-interface vty 0 4
[Astakhov-S1-ui-vty0-4]authentication-mode password
[Astakhov-S1-ui-vty0-4]set authentication password simple Huawei@123
[Astakhov-S1-ui-vty0-4]protocol inbound telnet
[Astakhov-S1-ui-vty0-4]
Nov  4 2021 16:39:30-08:00 Astakhov-S1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2
011.5.25.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is
5, the change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[Astakhov-S1-ui-vty0-4]user privilege level 15
```

Рисунок 21 - Настройка Telnet

Включим Telnet сервер на LSW1 (рисунок 22).

```
[Astakhov-S1]telnet server enable
Info: The Telnet server has been enabled.
```

Рисунок 22 - Включение сервера Telnet

Настроим VLAN и IP адрес на маршрутизаторе, как показано на рисунке 23.

```
[Astakhov-S1-GigabitEthernet0/0/1]vlan 3
[Astakhov-S1-vlan3]interface vlanif 3
[Astakhov-S1-Vlanif3]ip address 192.168.56.101 24
[Astakhov-S1-Vlanif3]quit
[Astakhov-S1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[Astakhov-S1-GigabitEthernet0/0/1]port link-type access
[Astakhov-S1-GigabitEthernet0/0/1]port default vlan 3
```

Рисунок 23 - Настройка VLAN и IP адреса

Проверим соединение с маршрутизатором с реального ПК, как показано на рисунке 24.

```
C:\Users\Trickster2038>ping 192.168.56.101

Обмен пакетами с 192.168.56.101 по 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.56.101: число байт=32 время=64мс TTL=255
Ответ от 192.168.56.101: число байт=32 время=23мс TTL=255
Ответ от 192.168.56.101: число байт=32 время=3мс TTL=255
Ответ от 192.168.56.101: число байт=32 время=13мс TTL=255

Статистика Ping для 192.168.56.101:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 3мсек, Максимальное = 64 мсек, Среднее = 25 мсек
```

Рисунок 24 - Проверка соединения

Запустим в Jupyter Notebook сценарий, представленный на рисунке 25.

```
import telnetlib
import time
host = '192.168.56.101'
password = 'Huawei@123'
tn = telnetlib.Telnet(host)
tn.read_until(b"Password:")
tn.write(password.encode('ascii') + b"\n")
tn.write(b'display cu \n')
time.sleep(1)
print(tn.read_very_eager().decode('ascii'))
tn.close()
```

Рисунок 25 - Сценарий подключения на Python

При выполнении сценарий подключится к маршрутизатору через Telnet, введет пароль, запросит конфигурацию устройства, получит ее и выведет на экран (кроме прочего, преобразуя кодировку строк в/из ascii) как показано на рисунке 26.

```
Info: The max number of VTY users is 5, and the number
      of current VTY users on line is 1.
      The current login time is 2021-11-04 17:24:39.
<Astakhov-S1>display cu
#
sysname Astakhov-S1
#
vlan batch 3
#
cluster enable
ntdp enable
ndp enable
#
drop illegal-mac alarm
#
diffserv domain default
#
drop-profile default
#
aaa
authentication-scheme default
authorization-scheme default
accounting-scheme default
domain default
domain default_admin
local-user admin password simple admin
local-user admin service-type http
#
---- More ----
```

Рисунок 26 - Конфигурация маршрутизатора

Вывод: в ходе данной лабораторной работы был изучен процесс настройки IPv6 маршрутов, настройки статических IPv6 адресов и DHCP в режиме IPv6, а также рассмотрено написание простейших сетевых программ на примере программы на Python с использованием библиотеки telnetlib.