

7

Лабораторная работа. Создание сети IPv6

7.1 Общая информация

7.1.1 О лабораторной работе

Интернет-протокол версии 6 (Internet Protocol Version 6, IPv6), также называемый интернет-протоколом следующего поколения (IP Next Generation, IPng), был разработан сообществом IETF (Internet Engineering Task Force) для решения проблем, с которыми столкнулась предыдущая версия IPv4.

IPv6 имеет следующие преимущества перед IPv4:

- Практически бесконечное адресное пространство
- Иерархическая структура адресов
- Автоматическая настройка
- Упрощенный заголовок пакета
- Высокий уровень безопасности
- Обеспечение мобильности
- Расширенные функции QoS

В этом разделе описываются методы настройки сети IPv6, которые помогут вам понять основные принципы назначения адресов IPv6.

7.1.2 Цели

Лабораторная работа помогает получить практические навыки по изучению следующих тем:

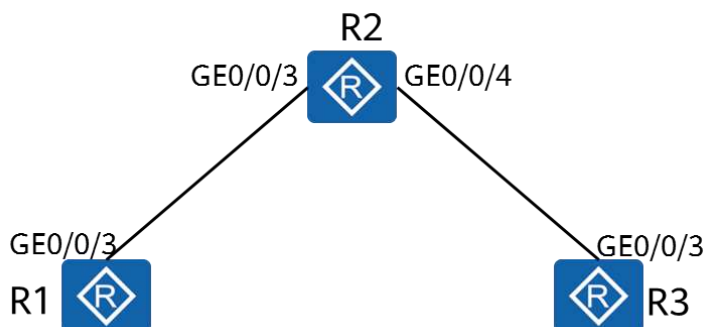
- Настройка статических адресов IPv6
- Настройка сервера DHCPv6
- Настройка адресов без отслеживания состояния
- Настройка статических маршрутов IPv6
- Способы просмотра информации IPv6

7.1.3 Топология сети

Предприятию требуется развернуть IPv6 в своей сети.

1. Настройте статические IPv6-адреса двум интерфейсам маршрутизатора R2.
2. Настройте автоконфигурацию адреса без отслеживания состояния на GigabitEthernet0/0/3 маршрутизатора R1.
3. Настройте IPv6-адрес для GigabitEthernet0/0/3 маршрутизатора R3 с помощью DHCPv6.

Рис. 7-1 Топология сети для создания сети IPv6, используемая в данной лабораторной работе



7.2 Лабораторная работа

7.2.1 План работы

1. Настройка статических адресов IPv6.
2. Настройка сервера DHCPv6.
3. Настройка назначения адресов IPv6 без отслеживания состояния.
4. Вывод на экран адресов IPv6.

7.2.2 Процедура конфигурирования

Шаг 1 Настройте основные параметры устройств.

Задайте имена устройствам.

Подробности данной операции здесь не приводятся.

Шаг 2 Настройте функции IPv6 на устройствах и интерфейсах.

Включите IPv6 глобально.

```
[R1]ipv6
```

С помощью команды **ipv6** можно настроить устройство на передачу одноадресных пакетов IPv6, включая отправку и получение локальных пакетов IPv6.

```
[R2]ipv6
```

```
[R3]ipv6
```

Включите IPv6 на интерфейсе.

```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

Команда **ipv6 enable** позволяет включить функцию IPv6 на интерфейсе.

```
[R1-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 enable
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 enable
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/4
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]ipv6 enable
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]quit
```

```
[R3]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

```
[R3-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 enable
```

```
[R3-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

Шаг 3 Настройте локальный адрес канала (link-local address) для интерфейса и проверьте конфигурацию.

Настройте на интерфейсе автоматическое генерирование локального адреса канала (link-local address).

```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

Команда **ipv6 address auto link-local** позволяет включить функцию генерирования локального адреса канала (link-local address) на интерфейсе.

Для каждого интерфейса можно настроить только один локальный адрес канала (link-local address). Рекомендуется использовать функцию автоматического генерирования локального адреса канала (link-local address) во избежание конфликтов этих адресов. После настройки глобального IPv6-адреса одноадресной рассылки интерфейс автоматически сгенерирует локальный адрес канала (link-local address).

```
[R1-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address auto link-local
```

```
[R1-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address auto link-local
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/4
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]ipv6 address auto link-local
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]quit
```

```
[R3]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

```
[R3-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address auto link-local
```

```
[R3-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

Выведите на экран IPv6-статус интерфейса и проверьте возможность подключения.

```
<R1>display ipv6 interface GigabitEthernet 0/0/3
GigabitEthernet0/0/3 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP                               //Физический статус и статус протокола — Up.
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE4D:355  //Локальный адрес канала (link-local address) для
интерфейса сгенерирован.
  No global unicast address configured
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF4D:355
    FF02::2
    FF02::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
```

```
<R2>display ipv6 interface GigabitEthernet 0/0/3
GigabitEthernet0/0/3 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE12:6486
  No global unicast address configured
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF12:6486
    FF02::2
    FF02::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
```

```
<R2>display ipv6 interface GigabitEthernet 0/0/4
GigabitEthernet0/0/4 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE12:6487
  No global unicast address configured
  Joined group address(es):
    FF02::1:FF12:6487
    FF02::2
    FF02::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
```

```
<R3>display ipv6 interface GigabitEthernet 0/0/3
GigabitEthernet0/0/4 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE3C:5133
  No global unicast address configured
```

```
Joined group address(es):
  FF02::1:FF3C:5133
  FF02::2
  FF02::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
```

Проверьте сетевое соединение между маршрутизаторами R1 и R2.

```
<R1>ping ipv6 FE80::2E0:FCFF:FE12:6486 -i GigabitEthernet 0/0/3
PING FE80::2E0:FCFF:FE12:6486 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE12:6486:
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=64 time = 90 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE12:6486:
    bytes=56 Sequence=2 hop limit=64 time = 10 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE12:6486:
    bytes=56 Sequence=3 hop limit=64 time = 20 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE12:6486:
    bytes=56 Sequence=4 hop limit=64 time = 10 ms
  Reply from FE80::2E0:FCFF:FE12:6486:
    bytes=56 Sequence=5 hop limit=64 time = 30 ms

--- FE80::2E0:FCFF:FE12:6486 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 10/32/90 ms
```

При проверке связи с локальным адресом канала (link-local address) посредством команды ping необходимо указать интерфейс-источник или IPv6-адрес источника.

Шаг 4 Настройте статические IPv6-адреса на R2.

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/3
[R2-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address 2000:0012::2 64
[R2-GigabitEthernet0/0/3]quit
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/4
[R2-GigabitEthernet0/0/4]ipv6 address 2000:0023::2 64
[R2-GigabitEthernet0/0/4]quit
```

Шаг 5 Настройте функцию сервера DHCPv6 на R2 и настройте R3 для получения IPv6-адресов через DHCPv6.

Настройте функцию сервера DHCPv6.

```
[R2]dhcp enable
[R2]dhcpv6 pool pool1
An IPv6 address pool named pool1 is created.
[R2-dhcpv6-pool-pool1]address prefix 2000:0023::/64
The IPv6 address prefix is configured.
[R2-dhcpv6-pool-pool1]dns-server 2000:0023::2
The IP address of the DNS server is specified.
[R2-dhcpv6-pool-pool1]quit
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/4
```

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]dhcpv6 server pool1  
[R2-GigabitEthernet0/0/4]quit
```

Настройте функцию клиента DHCPv6.

```
[R3]dhcp enable  
Info: The operation may take a few seconds. Please wait for a moment.done.  
[R3]interface GigabitEthernet 0/0/3  
[R3-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address auto dhcp  
[R3-GigabitEthernet0/0/3]quit
```

Выведите на экран адрес клиента и информацию о DNS-сервере.

```
[R3]display ipv6 interface brief  
*down: administratively down  
(l): loopback  
(s): spoofing  
Interface          Physical      Protocol  
GigabitEthernet0/0/3  up           up  
[IPv6 Address] 2000:23::1  
  
[R3]display dns server  
Type:  
D:Dynamic    S:Static  
No configured ip dns servers.  
No.  Type  IPv6 Address          Interface Name  
1    D     2000:23::2            -
```

*GigabitEthernet0/0/3 на маршрутизаторе R3 получил глобальный IPv6-адрес одноадресной рассылки.
Посмотрите, настроен ли сервер DHCPv6 для передачи информации о шлюзе клиентам?*

В данном случае сервер DHCPv6 не передает клиенту адрес шлюза IPv6.

Когда настроен режим DHCPv6 с отслеживанием состояния, клиенты DHCPv6 получают маршрут по умолчанию IPv6-шлюза с помощью команды **ipv6 address auto global default**. Если настроен режим DHCPv6 без отслеживания состояния, то с помощью этой команды клиенты DHCPv6 получают глобальный IPv6-адрес одноадресной рассылки и маршрут по умолчанию к IPv6-шлюзу. С помощью команды **undo ipv6 nd ra halt** убедитесь, что на интерфейсе удаленного устройства, подключенного к локальному устройству, была включена функция отправки пакетов RA.

Настройте сервер DHCPv6 для передачи адресов шлюза клиентам.

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/4  
[R2-GigabitEthernet0/0/4]undo ipv6 nd ra halt
```

Команда **undo ipv6 nd ra halt** позволяет системе отправлять пакеты RA. По умолчанию интерфейсы маршрутизатора не отправляют пакеты RA.

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
```

Команда **ipv6 nd autoconfig managed-address-flag** используется для установки флага управляемой конфигурации адресов (флаг M) в сообщениях RA, указывающего, должны или нет хосты использовать автоконфигурацию с отслеживанием состояния для получения адресов. По умолчанию флаг не установлен.

- Если флаг M установлен, хост получает IPv6-адрес посредством автоконфигурации с отслеживанием состояния.

- Если флаг M не установлен, хост использует автоконфигурацию без отслеживания состояния для получения IPv6-адреса, то есть хост генерирует IPv6-адрес на основе информации о префиксе в пакете RA.

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]ipv6 nd autoconfig other-flag
```

Команда **ipv6 nd autoconfig other-flag** устанавливает флаг другой конфигурации (флаг O) в сообщениях RA. По умолчанию флаг не установлен.

- Если флаг O установлен, хост использует автоконфигурацию с отслеживанием состояния для получения других параметров конфигурации (за исключением IPv6-адреса), в том числе продолжительность работы маршрутизатора, время доступности соседа, интервал повторной передачи и PMTU.
- Если флаг O не установлен, хост может получить настройки параметров (за исключением IPv6-адреса), в том числе продолжительность работы маршрутизатора, время доступности соседа, интервал повторной передачи и PMTU, посредством автоконфигурации без отслеживания состояния. Это означает, что устройство маршрутизации анонсирует эти конфигурации с помощью сообщений RA подключенным хостам.

```
[R2-GigabitEthernet0/0/4]quit
```

Настройте клиент на получение маршрута по умолчанию посредством сообщений RA.

```
[R3]interface GigabitEthernet 0/0/3
```

```
[R3-GigabitEthernet0/0/3] ipv6 address auto global default
```

Выведите на экран маршруты R3.

```
[R3]display ipv6 routing-table
```

Routing Table : Public

Destinations : 4 Routes : 4

Destination	:::	PrefixLength	: 0
NextHop	: FE80::A2F4:79FF:FE5A:CDAE	Preference	: 64
Cost	: 0	Protocol	: Unr
RelayNextHop	:::	TunnelID	: oxo
Interface	: GigabitEthernet0/0/3	Flags	: D
Destination	:::1	PrefixLength	: 128
NextHop	:::1	Preference	: 0
Cost	: 0	Protocol	: Direct
RelayNextHop	:::	TunnelID	: oxo
Interface	: InLoopBack0	Flags	: D
Destination	: 2000:23::1	PrefixLength	: 128
NextHop	:::1	Preference	: 0
Cost	: 0	Protocol	: Direct
RelayNextHop	:::	TunnelID	: oxo
Interface	: GigabitEthernet0/0/3	Flags	: D
Destination	: FE80::	PrefixLength	: 10
NextHop	:::	Preference	: 0
Cost	: 0	Protocol	: Direct
RelayNextHop	:::	TunnelID	: oxo
Interface	: NULL0	Flags	: D

Шаг 6 Настройте R1 для получения IPv6-адреса в режиме без отслеживания состояния.

Включите RA на GigabitEthernet0/0/3 маршрутизатора R2.

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/3
[R2-GigabitEthernet0/0/3]undo ipv6 nd ra halt
```

Включите функцию автоконфигурации адреса без отслеживания состояния на GigabitEthernet0/0/3 маршрутизатора R1.

```
[R1]interface GigabitEthernet 0/0/3
[R1-GigabitEthernet0/0/3]ipv6 address auto global
```

Выведите на экран конфигурацию IP-адреса маршрутизатора R1.

```
[R1]display ipv6 interface brief
```

*down: administratively down

(l): loopback

(s): spoofing

Interface	Physical	Protocol
GigabitEthernet0/0/3	up	up

```
[IPv6 Address] 2000:12::2E0:FCFF:FE4D:355
```

GigabitEthernet0/0/3 маршрутизатора R1 генерирует глобальный IPv6-адрес одноадресной рассылки на основе префикса IPv6-адреса, полученного из сообщения RA, которое отправил маршрутизатор R2, и локально сгенерированного идентификатора интерфейса.

Шаг 7 Настройте статический маршрут IPv6.

Настройте статический маршрут на маршрутизаторе R1, чтобы обеспечить соединение между GigabitEthernet0/0/3 на маршрутизаторе R1 и GigabitEthernet0/0/3 на маршрутизаторе R3.

```
[R1]ipv6 route-static 2000:23::64 2000:12::2
```

Info: The destination address and mask of the configured static route mismatched, and the static route 2000:23::/64 was generated.

Проверьте возможность установления связи.

```
[R1]ping ipv6 2000:23::1
```

PING 2000:23::1 : 56 data bytes, press CTRL_C to break

Reply from 2000:23::1:

bytes=56 Sequence=1 hop limit=63 time = 20 ms

Reply from 2000:23::1:

bytes=56 Sequence=2 hop limit=63 time = 20 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 = 20 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

5 packet(s) received

0.00% packet loss

round-trip min/avg/max = 20/24/30 ms

R1 имеет статический маршрут к сети 2000:23::/64. R3 получает маршрут по умолчанию через DHCPv6. Следовательно, GigabitEthernet0/0/3 на R1 и GigabitEthernet0/0/3 на R3 могут взаимодействовать друг с другом.

Выведите на экран информацию о соседях IPv6.

```
[R1]display ipv6 neighbors
-----
IPv6 Address      : 2000:12::2
Link-layer        : 00e0-fc12-6486          State      : STALE
Interface         : GE0/0/3                Age        : 8
VLAN              : -                      CEVLAN     : -
VPN name          :                      Is Router  : TRUE
Secure FLAG       : UN-SECURE

IPv6 Address      : FE80::2E0:FCFF:FE12:6486
Link-layer        : 00e0-fc12-6486          State      : STALE
Interface         : GE0/0/3                Age        : 8
VLAN              : -                      CEVLAN     : -
VPN name          :                      Is Router  : TRUE
Secure FLAG       : UN-SECURE
-----
Total: 2          Dynamic: 2          Static: 0
```

----Конец

7.3 Проверка

Подробности данной операции здесь не приводятся.

7.4 Справочные конфигурации

Конфигурация на R1

```
#
sysname R1
#
ipv6
#
interface GigabitEthernet0/0/3
  ipv6 enable
  ipv6 address auto link-local
  ipv6 address auto global
#
ipv6 route-static 2000:23:: 64 2000:12::2
#
return
```

Конфигурация на R2

```
#
```

```
sysname R2
#
ipv6
#
dhcp enable
#
dhcpv6 pool pool1
address prefix 2000:23::/64
dns-server 2000:23::2
#
interface GigabitEthernet0/0/3
ipv6 enable
ipv6 address 2000:12::2/64
ipv6 address auto link-local
undo ipv6 nd ra halt
interface GigabitEthernet0/0/4
#
ipv6 enable
ipv6 address 2000:23::2/64
ipv6 address auto link-local
undo ipv6 nd ra halt
ipv6 nd autoconfig managed-address-flag
dhcpv6 server pool1
#
return
```

Конфигурация на R3

```
#
sysname R3
#
ipv6
#
dhcp enable
#
interface GigabitEthernet0/0/3
ipv6 enable
ipv6 address auto link-local
ipv6 address auto global default
ipv6 address auto dhcp
#
return
```

7.5 Вопросы

1. Почему интерфейс-источник должен быть указан на шаге 3 (для проверки связи между локальными адресами канала), но не должен быть указан на шаге 7 (для проверки связи между адресами GUA)?
2. Объясните, в чем отличие между конфигурацией адреса с отслеживанием состояния и конфигурацией адреса без отслеживания состояния?