Отчёт по лабораторной работе №8

Дисциплина: Сетевые технологии

Мишина Анастасия Алексеевна

Содержание

1 Цель работы **8**

2 Выполнение лабораторной работы **9**
2.1 Настройка динамической маршрутизации в сетях IPv4 и IPv6 9
2.1.1 Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP 19
2.1.2 Настройка динамической маршрутизации по протоколу OSPF 38
2.2 Построение туннеля IPv6–IPv4 49

3 Самостоятельная работа **60**
3.1 Настройка динамической маршрутизации в сетях IPv4 и IPv6 62
3.1.1 Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP 71
3.1.2 Настройка динамической маршрутизации по протоколу OSPF 76

4 Выводы **81**

Список иллюстраций

2.1 Топология моделируемой сети в GNS3 9
2.2 Присвоение IPv4-адреса PC1 10
2.3 Присвоение IPv4-адреса PC2 10
2.4 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1 . 11
2.5 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1 . 11
2.6 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2 . 12
2.7 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3 . 13
2.8 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4 . 14
2.9 Присвоение IPv6-адреса PC1 15
2.10 Присвоение IPv6-адреса PC2 15
2.11 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1 . 16
2.12 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2 . 17
2.13 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3 . 18
2.14 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4 . 19
2.15 Настройка RIP на маршрутизаторе 1 20
2.16 Настройка RIP на маршрутизаторе 2 20
2.17 Настройка RIP на маршрутизаторе 3 20
2.18 Настройка RIP на маршрутизаторе 4 21
2.19 Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 1 21
2.20 Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 2 22
2.21 Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 3 23
2.22 Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 4 24
2.23 Команды ping и trace с PC1 25
2.24 Проверка метрик протокола RIP 25
2.25 Отключение на маршрутизаторе 2 интерфейса 26
2.26 Проверка метрик протокола RIP 26
2.27 Команды ping и trace с PC1 27
2.28 Команды ping и trace с PC1 27
2.29 Включение на маршрутизаторе 2 интерфейса 28
2.30 Команды ping и trace с PC1 29
2.31 Захваченный трафик Request 29
2.32 Захваченный трафик Response 30
2.33 Захваченный трафик Response 30
2.34 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1 . . . 31

2.35 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2 . . . 31
2.36 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3 . . . 31
2.37 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4 . . . 32
2.38 Команды ping и trace с PC1 32
2.39 Проверка метрики протокола RIPng 33
2.40 Отключение интерфейса на маршрутизаторе 2 33
2.41 Проверка метрик протокола RIPng 34
2.42 Команды ping и trace с PC1 34
2.43 Команды ping и trace с PC1 35
2.44 Включение интерфейса на маршрутизаторе 2 36
2.45 Команды ping и trace с PC1 37
2.46 Захваченный трафик Response 38
2.47 Захваченный трафик Response 38
2.48 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 1 . . 39
2.49 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 2 . . 39
2.50 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 3 . . 39
2.51 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 4 . . 39
2.52 Команды ping и trace с PC1 40
2.53 Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv2 . . . 40
2.54 Отключение на маршрутизаторе 2 интерфейса 41
2.55 Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv2 . . . 41
2.56 Команды ping и trace с PC1 42
2.57 Включение на маршрутизаторе 2 интерфейса 42
2.58 Команды ping и trace с PC1 43
2.59 Захваченный трафик 44
2.60 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1 . . 44
2.61 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2 . . 45
2.62 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3 . . 45
2.63 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4 . . 46
2.64 Команды ping и trace с PC1 46
2.65 Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv3 . . . 46
2.66 Отключение интерфейса на маршрутизаторе 2 47
2.67 Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv3 . . . 47
2.68 Команды ping и trace с PC1 47
2.69 Включение интерфейса на маршрутизаторе 2 48
2.70 Команды ping и trace с PC1 48
2.71 Захваченный трафик 49
2.72 Топология моделируемой сети в GNS3 49
2.73 Присвоение IPv4-адреса PC1 50
2.74 Присвоение IPv4-адреса PC2 50
2.75 Смена имени устройства 51
2.76 Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 1 . . . 51

2.77 Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 2 . . . 51
2.78 Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 3 . . . 52
2.79 Проверка появившихся маршрутизаторов 52
2.80 Проверка маршрутов с маршрутизатора 1 53
2.81 Настройка маршрутизации IPv4 53
2.82 Настройка маршрутизации IPv4 53
2.83 Настройка маршрутизации IPv4 54
2.84 Проверка маршрутов с маршрутизатора 1 54
2.85 Создание туннеля IPv6 через сеть IPv4 55
2.86 Создание туннеля IPv6 через сеть IPv4 55
2.87 Настройка статической маршрутизации IPv6 55
2.88 Настройка статической маршрутизации IPv6 56
2.89 Проверка доступности PC1 56
2.90 Проверка доступности PC2 57
2.91 ICMPv6 пакет 58
2.92 ICMPv6 пакет 58
2.93 RIPv2 пакет 59

3.1 Топология моделируемой сети в GNS3 62
3.2 Присвоение IPv4-адреса PC1 62
3.3 Присвоение IPv4-адреса PC2 63
3.4 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1 . 63
3.5 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2 . 64
3.6 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3 . 65
3.7 Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4 . 66
3.8 Присвоение IPv6-адреса PC1 67
3.9 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1 . 68
3.10 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2 . 69
3.11 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3 . 70
3.12 Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4 . 71
3.13 Настройка RIP на маршрутизаторе 1 72
3.14 Настройка RIP на маршрутизаторе 2 72
3.15 Настройка RIP на маршрутизаторе 3 72
3.16 Команды ping и trace с PC1 73
3.17 Захваченный трафик 73
3.18 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1 . . . 74
3.19 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2 . . . 74
3.20 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3 . . . 74
3.21 Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4 . . . 75
3.22 Команды ping и trace с PC1 75
3.23 Захваченный трафик 76
3.24 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 1 . . 76

3.25 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 2 . . 76
3.26 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 3 . . 77
3.27 Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 4 . . 77
3.28 Команды ping и trace с PC1 77
3.29 Захваченный трафик 78
3.30 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1 . . 78
3.31 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2 . . 79
3.32 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3 . . 79
3.33 Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4 . . 79
3.34 Команды ping и trace с PC1 80
3.35 Захваченный трафик 80

Список таблиц

3.1 Таблица адресов сетей 60
3.2 Таблица адресации 60

1 Цель работы

Изучение принципов маршрутизации в IPv4- и IPv6-сетях и принципов настройки сетевого оборудования.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Настройка динамической маршрутизации в сетях IPv4 и IPv6

Повторяем топологию сети (рис. 2.1).

Рис. 2.1: Топология моделируемой сети в GNS3

Присваиваем IPv4-адреса оконечным устройствам PC1 и PC2 в соответствии с данными (рис. 2.2), (рис. 2.3).

Рис. 2.2: Присвоение IPv4-адреса PC1

Рис. 2.3: Присвоение IPv4-адреса PC2

Настроим IPv4-адреса на интерфейсах маршрутизаторов (рис. 2.4), (рис. 2.5), (рис. 2.6), (рис. 2.7), (рис. 2.8).

```
msk-aamishina-gw-01 - PuTTY
 * Starting busybox mdev ... [ ok ]
 * Loading hardware drivers ... [ ok ]
 * Loading modules ... [ ok ]
 * Setting system clock using the hardware clock [UTC] ... [ ok ]
 * Checking local filesystems  .../dev/sda2: clean, 2747/114912 files, 109731/45
9776 blocks
/dev/sda1: clean, 24/12824 files, 25801/51200 blocks
 [ ok ]
 * Remounting root filesystem read/write ... [ ok ]
 * Remounting filesystems ... [ ok ]
 * Mounting local filesystems ... [ ok ]
 * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
 * Creating user login records ... [ ok ]
 * Setting hostname ... [ ok ]
 * Setting keymap ... [ ok ]
 * Starting networking ... *   lo ... [ ok ]
 * Starting busybox syslog ... [ ok ]
 * Seeding 256 bits and crediting
 * Saving 256 bits of creditable seed for next boot
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-01
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ip address 10.0.10.1/24
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ip address 10.0.1.1/24
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ip address 10.0.4.2/24
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
```

Рис. 2.4: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1

```
msk-aamishina-gw-01 - PuTTY
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.10.1/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.1.1/24
exit
!
interface eth2
 ip address 10.0.4.2/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.5: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1

msk-aamishina-gw-02 - PuTTY

```
 * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
 * Creating user login records ... [ ok ]
 * Setting hostname ... [ ok ]
 * Setting keymap ... [ ok ]
 * Starting networking ... *   lo ... [ ok ]
 * Starting busybox syslog ... [ ok ]
 * Seeding 256 bits and crediting
 * Saving 256 bits of creditable seed for next boot
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-02
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ip address 10.0.1.2/24
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ip address 10.0.2.1/24
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.6: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2

msk-aamishina-gw-03 - PuTTY

```
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-03
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.11.1/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.2.2/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.3.1/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-03
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.11.1/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.2/24
exit
!
interface eth2
 ip address 10.0.3.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.7: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3

msk-aamishina-gw-04 - PuTTY

```
 * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
 * Creating user login records ... [ ok ]
 * Setting hostname ... [ ok ]
 * Setting keymap ... [ ok ]
 * Starting networking ... *   lo ... [ ok ]
 * Starting busybox syslog ... [ ok ]
 * Seeding 256 bits and crediting
 * Saving 256 bits of creditable seed for next boot
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-04
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ip address 10.0.3.2/24
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ip address 10.0.4.1/24
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-04
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.3.2/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.4.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.8: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4

Присвоим IPv6-адреса оконечным устройствам PC1 и PC2 в соответствии с данными (рис. 2.9), (рис. 2.10).

Рис. 2.9: Присвоение IPv6-адреса PC1

Рис. 2.10: Присвоение IPv6-адреса PC2

Настроим IPv6-адреса на интерфейсах маршрутизаторов (рис. 2.11), (рис. 2.12), (рис. 2.13), (рис. 2.14).

msk-aamishina-gw-01 - PuTTY

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:10::1/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:10::/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:1::1/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:4::2/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.10.1/24
 ipv6 address 2001:10::1/64
 ipv6 nd prefix 2001:10::/64
 no ipv6 nd suppress-ra
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.1.1/24
 ipv6 address 2001:1::1/64
exit
!
interface eth2
 ip address 10.0.4.2/24
 ipv6 address 2001:4::2/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.11: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1

msk-aamishina-gw-02 - PuTTY

```
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:1::2/64
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:2::1/64
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
sBuilding Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
 ipv6 address 2001:1::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
 ipv6 address 2001:2::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.12: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2

msk-aamishina-gw-03 - PuTTY

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:11::1/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:11::/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:2::2/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:3::1/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-03
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.11.1/24
 ipv6 address 2001:11::1/64
 ipv6 nd prefix 2001:11::/64
 no ipv6 nd suppress-ra
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.2/24
 ipv6 address 2001:2::2/64
exit
!
interface eth2
 ip address 10.0.3.1/24
 ipv6 address 2001:3::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.13: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3

msk-aamishina-gw-04 - PuTTY

```
interface eth1
 ip address 10.0.4.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:3::2/64
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:4::1/64
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-04
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.3.2/24
 ipv6 address 2001:3::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.4.1/24
 ipv6 address 2001:4::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.14: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4

2.1.1 Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP

На маршрутизаторах настроим RIP в качестве протокола динамической маршрутизации (рис. 2.15), (рис. 2.16), (рис. 2.17), (рис. 2.18).

```
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router rip
msk-aamishina-gw-01(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.15: Настройка RIP на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router rip
msk-aamishina-gw-02(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.16: Настройка RIP на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router rip
msk-aamishina-gw-03(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.17: Настройка RIP на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router rip
msk-aamishina-gw-04(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-04(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.18: Настройка RIP на маршрутизаторе 4

Убедимся, что маршрутизация по RIP настроена (рис. 2.19), (рис. 2.20), (рис. 2.21), (рис. 2.22).

```
msk-aamishina-gw-01# show ip route rip
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, F - PBR,
       f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

R>* 10.0.2.0/24 [120/2] via 10.0.1.2, eth1, weight 1, 00:02:03
R>* 10.0.3.0/24 [120/2] via 10.0.4.1, eth2, weight 1, 00:00:20
R>* 10.0.11.0/24 [120/3] via 10.0.1.2, eth1, weight 1, 00:01:07
msk-aamishina-gw-01# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network            Next Hop         Metric From            Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24        0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.2.0/24        10.0.1.2              2 10.0.1.2          0 02:40
R(n) 10.0.3.0/24        10.0.4.1              2 10.0.4.1          0 02:45
C(i) 10.0.4.0/24        0.0.0.0               1 self              0
C(i) 10.0.10.0/24       0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.11.0/24       10.0.1.2              3 10.0.1.2          0 02:40
msk-aamishina-gw-01# show ip rip status
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 18 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is not set
  Incoming update filter list for all interface is not set
  Default redistribution metric is 1
  Redistributing:
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface        Send  Recv   Key-chain
    eth0             2     2
    eth1             2     2
    eth2             2     2
  Routing for Networks:
    eth0
    eth1
    eth2
  Routing Information Sources:
    Gateway          BadPackets BadRoutes  Distance Last Update
    10.0.1.2                 0         0       120   00:00:20
    10.0.4.1                 0         0       120   00:00:06
  Distance: (default is 120)
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.19: Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02# show ip route rip
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, F - PBR,
       f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

R>* 10.0.3.0/24 [120/2] via 10.0.2.2, eth1, weight 1, 00:02:28
R>* 10.0.4.0/24 [120/2] via 10.0.1.1, eth0, weight 1, 00:03:13
R>* 10.0.10.0/24 [120/2] via 10.0.1.1, eth0, weight 1, 00:03:13
R>* 10.0.11.0/24 [120/2] via 10.0.2.2, eth1, weight 1, 00:02:16
msk-aamishina-gw-02# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network            Next Hop         Metric From            Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24        0.0.0.0               1 self              0
C(i) 10.0.2.0/24        0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.3.0/24        10.0.2.2              2 10.0.2.2          0 02:38
R(n) 10.0.4.0/24        10.0.1.1              2 10.0.1.1          0 02:48
R(n) 10.0.10.0/24       10.0.1.1              2 10.0.1.1          0 02:48
R(n) 10.0.11.0/24       10.0.2.2              2 10.0.2.2          0 02:38
msk-aamishina-gw-02# show ip rip status
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 15 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is not set
  Incoming update filter list for all interface is not set
  Default redistribution metric is 1
  Redistributing:
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface        Send  Recv   Key-chain
    eth0             2     2
    eth1             2     2
  Routing for Networks:
    eth0
    eth1
  Routing Information Sources:
    Gateway          BadPackets BadRoutes  Distance Last Update
    10.0.1.1                 0         0       120   00:00:01
    10.0.2.2                 0         0       120   00:00:11
  Distance: (default is 120)
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.20: Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03# show ip route rip
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, F - PBR,
       f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

R>* 10.0.1.0/24 [120/2] via 10.0.2.1, eth1, weight 1, 00:03:19
R>* 10.0.4.0/24 [120/2] via 10.0.3.2, eth2, weight 1, 00:02:42
R>* 10.0.10.0/24 [120/3] via 10.0.2.1, eth1, weight 1, 00:03:19
msk-aamishina-gw-03# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network            Next Hop         Metric From            Tag Time
R(n) 10.0.1.0/24        10.0.2.1              2 10.0.2.1         0 02:42
C(i) 10.0.2.0/24        0.0.0.0               1 self             0
C(i) 10.0.3.0/24        0.0.0.0               1 self             0
R(n) 10.0.4.0/24        10.0.3.2              2 10.0.3.2         0 02:37
R(n) 10.0.10.0/24       10.0.2.1              3 10.0.2.1         0 02:42
C(i) 10.0.11.0/24       0.0.0.0               1 self             0
msk-aamishina-gw-03# show ip rip status
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 9 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is not set
  Incoming update filter list for all interface is not set
  Default redistribution metric is 1
  Redistributing:
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface        Send  Recv   Key-chain
    eth0             2     2
    eth1             2     2
    eth2             2     2
  Routing for Networks:
    eth0
    eth1
    eth2
  Routing Information Sources:
    Gateway          BadPackets BadRoutes  Distance Last Update
    10.0.2.1                 0         0       120   00:00:21
    10.0.3.2                 0         0       120   00:00:01
  Distance: (default is 120)
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.21: Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# show ip route rip
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, F - PBR,
       f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

R>* 10.0.1.0/24 [120/2] via 10.0.4.2, eth1, weight 1, 00:03:04
R>* 10.0.2.0/24 [120/2] via 10.0.3.1, eth0, weight 1, 00:03:06
R>* 10.0.10.0/24 [120/2] via 10.0.4.2, eth1, weight 1, 00:03:04
R>* 10.0.11.0/24 [120/2] via 10.0.3.1, eth0, weight 1, 00:03:06
msk-aamishina-gw-04# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network            Next Hop         Metric From            Tag Time
R(n) 10.0.1.0/24        10.0.4.2              2 10.0.4.2          0 02:37
R(n) 10.0.2.0/24        10.0.3.1              2 10.0.3.1          0 02:49
C(i) 10.0.3.0/24        0.0.0.0               1 self              0
C(i) 10.0.4.0/24        0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.10.0/24       10.0.4.2              2 10.0.4.2          0 02:37
R(n) 10.0.11.0/24       10.0.3.1              2 10.0.3.1          0 02:49
msk-aamishina-gw-04# show ip rip status
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 6 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is not set
  Incoming update filter list for all interface is not set
  Default redistribution metric is 1
  Redistributing:
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface        Send  Recv   Key-chain
    eth0             2     2
    eth1             2     2
  Routing for Networks:
    eth0
    eth1
  Routing Information Sources:
    Gateway          BadPackets BadRoutes  Distance Last Update
    10.0.3.1                 0         0       120   00:00:13
    10.0.4.2                 0         0       120   00:00:25
  Distance: (default is 120)
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.22: Проверка настройки RIP на маршрутизаторе 4

Проверим пути прохождения пакетов: с PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.23).

```
PC1-aamishina - PuTTY

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 10.0.11.10

84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=1 ttl=61 time=10.973 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=2 ttl=61 time=7.900 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=3 ttl=61 time=8.133 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=4 ttl=61 time=9.092 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=5 ttl=61 time=10.134 ms

VPCS> trace 10.0.11.10 -P 6
trace to 10.0.11.10, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1   10.0.10.1   5.219 ms  1.463 ms  1.040 ms
 2   10.0.1.2   12.516 ms  3.942 ms  3.274 ms
 3   10.0.2.2   12.660 ms  2.515 ms  2.751 ms
 4   10.0.11.10   2.585 ms  2.820 ms  2.213 ms

VPCS>
```

Рис. 2.23: Команды ping и trace с PC1

Проверим метрики протокола RIP (рис. 2.24).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network          Next Hop         Metric From            Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24      0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.2.0/24      10.0.1.2              2 10.0.1.2          0 02:53
R(n) 10.0.3.0/24      10.0.4.1              2 10.0.4.1          0 02:51
C(i) 10.0.4.0/24      0.0.0.0               1 self              0
C(i) 10.0.10.0/24     0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.11.0/24     10.0.1.2              3 10.0.1.2          0 02:53
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.24: Проверка метрик протокола RIP

Предположим, что пакет проходит через маршрутизатор msk-aamishina-gw-02. Отключим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.25).

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
 ipv6 address 2001:1::2/64
 shutdown
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
 ipv6 address 2001:2::1/64
exit
!
router rip
 network eth0
 network eth1
 version 2
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.25: Отключение на маршрутизаторе 2 интерфейса

Проверим метрики протокола RIP (рис. 2.26).

```
msk-aamishina-gw-01# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

     Network            Next Hop         Metric From            Tag Time
C(i) 10.0.1.0/24        0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.2.0/24        10.0.1.2              2 10.0.1.2          0 00:50
R(n) 10.0.3.0/24        10.0.4.1              2 10.0.4.1          0 02:30
C(i) 10.0.4.0/24        0.0.0.0               1 self              0
C(i) 10.0.10.0/24       0.0.0.0               1 self              0
R(n) 10.0.11.0/24       10.0.1.2              3 10.0.1.2          0 00:50
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.26: Проверка метрик протокола RIP

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов. Пример-

ное время засечь не удалось, но маршрут восстановился (рис. 2.27), (рис. 2.28).

```
PC1-aamishina - PuTTY
VPCS> ping 10.0.11.10

10.0.11.10 icmp_seq=1 timeout
10.0.11.10 icmp_seq=2 timeout
10.0.11.10 icmp_seq=3 timeout
10.0.11.10 icmp_seq=4 timeout
10.0.11.10 icmp_seq=5 timeout

VPCS> trace 10.0.11.10 -P 6
trace to 10.0.11.10, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1   10.0.10.1   4.808 ms  0.966 ms  0.842 ms
 2     *  *  *
 3   *10.0.10.1   2.738 ms (ICMP type:3, code:0, Destination network unreachable
)  *
 4     *  *  *
 5     *  *  *
 6     *  *  *
 7     *  *  *
 8     *  *  *

VPCS>
```

Рис. 2.27: Команды ping и trace с PC1

```
PC1-aamishina - PuTTY
 5     *  *  *
 6     *  *  *
 7     *  *  *
 8     *  *  *

VPCS> ping 10.0.11.10

84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=1 ttl=61 time=11.211 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=2 ttl=61 time=9.054 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=3 ttl=61 time=7.548 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=4 ttl=61 time=9.714 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=5 ttl=61 time=7.993 ms

VPCS> trace 10.0.11.10 -P 6
trace to 10.0.11.10, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1   10.0.10.1   14.743 ms  1.440 ms  1.244 ms
 2   10.0.4.1   8.357 ms  6.219 ms  2.769 ms
 3   10.0.3.1   6.747 ms  5.001 ms  4.350 ms
 4   10.0.11.10   12.057 ms  5.391 ms  5.699 ms

VPCS>
```

Рис. 2.28: Команды ping и trace с PC1

Включим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.29).

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
 ipv6 address 2001:1::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
 ipv6 address 2001:2::1/64
exit
!
router rip
 network eth0
 network eth1
 version 2
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.29: Включение на маршрутизаторе 2 интерфейса

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.30).

Рис. 2.30: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 2.31), (рис. 2.32). Видим протокол RIPv2, который использует многоадресную рассылку по адресу 224.0.0.9 для отправки обновлений маршрутизации в отличие от RIPv1, который выполняет рассылку на широковещательный адрес. Протокол использует UDP порт 520. В ответе видим, что роутер изначально делает рассылку о сети 10.0.4.0, затем начинает делать рассылку и о других сетях (рис. 2.33) 10.0.1.0, 10.0.2.0, 10.0.3.0, 10.0.4.0, 10.0.11.0 с периодичностью в 30 секунд.

Рис. 2.31: Захваченный трафик Request

Рис. 2.32: Захваченный трафик Response

Рис. 2.33: Захваченный трафик Response

На маршрутизаторах настройим RIPng для сетей IPv6 (рис. 2.34), (рис. 2.35), (рис. 2.36), (рис. 2.37).

```
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.34: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.35: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.36: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-04(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.37: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4

Проверим пути прохождения пакетов: с PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.38).

```
PC1-aamishina - PuTTY
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=11.590 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=9.821 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=11.049 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=8.714 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=9.042 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   4.290 ms  0.918 ms  1.698 ms
 2 2001:1::2   6.449 ms  4.120 ms  2.423 ms
 3 2001:2::2   10.077 ms  7.326 ms  7.770 ms
 4 2001:11::a   6.507 ms  3.801 ms  4.024 ms

VPCS>
```

Рис. 2.38: Команды ping и trace с PC1

Проверим метрики протокола RIPng (рис. 2.39).

```
msk-aamishina-gw-01# show ipv6 ripng
Codes: R - RIPng, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface, (a/S) - aggregated/Suppressed

   Network      Next Hop                    Via     Metric Tag Time
C(i) 2001:1::/64
                  ::                         self       1    0
R(n) 2001:2::/64
                  fe80::e9d:f9ff:fe9d:0      eth1       2    0  02:35
R(n) 2001:3::/64
                  fe80::e32:eff:fe4e:1       eth2       2    0  02:56
C(i) 2001:4::/64
                  ::                         self       1    0
C(i) 2001:10::/64
                  ::                         self       1    0
R(n) 2001:11::/64
                  fe80::e9d:f9ff:fe9d:0      eth1       3    0  02:56
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.39: Проверка метрики протокола RIPng

Предположим, что пакет проходит через маршрутизатор msk-aamishina-gw-02. Отключим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.40).

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.40: Отключение интерфейса на маршрутизаторе 2

Проверим метрики протокола RIPng (рис. 2.41).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# show ipv6 ripng
Codes: R - RIPng, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface, (a/S) - aggregated/Suppressed

   Network      Next Hop                    Via     Metric Tag Time
C(i) 2001:1::/64
                  ::                         self       1    0
R(n) 2001:2::/64
                  fe80::e9d:f9ff:fe9d:0      eth1       2    0  02:31
R(n) 2001:3::/64
                  fe80::e32:eff:fe4e:1       eth2       2    0  02:44
C(i) 2001:4::/64
                  ::                         self       1    0
C(i) 2001:10::/64
                  ::                         self       1    0
R(n) 2001:11::/64
                  fe80::e9d:f9ff:fe9d:0      eth1       3    0  02:44
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.41: Проверка метрик протокола RIPng

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов. Примерное время засечь не удалось, но маршрут восстановился (рис. 2.42), (рис. 2.43).

```
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 timeout
2001:11::a icmp6_seq=2 timeout
2001:11::a icmp6_seq=3 timeout
2001:11::a icmp6_seq=4 timeout
2001:11::a icmp6_seq=5 timeout

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   2.368 ms  0.880 ms  0.985 ms
 2   *  *  *
 3 *2001:10::1   81.760 ms (ICMP type:1, code:3, Address unreachable)
```

Рис. 2.42: Команды ping и trace с PC1

```
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=11.590 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=9.821 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=11.049 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=8.714 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=9.042 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   4.290 ms  0.918 ms  1.698 ms
 2 2001:1::2   6.449 ms  4.120 ms  2.423 ms
 3 2001:2::2   10.077 ms  7.326 ms  7.770 ms
 4 2001:11::a   6.507 ms  3.801 ms  4.024 ms
```

Рис. 2.43: Команды ping и trace с PC1

Включим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.44).

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# write memory
% Unknown command: write memory
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
 ipv6 address 2001:1::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
 ipv6 address 2001:2::1/64
exit
!
router rip
 network eth0
 network eth1
 version 2
exit
!
router ripng
lines 1-23
```

Рис. 2.44: Включение интерфейса на маршрутизаторе 2

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.45).

```
PC1-aamishina - PuTTY
 3 2001:3::1   17.236 ms  5.748 ms  5.682 ms
 4 2001:11::a   6.005 ms  9.089 ms  8.707 ms

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=9.150 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=8.720 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=8.511 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=7.043 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=9.775 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   2.289 ms  0.540 ms  5.897 ms
 2 2001:4::1   10.240 ms  5.456 ms  7.011 ms
 3 2001:3::1   8.972 ms  7.760 ms  7.197 ms
 4 2001:11::a   6.240 ms  7.217 ms  12.922 ms

VPCS>
```

Рис. 2.45: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 2.46), (рис. 2.47). Видим протокол RIPng, который использует многоадресную рассылку по адресу FF02::9 для отправки обновлений маршрутизации. Протокол использует UDP порт 521. В ответе видим, что роутер делает рассылку о сетях 2001:1::/64, 2001:2::/64, 2001:3::/64, 2001:4::/64, 2001:10::/64, 2001:11::/64 с периодичностью в 30 секунд. Записи таблицы маршрутов, передаваемые протоколом RIPng, содержат префикс маршрута, длину префикса и метрику маршрута.

Рис. 2.46: Захваченный трафик Response

Рис. 2.47: Захваченный трафик Response

2.1.2 Настройка динамической маршрутизации по протоколу OSPF

На маршрутизаторах настроим OSPFv2 для сетей IPv4 (рис. 2.48), (рис. 2.49), (рис. 2.50), (рис. 2.51).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.0.10.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.0.1.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.0.4.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.48: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network 10.0.1.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network 10.0.2.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.49: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network 10.0.11.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network 10.0.2.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network 10.0.3.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.50: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network 10.0.3.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network 10.0.4.0/24 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.51: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 4

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.52).

Рис. 2.52: Команды ping и trace с PC1

Проверим таблицу маршрутизации протокола OSPFv2 (рис. 2.53).

Рис. 2.53: Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv2

Предположим, что пакет проходит через маршрутизатор msk-aamishina-gw-02. Отключим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.54).

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.54: Отключение на маршрутизаторе 2 интерфейса

Проверим таблицу маршрутизации протокола OSPFv2 (рис. 2.55).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# show ip ospf neighbor

Neighbor ID     Pri State           Up Time         Dead Time Address         Interface
                        RXmtL RqstL DBsmL
10.0.2.1          1 Full/Backup     7m54s              3.596s 10.0.1.2        eth1:10.0
.1.1                        1     0     0
10.0.4.1          1 Full/Backup     5m17s             32.141s 10.0.4.1        eth2:10.0
.4.2                        0     0     0

msk-aamishina-gw-01# show ip ospf route
============ OSPF network routing table ============
N    10.0.1.0/24           [100] area: 0.0.0.0
                           directly attached to eth1
N    10.0.2.0/24           [300] area: 0.0.0.0
                           via 10.0.4.1, eth2
N    10.0.3.0/24           [200] area: 0.0.0.0
                           via 10.0.4.1, eth2
N    10.0.4.0/24           [100] area: 0.0.0.0
                           directly attached to eth2
N    10.0.10.0/24          [100] area: 0.0.0.0
                           directly attached to eth0
N    10.0.11.0/24          [300] area: 0.0.0.0
                           via 10.0.4.1, eth2

============ OSPF router routing table =============

============ OSPF external routing table ===========


msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.55: Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv2

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов. Примерное время засечь не удалось, но маршрут восстановился (рис. 2.56).

```
VPCS>
VPCS> ping 10.0.11.10

84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=1 ttl=61 time=15.991 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=2 ttl=61 time=8.918 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=3 ttl=61 time=13.457 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=4 ttl=61 time=14.539 ms
84 bytes from 10.0.11.10 icmp_seq=5 ttl=61 time=11.340 ms

VPCS> trace 10.0.11.10 -P 6
trace to 10.0.11.10, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1   10.0.10.1   4.024 ms  1.363 ms  0.646 ms
 2   10.0.4.1   6.573 ms  3.291 ms  4.076 ms
 3   10.0.3.1   14.338 ms  5.851 ms  4.891 ms
 4   10.0.11.10   8.675 ms  10.237 ms  11.801 ms

VPCS>
```

Рис. 2.56: Команды ping и trace с PC1

Включим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.57).

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.57: Включение на маршрутизаторе 2 интерфейса

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.58).

Рис. 2.58: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 2.59). Видим протокол OSPF. В OSPF административное расстояние по умолчанию равно 110. В качестве параметра для определения метрики маршрута используется стоимость. По умолчанию за параметр стоимости принимается скорость передачи информации. В сетях IPv4 используется OSPFv2. Для связи между соседями с поддержкой OSPF применяются многоадресные IPv4-адреса 224.0.0.5 и 224.0.0.6 (в нашем случае 224.0.0.5). Перед обменом обновлениями о маршрутах маршрутизаторы OSPF устанавливают отношения соседства. Соседи OSPF обнаруживаются динамически путём отправки сообщений Hello через каждый интерфейс с поддержкой OSPF на маршрутизаторе на адрес 224.0.0.5.

Рис. 2.59: Захваченный трафик

На маршрутизаторах настроим OSPFv3 для сетей IPv6 (рис. 2.60), (рис. 2.61), (рис. 2.62), (рис. 2.63).

```
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-01(config-ospf6)# ospf6 router-id 1.1.1.1
msk-aamishina-gw-01(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.60: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-02(config-ospf6)# ospf6 router-id 2.2.2.2
msk-aamishina-gw-02(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.61: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-03(config-ospf6)# ospf6 router-id 3.3.3.3
msk-aamishina-gw-03(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.62: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-04(config-ospf6)# ospf6 router-id 4.4.4.4
msk-aamishina-gw-04(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 2.63: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.64).

```
PC1-aamishina - PuTTY
 3   10.0.3.1   11.934 ms  8.210 ms  6.014 ms
 4   10.0.11.10   12.873 ms  6.577 ms  13.026 ms

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=19.258 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=9.198 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=9.347 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=9.650 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=9.971 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   3.752 ms  1.174 ms  1.076 ms
 2 2001:1::2   10.865 ms  3.408 ms  4.451 ms
 3 2001:2::2   11.572 ms  9.361 ms  12.431 ms
 4 2001:11::a   8.480 ms  12.141 ms  13.880 ms

VPCS>
```

Рис. 2.64: Команды ping и trace с PC1

Проверим таблицу маршрутизации протокола OSPFv3 (рис. 2.65).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# show ipv6 ospf6 neighbor
Neighbor ID     Pri    DeadTime    State/IfState         Duration I/F[State]
2.2.2.2           1    00:00:31     Full/BDR             00:03:25 eth1[DR]
4.4.4.4           1    00:00:34     Full/BDR             00:00:53 eth2[DR]
msk-aamishina-gw-01# show ipv6 ospf6 route
*N IA 2001:1::/64                    ::                          eth1 00:00:58
*N IA 2001:2::/64                    fe80::e9d:f9ff:fe9d:0       eth1 00:00:58
*N IA 2001:3::/64                    fe80::e32:eff:fe4e:1        eth2 00:00:58
*N IA 2001:4::/64                    ::                          eth2 00:00:58
*N IA 2001:10::/64                   ::                          eth0 00:00:58
*N IA 2001:11::/64                   fe80::e9d:f9ff:fe9d:0       eth1 00:00:58
                                     fe80::e32:eff:fe4e:1        eth2
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.65: Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv3

Предположим, что пакет проходит через маршрутизатор msk-aamishina-gw-02. Отключим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.66).

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.66: Отключение интерфейса на маршрутизаторе 2

Проверим таблицу маршрутизации протокола OSPFv3 (рис. 2.67).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# show ipv6 ospf6 route
*N IA 2001:1::/64                    ::                          eth1 00:00:27
*N IA 2001:2::/64                    fe80::e32:eff:fe4e:1        eth2 00:00:27
*N IA 2001:3::/64                    fe80::e32:eff:fe4e:1        eth2 00:00:27
*N IA 2001:4::/64                    ::                          eth2 00:00:27
*N IA 2001:10::/64                   ::                          eth0 00:00:27
*N IA 2001:11::/64                   fe80::e32:eff:fe4e:1        eth2 00:00:27
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.67: Проверка таблицы маршрутизации протокола OSPFv3

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов. Примерное время засечь не удалось, но маршрут восстановился (рис. 2.68).

```
PC1-aamishina - PuTTY
 4 2001:11::a   8.480 ms  12.141 ms  13.880 ms

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=16.707 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=8.826 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=12.349 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=12.692 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=13.167 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   1.753 ms  2.014 ms  1.418 ms
 2 2001:4::1   7.336 ms  2.108 ms  5.105 ms
 3 2001:3::1   7.655 ms  4.082 ms  6.674 ms
 4 2001:11::a   6.049 ms  10.594 ms  6.585 ms

VPCS>
```

Рис. 2.68: Команды ping и trace с PC1

Включим на маршрутизаторе msk-aamishina-gw-02 интерфейс (рис. 2.69).

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.69: Включение интерфейса на маршрутизаторе 2

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 2.70).

```
PC1-aamishina - PuTTY
 1 2001:10::1   1.753 ms  2.014 ms  1.418 ms
 2 2001:4::1   7.336 ms  2.108 ms  5.105 ms
 3 2001:3::1   7.655 ms  4.082 ms  6.674 ms
 4 2001:11::a   6.049 ms  10.594 ms  6.585 ms

VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:11::a

2001:11::a icmp6_seq=1 ttl=58 time=16.261 ms
2001:11::a icmp6_seq=2 ttl=58 time=14.064 ms
2001:11::a icmp6_seq=3 ttl=58 time=23.599 ms
2001:11::a icmp6_seq=4 ttl=58 time=6.342 ms
2001:11::a icmp6_seq=5 ttl=58 time=7.797 ms

VPCS> trace 2001:11::a

trace to 2001:11::a, 64 hops max
 1 2001:10::1   1.895 ms  2.355 ms  1.996 ms
 2 2001:1::2   7.371 ms  5.321 ms  5.688 ms
 3 2001:2::2   7.122 ms  12.596 ms  10.022 ms
 4 2001:11::a   12.267 ms  7.328 ms  10.547 ms

VPCS>
```

Рис. 2.70: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 2.71). Видим протокол OSPF. В сетях IPv6 применяется OSPFv3 — протокол маршрутизации на основе состояния канала. OSPFv3 разделяет сеть на несколько областей и использует групповой трафик для отправки обновлений маршрутизации и подтверждений. В качестве группового адреса для маршрутизатора OSPF используется адрес FF02::5 (224.0.0.5), для выделенного маршрутизатора (designated router, DR) — FF02::6 (224.0.0.6).

Рис. 2.71: Захваченный трафик

2.2 Построение туннеля IPv6–IPv4

Повторяем топологию сети (рис. 2.72).

Рис. 2.72: Топология моделируемой сети в GNS3

Присвоим адреса оконечным устройствам PC1 и PC2 в соответствии с данными (рис. 2.73), (рис. 2.74).

Рис. 2.73: Присвоение IPv4-адреса PC1

Рис. 2.74: Присвоение IPv4-адреса PC2

На маршрутизаторах перейдем в режим конфигурирования, изменим имя устройства на aamishina (рис. 2.75).

```
msk-aamishina-gw-01 - PuTTY

VyOS is a free software distribution that includes multiple components,
you can check individual component licenses under /usr/share/doc/*/copyright
vyos@vyos:~$ install image
You are trying to install from an already installed system. An ISO
image file to install or URL must be specified.
Exiting...
vyos@vyos:~$ configure
[edit]
vyos@vyos# set system host-name msk-aamishina-gw-01
[edit]
vyos@vyos# compare
[edit system]
>host-name msk-aamishina-gw-01
[edit]
vyos@vyos# commit
[edit]
vyos@vyos# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@vyos# exit
exit
vyos@vyos:~$ reboot
```

Рис. 2.75: Смена имени устройства

Настройим адреса на интерфейсах маршрутизаторов (рис. 2.76), (рис. 2.77), (рис. 2.78).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces ethernet eth0 address 1000::1/64
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces ethernet eth1 address 10.0.0.1/8
[edit]
/64s@msk-aamishina-gw-01# set service router-advert interface eth0 prefix 1000::

[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.76: Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 1

```
vyos@msk-aamishina-gw-02:~$
vyos@msk-aamishina-gw-02:~$ configure
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces ethernet eth0 address 1002::1/64
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces ethernet eth1 address 20.0.0.2/8
[edit]
/64s@msk-aamishina-gw-02# set service router-advert interface eth0 prefix 1002::
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.77: Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 2

```
vyos@msk-aamishina-gw-03:~$ configure
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# set interfaces ethernet eth0 address 10.0.0.2/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# set interfaces ethernet eth1 address 20.0.0.1/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# commit
[ interfaces ethernet eth0 ]
Can't configure both static IPv4 and DHCP address on the same interface

[[interfaces ethernet eth0]] failed
savCommit failed
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# delete interfaces ethernet eth0 address dhcp
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.78: Настройка адреса на интерфейсах маршрутизатора 3

Убедимся, что на PC появились адреса ближайших к ним маршрутизаторов (рис. 2.79).

PC1-aamishina - PuTTY

```
VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file


PC1 : 1000::a/64

VPCS> show ipv6

NAME               : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE       : 1000::a/64
DNS                :
ROUTER LINK-LAYER  : 0c:69:eb:ab:00:00
MAC                : 00:50:79:66:68:00
LPORT              : 20012
RHOST:PORT         : 127.0.0.1:20013
MTU:               : 1500

VPCS>
```

PC2-aamishina - PuTTY

```
VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file


PC1 : 1002::a/64

VPCS> show ipv6

NAME               : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE   : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE       : 1002::a/64
DNS                :
ROUTER LINK-LAYER  : 0c:af:30:5a:00:00
MAC                : 00:50:79:66:68:01
LPORT              : 20014
RHOST:PORT         : 127.0.0.1:20015
MTU:               : 1500

VPCS>
```

Рис. 2.79: Проверка появившихся маршрутизаторов

Проверим маршруты с маршрутизатора R1 (рис. 2.80).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 10.0.0.2
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=18.3 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.13 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=9.05 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=4.40 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=6.68 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=4.34 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=8.06 ms
^C
--- 10.0.0.2 ping statistics ---
7 packets transmitted, 7 received, 0% packet loss, time 23ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.134/7.856/18.340/4.644 ms
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 20.0.0.1
connect: Network is unreachable
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 20.0.0.2
connect: Network is unreachable
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.80: Проверка маршрутов с маршрутизатора 1

Настроим маршрутизацию IPv4 (рис. 2.81), (рис. 2.82), (рис. 2.83).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01# configure

  Invalid command: [configure]

[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set protocols rip network 10.0.0.0/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.81: Настройка маршрутизации IPv4

```
vyos@msk-aamishina-gw-02# configure

  Invalid command: [configure]

[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set protocols rip network 20.0.0.0/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.82: Настройка маршрутизации IPv4

```
vyos@msk-aamishina-gw-03# configure

  Invalid command: [configure]

[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# set protocols rip network 10.0.0.0/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# set protocols rip network 20.0.0.0/8
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 2.83: Настройка маршрутизации IPv4

Проверим маршруты с маршрутизатора R1 (рис. 2.84).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 10.0.0.2
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.09 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.07 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=10.3 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=3.51 ms
^C
--- 10.0.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 10ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.507/5.488/10.282/2.778 ms
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 20.0.0.1
PING 20.0.0.1 (20.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 20.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=12.4 ms
64 bytes from 20.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.08 ms
64 bytes from 20.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=4.22 ms
^C
--- 20.0.0.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 8ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.082/6.887/12.358/3.868 ms
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# ping 20.0.0.2
PING 20.0.0.2 (20.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 20.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=30.5 ms
64 bytes from 20.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=7.18 ms
64 bytes from 20.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=7.03 ms
64 bytes from 20.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=16.7 ms
^C
--- 20.0.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 12ms
rtt min/avg/max/mdev = 7.034/15.354/30.489/9.580 ms
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.84: Проверка маршрутов с маршрутизатора 1

Как мы видим изначально не пинговались интерфейсы 2ого и 3его маршрутизаторов (20.0.0.1 и 20.0.0.2), потому что маршрутизатор не знал что куда отправлять. После добавления протокола рип пропинговать удалось.

Создадим туннель IPv6 через сеть IPv4 (рис. 2.85), (рис. 2.86).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01:~$ configure
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces tunnel tun0 encapsulation sit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces tunnel tun0 source-address 10.0.0.1
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces tunnel tun0 remote 20.0.0.2
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# set interfaces tunnel tun0 address 1001::1/64
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.85: Создание туннеля IPv6 через сеть IPv4

```
vyos@msk-aamishina-gw-02:~$ configure
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces tunnel tun0 encapsulation sit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces tunnel tun0 source-address 20.0.0.2
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces tunnel tun0 remote 10.0.0.1
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# set interfaces tunnel tun0 address 1001::2/64
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.86: Создание туннеля IPv6 через сеть IPv4

Настроим статическую маршрутизацию IPv6 (рис. 2.87), (рис. 2.88).

```
vyos@msk-aamishina-gw-01# configure

  Invalid command: [configure]

[edit]
2yos@msk-aamishina-gw-01# set protocols static route6 1002::0/64 next-hop 1001::
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 2.87: Настройка статической маршрутизации IPv6

```
vyos@msk-aamishina-gw-02# configure

  Invalid command: [configure]

[edit]
1yos@msk-aamishina-gw-02# set protocols static route6 1000::0/64 next-hop 1001::
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# commit
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02# save
Saving configuration to '/config/config.boot'...
Done
[edit]
vyos@msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 2.88: Настройка статической маршрутизации IPv6

Проверим доступность оконечных устройств (рис. 2.89), (рис. 2.90).

```
PC1-aamishina - PuTTY

Press '?' to get help.

Executing the startup file


PC1 : 1000::a/64

VPCS> ping 1002::a

1002::a icmp6_seq=1 ttl=60 time=28.434 ms
1002::a icmp6_seq=2 ttl=60 time=9.098 ms
1002::a icmp6_seq=3 ttl=60 time=393.752 ms
1002::a icmp6_seq=4 ttl=60 time=10.852 ms
1002::a icmp6_seq=5 ttl=60 time=754.872 ms

VPCS> trace 1002::a

trace to 1002::a, 64 hops max
 1 1000::1   3.664 ms  1.956 ms  1.635 ms
 2 1001::2   9.459 ms  10.223 ms  7.696 ms
 3 1002::a   8.027 ms  7.688 ms  4.695 ms

VPCS>
```

Рис. 2.89: Проверка доступности PC1

```
PC2-aamishina - PuTTY

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.3
Dedicated to Daling.
Build time: Sep  9 2023 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file


PC1 : 1002::a/64

VPCS> ping 1000::a

1000::a icmp6_seq=1 ttl=60 time=13.219 ms
1000::a icmp6_seq=2 ttl=60 time=12.499 ms
1000::a icmp6_seq=3 ttl=60 time=10.809 ms
1000::a icmp6_seq=4 ttl=60 time=9.995 ms
1000::a icmp6_seq=5 ttl=60 time=11.193 ms

VPCS> trace 1000::a

trace to 1000::a, 64 hops max
 1 1002::1   3.053 ms  2.376 ms  0.539 ms
 2 1001::1   13.126 ms  9.760 ms  9.460 ms
 3 1000::a   8.792 ms  10.582 ms  8.002 ms

VPCS>
```

Рис. 2.90: Проверка доступности PC2

Просмотрим захваченный трафик в Wireshark. На первом скриншоте виден пакет ICMPv6 (рис. 2.91). Видим, что пакет ICMP6 вмонтирован в пакет IPv6, а IPv6 инкапсулирован в пакет IPv4. Также видим ICMPv6 от команды trace (рис. 2.92), где прослеживается такое же вложение. Также замечаем RIPv2, который рассматривали ранее (рис. 2.93), используется 520 UDP порт, а также многоадресная рассылка по адресу 224.0.0.9.

Рис. 2.91: ICMPv6 пакет

Рис. 2.92: ICMPv6 пакет

Рис. 2.93: RIPv2 пакет

3 Самостоятельная работа

Для начала требовалось разработать таблицу адресации по таблице адресов сетей (табл. 3.1). Изначально я разработала ее для чуть иной расстановки gw-0x (не как в таблице), но заметила это уже во время выполнения. В итоге я ориентировалась на таблицу адресации (табл. 3.2).

Таблица 3.1: Таблица адресов сетей

Устройства	Сеть IPv4	Сеть IPv6
PC1–gw-01	10.10.1.96/27	2001:db8:1:1::/64
PC2–gw-03	10.10.1.64/28	2001:db8:1:6::/64
gw-01–gw-02	10.10.1.4/30	2001:db8:1:2::/64
gw-02–gw-03	10.10.1.8/30	2001:db8:1:3::/64
gw-03–gw-04	10.10.1.16/30	2001:db8:1:4::/64
gw-04–gw-01	10.10.1.32/30	2001:db8:1:5::/64

Таблица 3.2: Таблица адресации

Устройство	Интерфейс	Адрес IP/префикс	Шлюз по умолчанию	Следующее устройство
gw-01	eth0	10.10.1.97/27	n/a	PC1
gw-01	eth0	2001:db8:1:1::1/64	n/a	PC1
gw-01	eth1	10.10.1.5/30	n/a	gw-02

Устройство	Интерфейс	Адрес IP/префикс	Шлюз по умолчанию	Следующее устройство
gw-01	eth1	2001:db8:1:2::1/64	n/a	gw-02
gw-01	eth2	10.10.1.33/30	n/a	gw-04
gw-01	eth2	2001:db8:1:5::1/64	n/a	gw-04
gw-02	eth0	10.10.1.6/30	n/a	gw-01
gw-02	eth0	2001:db8:1:2::2/64	n/a	gw-01
gw-02	eth1	10.10.1.17/30	n/a	gw-03
gw-02	eth1	2001:db8:1:4::1/64	n/a	gw-03
gw-03	eth0	10.10.1.65/28	n/a	PC2
gw-03	eth0	2001:db8:1:6::1/64	n/a	PC2
gw-03	eth1	10.10.1.18/30	n/a	gw-02
gw-03	eth1	2001:db8:1:4::2/64	n/a	gw-02
gw-03	eth2	10.10.1.9/30	n/a	gw-04
gw-03	eth2	2001:db8:1:3::1/64	n/a	gw-04
gw-04	eth0	10.10.1.10/30	n/a	gw-03
gw-04	eth0	2001:db8:1:3::2/64	n/a	gw-03
gw-04	eth1	10.10.1.34/30	n/a	gw-01
gw-04	eth1	2001:db8:1:5::2/64	n/a	gw-01
PC1	NIC	10.10.1.98/27	10.10.1.97	gw-01
PC1	NIC	2001:db8:1:1::2/64	n/a	gw-01
PC2	NIC	10.10.1.66/28	10.10.1.65	gw-03
PC2	NIC	2001:db8:1:6::2/64	n/a	gw-03

Выполнение не особо отличается от предыдущих действий.

3.1 Настройка динамической маршрутизации в сетях IPv4 и IPv6

Повторяем топологию сети (рис. 3.1).

Рис. 3.1: Топология моделируемой сети в GNS3

Присваиваем IPv4-адреса оконечным устройствам PC1 и PC2 в соответствии с данными (рис. 3.2), (рис. 3.3).

Рис. 3.2: Присвоение IPv4-адреса PC1

Рис. 3.3: Присвоение IPv4-адреса PC2

Настроим IPv4-адреса на интерфейсах маршрутизаторов (рис. 3.4), (рис. 3.5), (рис. 3.6), (рис. 3.7).

Рис. 3.4: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1

msk-aamishina-gw-02 - PuTTY

```
 * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
 * Creating user login records ... [ ok ]
 * Setting hostname ... [ ok ]
 * Setting keymap ... [ ok ]
 * Starting networking ... *   lo ... [ ok ]
 * Starting busybox syslog ... [ ok ]
 * Seeding 256 bits and crediting
 * Saving 256 bits of creditable seed for next boot
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-02
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ip address 10.0.1.2/24
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ip address 10.0.2.1/24
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.1.2/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.5: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2

msk-aamishina-gw-03 - PuTTY

```
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-03
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.11.1/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.2.2/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ip address 10.0.3.1/24
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-03
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.11.1/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.2.2/24
exit
!
interface eth2
 ip address 10.0.3.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.6: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3

```
msk-aamishina-gw-04 - PuTTY
 * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
 * Creating user login records ... [ ok ]
 * Setting hostname ... [ ok ]
 * Setting keymap ... [ ok ]
 * Starting networking ... *   lo ... [ ok ]
 * Starting busybox syslog ... [ ok ]
 * Seeding 256 bits and crediting
 * Saving 256 bits of creditable seed for next boot
 * Starting busybox acpid ... [ ok ]
 * Starting busybox crond ... [ ok ]
Started watchfrr
 * Starting sshd ... [ ok ]


Hello, this is FRRouting (version 8.2.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

frr# configure terminal
frr(config)# hostname msk-aamishina-gw-04
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ip address 10.0.3.2/24
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ip address 10.0.4.1/24
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-04
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.0.3.2/24
exit
!
interface eth1
 ip address 10.0.4.1/24
exit
!
end
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 3.7: Настройка IPv4-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4

Присвоим IPv6-адреса оконечным устройствам PC1 и PC2 в соответствии с данными (рис. 3.8).

```
PC1-aamishina - PuTTY
VPCS>
VPCS> ip 2001:db8:1:1::2/64
PC1 : 2001:db8:1:1::2/64

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

VPCS> show ipv6

NAME                : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:db8:1:1::2/64
DNS                 :
ROUTER LINK-LAYER   :
MAC                 : 00:50:79:66:68:00
LPORT               : 20032
RHOST:PORT          : 127.0.0.1:20033
MTU:                : 1500

VPCS>
```

```
PC2-aamishina - PuTTY
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ip 2001:db8:1:6::2/64
PC1 : 2001:db8:1:6::2/64

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

VPCS> show ipv6

NAME                : VPCS[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6801/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:db8:1:6::2/64
DNS                 :
ROUTER LINK-LAYER   :
MAC                 : 00:50:79:66:68:01
LPORT               : 20034
RHOST:PORT          : 127.0.0.1:20035
MTU:                : 1500

VPCS>
```

Рис. 3.8: Присвоение IPv6-адреса PC1

Настроим IPv6-адреса на интерфейсах маршрутизаторов (рис. 3.9), (рис. 3.10), (рис. 3.11), (рис. 3.12).

msk-aamishina-gw-01 - PuTTY

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:db8:1:1::/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:2::1/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:5::1/64
msk-aamishina-gw-01(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-01
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.10.1.97/27
 ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64
 ipv6 nd prefix 2001:db8:1:1::/64
 no ipv6 nd suppress-ra
exit
!
interface eth1
 ip address 10.10.1.5/30
 ipv6 address 2001:db8:1:2::1/64
exit
!
interface eth2
 ip address 10.10.1.33/30
 ipv6 address 2001:db8:1:5::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 3.9: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 1

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:2::2/64
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:4::1/64
msk-aamishina-gw-02(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
sBuilding Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-02
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.10.1.6/30
 ipv6 address 2001:db8:1:2::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.10.1.17/30
 ipv6 address 2001:db8:1:4::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.10: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 2

msk-aamishina-gw-03 - PuTTY

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:6::1/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no ipv6 nd suppress-ra
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 nd prefix 2001:db8:1:6::/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:4::2/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:3::1/64
msk-aamishina-gw-03(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
sBuilding Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-03
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.10.1.65/28
 ipv6 address 2001:db8:1:6::1/64
 ipv6 nd prefix 2001:db8:1:6::/64
 no ipv6 nd suppress-ra
exit
!
interface eth1
 ip address 10.10.1.18/30
 ipv6 address 2001:db8:1:4::2/64
exit
!
interface eth2
 ip address 10.10.1.9/30
 ipv6 address 2001:db8:1:3::1/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.11: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 3

```
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# ipv6 forwarding
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:3::2/64
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 address 2001:db8:1:5::2/64
msk-aamishina-gw-04(config-if)# no shutdown
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
sBuilding Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.2.2
frr defaults traditional
hostname frr
hostname msk-aamishina-gw-04
service integrated-vtysh-config
!
interface eth0
 ip address 10.10.1.10/30
 ipv6 address 2001:db8:1:3::2/64
exit
!
interface eth1
 ip address 10.10.1.34/30
 ipv6 address 2001:db8:1:5::2/64
exit
!
end
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 3.12: Настройка IPv6-адреса на интерфейсе маршрутизатора 4

3.1.1 Настройка динамической маршрутизации по протоколу RIP

На маршрутизаторах настроим RIP в качестве протокола динамической маршрутизации (рис. 3.13), (рис. 3.14), (рис. 3.15).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router rip
msk-aamishina-gw-01(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 3.13: Настройка RIP на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router rip
msk-aamishina-gw-02(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.14: Настройка RIP на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router rip
msk-aamishina-gw-03(config-router)# version 2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.15: Настройка RIP на маршрутизаторе 3

Проверим пути прохождения пакетов: с PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 3.16).

Рис. 3.16: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 3.17). Видим протокол RIPv2, значит действия выполнены правильно.

Рис. 3.17: Захваченный трафик

На маршрутизаторах настройим RIPng для сетей IPv6 (рис. 3.18), (рис. 3.19), (рис. 3.20), (рис. 3.21).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exi
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 3.18: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.19: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network eth2
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.20: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ripng
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network eth1
msk-aamishina-gw-04(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 3.21: Настройка RIPng для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4

Проверим пути прохождения пакетов: с PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 3.22).

```
PC1-aamishina - PuTTY

VPCS>
VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 2001:db8:1:6::2

2001:db8:1:6::2 icmp6_seq=1 ttl=58 time=9.698 ms
2001:db8:1:6::2 icmp6_seq=2 ttl=58 time=12.175 ms
2001:db8:1:6::2 icmp6_seq=3 ttl=58 time=11.446 ms
2001:db8:1:6::2 icmp6_seq=4 ttl=58 time=3.982 ms
2001:db8:1:6::2 icmp6_seq=5 ttl=58 time=5.496 ms

VPCS> trace 2001:db8:1:6::2

trace to 2001:db8:1:6::2, 64 hops max
 1 2001:db8:1:1::1   3.230 ms  0.474 ms  0.774 ms
 2 2001:db8:1:2::2   6.229 ms  3.810 ms  2.242 ms
 3 2001:db8:1:4::2   7.098 ms  2.182 ms  3.009 ms
 4 2001:db8:1:6::2   3.777 ms  8.634 ms  3.420 ms

VPCS>
```

Рис. 3.22: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 3.23). Видим протокол RIPng, значит действия выполнены правильно.

Рис. 3.23: Захваченный трафик

3.1.2 Настройка динамической маршрутизации по протоколу OSPF

На маршрутизаторах настроим OSPFv2 для сетей IPv4 (рис. 3.24), (рис. 3.25), (рис. 3.26), (рис. 3.27).

```
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.10.1.96/27 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.10.1.4/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# network 10.10.1.32/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-01(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 3.24: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02#
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network 10.10.1.4/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# network 10.10.1.8/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-02(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.25: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network 10.10.1.64/28 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network  10.10.1.8/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# network 10.10.1.16/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-03(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.26: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04#
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ospf
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network 10.10.1.16/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# network 10.10.1.32/30 area 0.0.0.0
msk-aamishina-gw-04(config-router)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 3.27: Настройка OSPFv2 для сетей IPv4 на маршрутизаторе 4

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 3.28).

```
PC1-aamishina - PuTTY
 3 2001:db8:1:4::2   7.098 ms  2.182 ms  3.009 ms
 4 2001:db8:1:6::2   3.777 ms  8.634 ms  3.420 ms

VPCS>
VPCS>
VPCS> ping 10.10.1.66

84 bytes from 10.10.1.66 icmp_seq=1 ttl=61 time=7.823 ms
84 bytes from 10.10.1.66 icmp_seq=2 ttl=61 time=6.490 ms
84 bytes from 10.10.1.66 icmp_seq=3 ttl=61 time=7.800 ms
84 bytes from 10.10.1.66 icmp_seq=4 ttl=61 time=5.657 ms
84 bytes from 10.10.1.66 icmp_seq=5 ttl=61 time=5.624 ms

VPCS> trace 10.10.1.66 -P 6
trace to 10.10.1.66, 8 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1   10.10.1.97   4.634 ms  2.306 ms  1.295 ms
 2   10.10.1.6   6.245 ms  6.728 ms  1.556 ms
 3   10.10.1.18   6.984 ms  11.948 ms  3.258 ms
 4   10.10.1.66   10.932 ms  4.210 ms  5.474 ms

VPCS>
```

Рис. 3.28: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 3.29). Видим протокол OSPF, значит действия выполнены правильно.

Рис. 3.29: Захваченный трафик

На маршрутизаторах настроим OSPFv3 для сетей IPv6 (рис. 3.30), (рис. 3.31), (рис. 3.32), (рис. 3.33).

```
msk-aamishina-gw-01#
msk-aamishina-gw-01# configure terminal
msk-aamishina-gw-01(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-01(config-ospf6)# ospf6 router-id 1.1.1.1
msk-aamishina-gw-01(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-01(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-01(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-01(config)# exit
msk-aamishina-gw-01# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-01#
```

Рис. 3.30: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 1

```
msk-aamishina-gw-02# configure terminal
msk-aamishina-gw-02(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-02(config-ospf6)# ospf6 router-id 2.2.2.2
msk-aamishina-gw-02(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-02(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-02(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-02(config)# exit
msk-aamishina-gw-02# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-02#
```

Рис. 3.31: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 2

```
msk-aamishina-gw-03#
msk-aamishina-gw-03# configure terminal
msk-aamishina-gw-03(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-03(config-ospf6)# ospf6 router-id 3.3.3.3
msk-aamishina-gw-03(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# interface eth2
msk-aamishina-gw-03(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-03(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-03(config)# exit
msk-aamishina-gw-03# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-03#
```

Рис. 3.32: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 3

```
msk-aamishina-gw-04# configure terminal
msk-aamishina-gw-04(config)# router ospf6
msk-aamishina-gw-04(config-ospf6)# ospf6 router-id 4.4.4.4
msk-aamishina-gw-04(config-ospf6)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# interface eth1
msk-aamishina-gw-04(config-if)# ipv6 ospf6 area 0
msk-aamishina-gw-04(config-if)# exit
msk-aamishina-gw-04(config)# exit
msk-aamishina-gw-04# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Integrated configuration saved to /etc/frr/frr.conf
[OK]
msk-aamishina-gw-04#
```

Рис. 3.33: Настройка OSPFv3 для сетей IPv6 на маршрутизаторе 4

С PC1 пропингуем PC2 и определим путь следования пакетов (рис. 3.34).

Рис. 3.34: Команды ping и trace с PC1

Посмотрим захваченный на соединениях трафик в Wireshark (рис. 3.35). Видим протокол OSPF, значит действия выполнены правильно.

Рис. 3.35: Захваченный трафик

4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы мной были изучены принципы маршрутизации в IPv4- и IPv6-сетях и принципы настройки сетевого оборудования.