СЕРВИСНЫЙ МАРШРУТИЗАТОР СЕРИИ ISN415
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕРВИСНЫЙ МАРШРУТИЗАТОР CS
ИНСТРУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ
ВЕРСИЯ ПО 3.24.05

2024

Содержание

История изменений документа 8
Введение 9
Условные обозначения 11
1 Схема сети и описание общего сценария настройки устройства 12
2 Подключение к устройству 13
2.1 Подключение через консольный порт 13
2.2 Настройки по умолчанию 15
3 Проверка версии программного обеспечения 18
4 Настройка локальной сети 20
5 Настройка функций обеспечения безопасности локальной сети 26
6 Удаленное подключение к сервисному маршрутизатору 28
7 Функции L2 31
7.1 Настройка моста (bridge) 31
7.2 Настройка логических интерфейсов (sub interface) на WAN-портах 32
7.3 Настройка протокола LLDP 34
7.4 Настройка протокола STP 36
7.5 Настройка протокола RSTP 39
7.6 Настройка протокола MSTP 41
7.7 Настройка L2 acl, L2 filter и L2 mangle list 47
7.8 Настройка функции Storm-control 53
7.9 Настройка работы туннеля L2GRE/GRETAP 56
7.10 Настройка VLAN 60
8 Управление IP-адресацией 63
8.1 Назначение статических IP-адресов на физические и логические интерфейсы 63
8.2 Настройка DHCP Relay Option 82 65
8.3 Настройка DHCPv4 relay 67
8.4 Настройка DNS proxy 69
8.5 Настройка DNS-сервера 72
8.6 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv4 75
8.7 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv6 77

9 Функции L3 80
9.1 Назначение статических IP-адресов WAN интерфейсам 80
9.2 Создание loopback-интерфейса 81
9.3 Настройка статической маршрутизации 82
9.4 Настройка статической маршрутизации IPv6 85
9.5 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPv2 87
9.6 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPng 90
9.7 Настройка динамичской маршрутизации OSPFv2 93
9.8 Настройка динамической маршрутизации OSPFv3 96
9.9 Настройка протокола динамической маршрутизации IS-IS 98
9.10 Настройка протокола динамической маршрутизации BGP 101
9.11 Настройка протокола динамической маршрутизации MP-BGP 105
9.12 Настройка фильтрации маршрутов с помощью prefix-list 108
9.13 Проверка работы debug на примере протокола OSPFv2 112
9.14 Настройка протокола BFD для динамической маршрутизации 114
9.15 Настройка протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации ... 117
9.16 Настройка протокола BFD для статической маршрутизации 123
9.17 Настройка протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации 126
9.18 Настройка Source NAT 130
9.19 Настройка Destination NAT 133
9.20 Настройка NAT masquarad 136
9.21 Настройка VRF Lite 140
9.22 Настройка VRF Lite IPv6 143
9.23 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса источника 146
9.24 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса назначения 149
9.25 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) источника 152
9.26 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) назначения 156
9.27 Настройка физического интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута 161
9.28 Назначение в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов 164

9.29 Настройка loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута ... 166
9.30 Настройка зеркалирования трафика ... 168
9.31 Настройка Jumbo Frames на интерфейсах Ethernet ... 171
10 Туннелирование ... 174
10.1 Настройка PPTP ... 174
10.2 Настройка PPPoE ... 178
10.3 Настройка PPPoE IPv6 ... 181
10.4 Настройка GRE ... 185
10.5 Настройка IPIP ... 188
10.6 Настройка L2TP ... 192
10.7 Настройка L2TPv3 ... 195
10.8 Настройка OpenVPN ... 199
10.9 Настройка DMVPN ... 204
10.10 Настройка IPsec ... 212
11 Функции MPLS ... 218
11.1 Распределение меток с помощью протокола LDP ... 218
11.2 Создание виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN) ... 223
11.3 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS ... 232
11.4 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS ... 238
11.5 Распределения меток с помощью протокола RSVP-TE ... 245
11.6 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS с BGP сигнализацией ... 250
11.7 Настройка MPLS access list ... 257
12 Мультивещание ... 264
12.1 Настройка PIM и IGMP ... 264
13 Качество обслуживания ... 267
13.1 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания FIFO ... 267
13.2 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HTB ... 269
13.3 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания SFQ ... 272

13.4 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания CBQ 275
13.5 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания PQ 277
13.6 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WFQ 280
13.7 Настройка предотвращения перегрузки очередей RED 283
13.8 Настройка предотвращения перегрузки очередей GRED 285
13.9 Настройка перемаркировки приоритетов 288
13.10 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания TBF 291
13.11 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей WRED 293
13.12 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей RIO 295
13.13 Настройка дисциплины WRR 297
14 Средства обеспечения надежности сети 301
14.1 Настройка Bond (bonding lacp) 301
14.2 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах CARP 303
14.3 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv2 ... 308
14.4 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv3 ... 314
15 Функции сетевой защиты 320
15.1 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника 320
15.2 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения…. 322
15.3 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника 325
15.4 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения 327
15.5 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IP 330
15.6 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя 331
15.7 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP 333
15.8 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP 335

15.9 Логирование событий, событий срабатывания правил функций сетевой защиты 337
15.10 Настройка работы ACL IPv6 339
15.11 Настройка межсетевого экранирования на основе IPv6-адреса назначения 342
15.12 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника IPv6 344
15.13 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения IPv6 345
15.14 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IPv6 348
15.15 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя 349
15.16 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP 351
15.17 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6 353
15.18 Настройка Snort 355
16 Мониторинг сетевого трафика 360
16.1 Настройка сервера Syslog 360
16.2 Просмотр использования системных ресурсов 361
16.3 Настройка синхронизации времени по протоколу NTP 362
16.4 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv4) 363
16.5 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv6) 365
16.6 Настройка функции мониторинга через Console 367
16.7 Настройка поддержки IP SLA 370
16.8 Настройка работы debug на примере протокола OSPFv2 376
16.9 Настройка PoE 378
16.10 Использование модификаторов GREP 380
17 Управление маршрутизатором 384
17.1 Настройка LTE-модема 384
17.2 Настройка Samba-сервера 385

17.3 Настройка TFTP-сервера 387
17.4 Настройка авторизации по протоколу RADIUS 389
17.5 Настройка авторизации по протоколу TACACS 393
17.6 Настройка протокола ECMP 395
17.7 Настройка удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP 399
17.8 Настройка управления по протколу SNMP 400
17.9 Настройка управления по протоколу SSH IPv4 402
17.10 Настройка управления по протоколу Telnet 403
Дополнительные инструкции и руководства по работе с изделием 407
Техническая поддержка 408

История изменений документа

Версия документа	Дата выпуска	Внесены изменения	Версия ПО
Версия 6.0	01.10.2024		3.24.05
Версия 5.0	24.09.2024		3.24.04
Версия 4.0	19.06.2024		3.24.00
Версия 3.0	05.04.2024		3.23.00
Версия 2.0	28.02.2024		3.22.02
Версия 1.0	28.04.2023		3.21.68-09

Введение

Настоящая инструкция содержит сценарии и настройки сервисного маршрутизатора КРПГ.465614.001 (далее по тексту – маршрутизатор, изделие) и вариантов его исполнения в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Варианты исполнения изделия

Вариант исполнения изделия	Условное обозначение изделия	Литера
КРПГ.465614.001	ISN41508T3	О1
КРПГ.465614.001-01	ISN41508T3	О1
КРПГ.465614.001-02	ISN41508T3-M/ISES1004	О1
КРПГ.465614.001-03	ISN41508T3-M	О1
КРПГ.465614.001-04	ISN41508T4	О1
КРПГ.465614.001-05	ISN41508T4	О1
КРПГ.465614.001-06	ISN41508T3-M-AC/ISES1004	О1
КРПГ.465614.001-07	ISN41508T3-M-AC	О1
КРПГ.465614.001-08	ISN41508T3-M/ISES1004	О1
КРПГ.465614.001-09	ISN41508T3-M/ISES0108	О1
КРПГ.465614.001-11	ISN41508T3-M/ISES0116	О1
КРПГ.465614.001-13	ISN41508T3-M-AC/ISES1004	О1
КРПГ.465614.001-14	ISN41508T3-M-AC/ISES0108	О1
КРПГ.465614.001-16	ISN41508T3-M-AC/ISES0116	О1
КРПГ.465614.001-30	ISN41508T3-M-AC/ISES9112	–
КРПГ.465614.001-31	ISN41508T3-M-AC/ISES7312	–
КРПГ.465614.001-32	ISN41508T3-M-AC/ISES3901	–

В документе описаны топологии и настройки локальной сети, функции обеспечения безопасности локальной сети, настройки получения статических и динамических IP-адресов, настройки L2TP- и PPPoE-клиента на маршрутизаторе.

Перед началом настройки необходимо внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации КРПГ.465614.001РЭ и инструкцией по установке и быстрому запуску КРПГ.465614.001ИС26.

Инструкция предназначена для технического персонала, выполняющего настройку изделия посредством интерфейса командной строки (CLI), а также процедуры по обслуживанию системы.

Условные обозначения

Для наглядности в тексте настоящего документа используются различные стили оформления.

Области применения стилей указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Стили оформления в документе

Стиль оформления	Область применения	Пример
Полужирный текст	Выделяет имена команд	команды **name**

Шрифт Consolas	Выделяет вывод CLI	`Name  #  Rule`
		`100  1  src: 192.168.1.1/32`
		`500  1  src: 0.0.0.0/0`

Маршрутизатор имеет несколько режимов конфигурации. Режимы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Режимы конфигурации

Режимы конфигурации	Способ доступа	Приглашение в командной строке	Способ выхода из режима
Привилегированный режим	Авторизуйтесь	`admin@sr-be#`	–
Режим глобальной конфигурации	Введите команду: **configure terminal**	`admin@sr-be(config)#`	С помощью команд: **exit** и **end**

1 Схема сети и описание общего сценария настройки устройства

Рассмотрим сценарий, когда нужно организовать безопасный доступ в сеть Интернет для небольшого офиса. Приведем пример организации, на которую рассчитана инструкция.

К одной локальной сети должны быть подключены:

- автоматизированное рабочее место (далее по тексту – АРМ) – 4 шт.;
- файловый сервер – 1 шт.;
- принтер – 1 шт.

Маршрутизатор через WAN-порт подключено к оборудованию интернет-провайдера.

К LAN-портам LAN 1 – LAN 4 изделия подключены АРМы, LAN 5 – файловый сервер, LAN 6 – принтер.

АРМы, сервер и принтер организации должны быть защищены от несанкционированного доступа по каналу сети Интернет.

Провайдер предоставляет организации сетевой интерфейс, один статический/динамический IP-адрес, IP-адрес шлюза и DNS.

Общая схема сети представлена на рисунке.

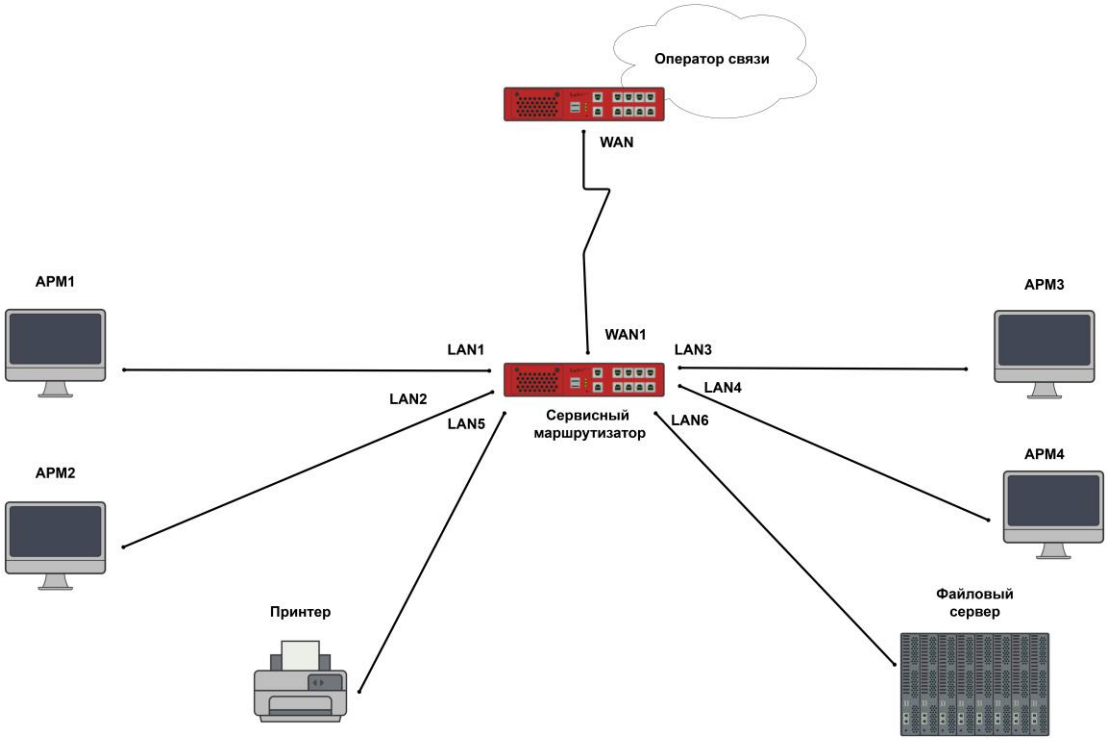

Рисунок 1 – Схема настройки локальной сети

2 Подключение к устройству

2.1 Подключение через консольный порт

Устройство имеет консольный порт на корпусе.

Для соединения через консоль необходимо наличие следующего оборудования:

- терминал или компьютер с последовательным портом и возможностью эмулировать терминал;
- кабель консольный RJ45-DB9.

Примечание

Кабель консольный RJ45-DB9 не входит в комплект поставки и приобретается отдельно. Если ноутбук или компьютер пользователя не оснащен интерфейсом RS-232, необходимо приобрести кабель-адаптер USB-RS232. Кабель-адаптер USB-RS232 не входит в комплект поставки и приобретается отдельно.

Для установки соединения через консоль выполните следующие действия:

Шаг 1. Включите АРМ и войдите в ОС с использованием учетной записи администратора.

Шаг 2. Соедините порт «Console» устройства с портом RS-232 компьютера с помощью кабеля консольного – рисунки 2, 3.

Внимание! / Важно!

На компьютер предварительно должно быть установлено программное обеспечение эмуляции терминала

Рисунок 2 – Распределение контактов разъемов кабеля

Рисунок 3 – Распределение контактов разъемов кабеля для СМ выпуска ранее 05.2024

Примечание

В случае отсутствия порта DB9 на устройстве проверки, необходимо использовать кабель-адаптер USB – DB9 (RS-232). Установить используемые адаптером драйвера по необходимости

Шаг 3. Подключите кабель к терминалу или последовательному порту компьютера с установленным программным обеспечением эмуляции терминала.

Шаг 4. Запустите терминальную программу (например, PuTTY или Microsoft Windows HyperTerminal) и установите параметры программного обеспечения эмуляции терминала.

Выполните следующие настройки интерфейса RS-232:

- скорость: 115200 бит/с;
- биты данных: 8 бит;
- четность: нет;
- стоповые биты: 1;
- управление потоком: нет.

Шаг 5. Подключите питание к устройству. На терминале появится загрузочная последовательность.

После выполнения загрузочной последовательности появится командная строка с приглашением устройства:

```
SR-BE sr-be ttyS0
Sr-be login:
Password:
```

Шаг 6. Введите имя пользователя и пароль.

По умолчанию для входа в систему с правами администратора используйте:

- имя пользователя: admin;
- пароль: admin.

Устройство готово к настройке.

2.2 Настройки по умолчанию

На устройство загружена начальная конфигурация startup, которая включает минимально необходимые базовые настройки:

- все порты устройства разделены на две группы: WAN- и LAN-порты. Их подробное описание представлено в подразделе «Описание WAN-портов» и «Описание LAN-портов настоящей инструкции»;
- все интерфейсы устройства открыты для удаленного доступа с помощью протоколов Telnet, SSH;
- все LAN-порты устройства по умолчанию относятся к VLAN 1 с именем «Default»:

```
admin@sr-be(config)#show vlan all
VLAN id   Name     Member ports (t-tagged, u-untagged)
1         default  swp1(u),swp2(u),swp3(u),swp4(u),swp5(u),swp6(u),swp7(u),swp8(u)
```

- на устройстве задано имя пользователя и пароль (таблица 4): режим администрирования, пользовательский, безопасный режим.

Таблица 4 – Имя пользователя и пароль

Имя пользователя	Пароль
admin	admin
Примечание – Имя пользователя и пароль вводят с учетом регистра.	

- устройство использует заданное на заводе имя устройства «sr-be» и доменное имя «sr-be». При конфигурировании имя устройства меняют. Подробнее об этом можно прочитать в разделе 4 «Настройка имени устройства и доменного имени системы». Для настройки устройства при первом включении в конфигурации устройства используется учетная запись администратора admin;
- функция SSH для удаленного управления устройством по умолчанию включена:

```
SSH server enabled
 Version: 2
 Port: 22
 Listen addresses:
  all
 Whitelist:
  all
```

Для просмотра начальной конфигурации выполните команду:

```
admin@sr-be# show running-config
```

```
interface eth1
no shutdowm
ip address dhcp
exit
interface eth2
exit

log deamon level WARNING

ipv6 dhcp relay dhcp6-relay
 vrf default
 exit

interface switchport1
 no shutdown
 exit
interface switchport2
 no shutdown
 exit
interface switchport3
 no shutdown
 exit
interface switchport4
 no shutdown
 exit
interface switchport5
 no shutdown
 exit
interface switchport6
 no shutdown
 exit
interface switchport7
 no shutdown
 exit
interface switchport8
 no shutdown
 exit

log netflow maxsize 1G

radius accounting off

samba server
 off
 exit

system web timeout 600
```

```
system tty timeout 600
system ssh timeout 600
system telnet timeout 600
system ssh on

system integrity alert led

system memory-cache policy aggressive

interface vlan1
 vid 1 ethertype 0x8100
 no shutdown
 ip address 192.168.0.1/24
 exit

logging monitor 7

router ldp
 exit

router rsvp
 exit

end
```

Для просмотра более подробных настроек по умолчанию выполните команды:

```
admin@sr-be# show profile startup detail
```

3 Проверка версии программного обеспечения

3.1 Проверка настроек

3.1.1 Выполните команду в консоли show version для получения информации о версии установленного программного обеспечения

```
Version:3.22.02 mips sr-be 4.4.165-bfkx mpls
Build date: Wed Jan 31 MSK 2024
```

3.1.2 Выполните команду system reboot для перезагрузки RouterA для попадания в U-Boot menu

```
Last login: Tue Jun 9 11:51:45 UTC 2020 on ttyl12:58:29 up 3 min, 0 users, load average: 0.02, 0.03, 0.01
```

Примечание

Также сервисный маршрутизатор можно перезагрузить, кратковременно обесточив его.

3.1.3 Используя клавиатуру выберите пункт U-Boot console

```
--== RT1MB boot menu ==--
        Normal boot
        FW update
        BMC console
        U-Boot console
Press UP/DOWN to move, ENTER to select menu entry 1
```

Откроется консоль встроенного программного обеспечения U-boot.

3.1.4 Выполните команду version, чтобы узнать версию встроенного обеспечения U-boot и BMC version

```
U-Boot 2014.10 / SDK 4.18 (May 18 2023 - 11:10:34)
mipsel-unknown-linux-gnu-gcc (crosstool-NG 1.24.0-rc3) 8.3.0
GNU ld (crosstool-NG 1.24.0-rc3) 2.32
Istok U-Boot build: 1.3
Istok BMC build: 1.7
```

Примечание

Для возвращения к штатной работе перезагрузите сервисный маршрутизатор.

4 Настройка локальной сети

4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterA). Все устройства, подключенные к RouterA: PC1–PC4, принтер и сервер, объединены в одну виртуальную сеть VLAN 100 с адресом подсети 192.168.3.0/24. На устройстве RouterA VLAN-интерфейс с присвоенным ему IP-адресом 192.168.3.1/24. Включен DHCP-сервер на устройстве RouterA для назначения IP-адресов клиентам. С помощью DHCP-сервера, развернутого на устройстве RouterA назначены IP-адреса для PC: PC1 – 192.168.3.2, PC2 – 192.168.3.3, PC3 – 192.168.3.4, PC4 – 192.168.3.5. IP-адрес принтера - 192.168.3.6, IP-адрес сервера - 192.168.3.7 настроены статически. PC получают вместо случайных IP-адресов из пула DHCP только жестко закрепленные за ними IP-адреса в соответствии с топологией схемы. DHCP-сервер настроен так, чтобы он раздавал определенные IP-адреса каждому PC с привязкой к MAC-адресу/номеру сетевой карты (NIC).

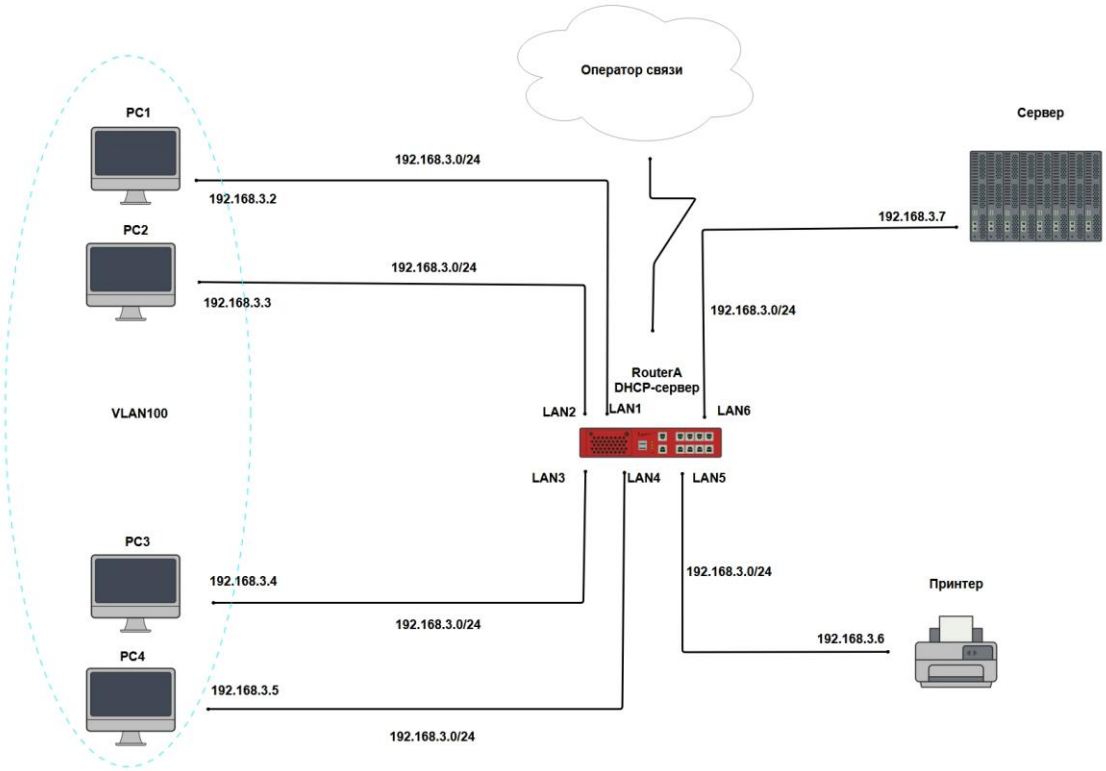

Рисунок 4 – Схема настройки локальной сети

4.2 Этапы настройки

4.2.1 Настройте LAN-интерфейсы на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport 1
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#exit
RouterA(config)#interface switchport 2
RouterA(config-switchport2)#no shutdown
RouterA(config-switchport2)#exit
RouterA(config)#interface switchport 3
RouterA(config-switchport3)#no shutdown
RouterA(config-switchport3)#exit
RouterA(config)#interface switchport 4
RouterA(config-switchport4)#no shutdown
RouterA(config-switchport4)#exit
RouterA(config)#interface switchport 5
RouterA(config-switchport5)#no shutdown
RouterA(config-switchport5)#exit
RouterA(config)#interface switchport 6
RouterA(config-switchport6)#no shutdown
RouterA(config-switchport6)#exit
```

Примечание

switchport <номер порта> – имя сетевого LAN-интерфейса. <Номер порта> соответствует маркировке на передней панели устройства: LAN 1, LAN 2 и т.д. Например, «LAN 1» – это «switchport1», «LAN 5» – «switchport5».

4.2.2 Настройте VLAN-интерфейс

4.2.2.1 Введите идентификационный номер VLAN-ID (vid) для создания VLAN

```
RouterA(config)#vlan 100
```

Примечание

vlan <Id or id list | VLAN id list (1-4091)>, где число обозначает номер виртуальной локальной сети, которая используется для сегментации трафика сети.

4.2.2.2 Настройте IP-адрес у VLAN-интерфейса с помощью команд

```
RouterA(config)#interface vlan 100
RouterA(config-if-[vlan100])#vid 100
```

```
RouterA(config-if-[vlan100])#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
RouterA(config-if-[vlan100])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan100])#exit
```

Примечание

Настроенный IP-адрес будет маршрутом по умолчанию для всех конечных пользователей в VLAN 100.

4.2.2.3 Добавьте интерфейс LAN 1 в VLAN 100 с помощью команд

```
RouterA(config)#interface switchport 1
RouterA(config-switchport1)#switchport mode access
RouterA(config-switchport1)#switchport access vlan 100
RouterA(config-switchport1)#exit
```

Повторите описанные выше действия для добавления интерфейсов LAN 2, LAN 3, LAN 4, LAN 5, LAN 6 в VLAN 100

4.2.3 Настройте DHCP-сервер на устройстве для назначения IP-адресов клиентам

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 1
RouterA(config-dhcp[1])#network 192.168.3.0/24
RouterA(config-dhcp[1])#range 192.168.3.2 192.168.3.5
RouterA(config-dhcp[1])#option routers 192.168.3.1
RouterA(config-dhcp[1])#option domain-name-server 192.168.3.1
RouterA(config-dhcp[1])#exit
```

Примечание

ip dhcp pool <name>, где число обозначает имя пула DHCP, которое используется для группировки настроек DHCP для определенных клиентов или устройств в сети. Номер пула должен быть назначен в диапазоне от 1 до 65535.

4.2.4 Настройте резервирование IP-адреса по DHCP на устройстве. Для этого закрепите IP-адрес за клиентом АРМ1 с помощью команд

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 1
RouterA(config-dhcp[1])#host PC1 hardware-address 00:0c:29:58:6c:9f
RouterA(config-dhcp[1-<default>-<PC1>])#ip 192.168.3.2
RouterA(config-dhcp[1-<default>-<PC1>])#exit
```

Примечание

<00:0c:29:58:6c:9f> – MAC-адрес клиента PC1

Повторите команды резервирования IP-адреса для других рабочих станций PC2, PC3, PC4.

В результате резервирования IP-адресов рабочие станции PC1, PC2, PC3, PC4 (клиенты) будут получать IP-адреса, назначенные по MAC-адресу/номеру их сетевой карты (NIC).

4.2.5 После завершения настроек на устройстве включите DHCP-сервер с помощью команды:

```
RouterA(config)#ip dhcp server on
```

4.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек

4.3 Проверка настроек локальной сети

4.3.1 Выполните команду show interfaces brief на RouterA для вывода статусов интерфейсов

```
Interface     HW Address        IPv4 Address     Admin/Link       DHCPv4   Description
eth1          94:3f:bb:4b:7a:36  unassigned      UP/DOWN          ON
eth2          94:3f:bb:4b:7b:b8  unassigned      DOWN/DOWN        OFF
vlan1         94:3f:bb:00:2d:ff  192.168.0.1/24  UP/UP            OFF
vlan100       94:3f:bb:00:2d:ff  192.168.3.1/24  UP/DOWN          OFF
switchport1                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport2                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport3                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport4                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport5                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport6                      n/a             UP/DOWN          n/a
switchport7                      n/a             UP/UP            n/a
switchport8                      n/a             UP/DOWN          n/a
```

4.3.2 Выполните команду show vlan 100 на RouterA для просмотра параметров настройки

```
VLAN id  Name     Member ports (t-tagged, u-untagged)
100      Vlan0100 swp1(u),swp2(u),swp3(u),swp4(u),swp5(u),swp6(u)
```

4.3.3 Выполните команду show vlan all на RouterA для отображения информации обо всех существующих VLAN

```
VLAN id   Name      Member ports (t-tagged, u-untagged)
1         default   swp7(u),swp8(u)
100       Vlan0100  swp1(u),swp2(u),swp3(u),swp4(u),swp5(u),swp6(u)
```

4.3.4 Выполните команду show interfaces vlan на RouterA для просмотра подробной конфигурации VLAN-интерфейсов

```
vlan1 vid 1:
Link: UP
IPv4 Address: 192.168.0.1/24
RX: 55915 bytes / 532 packets
TX: 54857 bytes / 270 packets
MTU: 1500
Tx buffer: 1000
HW Address: 94:3f:bb:00:2d:ff
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:2dff/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dot1q

vlan100 vid 100:
Link: DOWN
IPv4 Address: 192.168.3.1/24
RX: 0 bytes / 0 packets
TX: 0 bytes / 0 packets
MTU: 1500
Tx buffer: 1000
HW Address: 94:3f:bb:00:2d:ff
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:2dff/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dot1q
```

4.3.5 Выполните команду show ip dhcp на RouterA из режима глобальной конфигурации для просмотра настроек

```
VRF: default
default-lease-time 600;
Pool: 1
subnet 192.168.3.0 netmask 255.255.255.0 {
  option routers 192.168.3.1;
  option domain-name-servers 192.168.3.1;
  range 192.168.3.2 192.168.3.5;
  group default {
    host PC1 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9f;
      fixed-address 192.168.3.2;
    }
    host PC2 {
```

```
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9d;
      fixed-address 192.168.3.3;
    }
    host PC3 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9e;
      fixed-address 192.168.3.4;
    }
    host PC4 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9c;
      fixed-address 192.168.3.5;
    }
  }
}
DHCP server is started but awaiting for network
```

4.3.6 Выполните команду show ip dhcp pool 1 на RouterA для просмотра настроек DHCP-сервера

```
Pool: 1 VRF: default
subnet 192.168.3.0 netmask 255.255.255.0 {
  option routers 192.168.3.1;
  option domain-name-servers 192.168.3.1;
  range 192.168.3.2 192.168.3.5;
  group default {
    host PC1 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9f;
      fixed-address 192.168.3.2;
    }
    host PC2 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9d;
      fixed-address 192.168.3.3;
    }
    host PC3 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9e;
      fixed-address 192.168.3.4;
    }
    host PC4 {
      hardware ethernet 00:0c:29:58:6c:9c;
      fixed-address 192.168.3.5;
    }
  }
}
```

5 Настройка функций обеспечения безопасности локальной сети

5.1 Описание настройки

Для контроля подключенных к маршрутизатору (RouterA) устройств в локальной сети, несанкционированной смены MAC-адреса сетевого подключения, предотвращения атак, направленных на переполнение таблицы MAC-адресов, необходимо включить функцию «Port Security». Локальная сеть должна быть настроена.

5.2 Этапы настройки сети

5.2.1 Включите Port-Security на интерфейсе LAN 1

```
RouterA(config)#interface switchport 1
RouterA(config-switchport1)#switchport port-security
RouterA(config-switchport1)#exit
```

В результате выполнения команды MAC-адрес рабочей станции АРМ 1 привяжется к порту LAN 1. По умолчанию максимально количество адресов на порту LAN 1 будет равен 1. MAC-адрес рабочей станции АРМ1 будет отображаться в таблице MAC-адресов.

Включите Port-Security на интерфейсах LAN 2 – LAN 4.

Примечание

Для отключения Port-Security на интерфейсе LAN 1 введите команды:

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#no port security
RouterA(config-switchport1)#exit
```

5.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек

5.3 Проверка настроек

5.3.1 Выполните команду show port security interface switchport1 для вывода информации о текущих настройках port-security на интерфейсе LAN1

```
Port Security: Enabled
Maximum MAC Addresses: 1
Total MAC Addresses: 0
```

```
Configured MAC Addresses: 0
```

5.3.2 Выполните команду show port-security для вывода информации о текущих настройках «Port-security» на всех LAN-интерфейсах

```
Secure Port   MaxSecureAddr CurrentAdd
switchport1   1             0
switchport2   1             0
switchport3   1             0
switchport4   1             0
```

6 Удаленное подключение к сервисному маршрутизатору

6.1 Описание настроек

Шаг 1. Подключите сетевой кабель передачи данных (патч-корд) к любому LAN порту, входящему в зону «SP» и к устройству, предназначенному для управления.

Примечание

Возможна поставка сервисного маршрутизатора более ранней версии с обозначениями LAN портов как «LAN1» - «LAN8».

Шаг 2. Откорректируйте IP-адрес интерфейса управляющего устройства, его маску и адрес шлюза.

Примечание

По умолчанию IP-адрес – 192.168.0.100, маска подсети – 255.255.255.0, адрес шлюза – 192.168.0.1

Шаг 3. Для проверки связности выполните команду ping 192.168.0.1 с помощью командной строки.

```
C:\User\admin>ping 192.168.0.1
```

Результат выполнения команды:

```
Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.0.1:
  Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
  Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0msyes
```

Шаг 4. С помощью командной строки осуществите удаленное подключение, выполнив команду

```
C:\User\admin>ssh admin@192.168.0.1
```

Примечание

ssh <username>@<ipaddress>

где: <username> – имя пользователя; <ipaddress> – ip-адрес сервисного маршрутизатора.

Шаг 5. Подтвердите удаленное подключение, введя в консоль команду **yes**

```
The authenticity of host '192.168.0.1 (192.168.0.1)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:FzmnRyWGBJFxGjMEEiWLOv87Bim1hH1EmwwxDidEi9o.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
```

Шаг 6. Введите пароль для осуществления входа пользователя

```
Warning: Permanently added '192.168.0.1' (RSA) to the list of known hosts.
admin@192.168.0.1's password:
```

Примечание

Пароль по умолчанию admin, при вводе пароля символы на экране не отображаются.

Удаленный вход в систему выполнен.

Выполните команду **show interfaces brief** чтобы узнать IP-адреса интерфейсов на сервисном маршрутизаторе.

```
Interface     HW Address        IPv4 Address    Admin/Link      DHCPv4  Description
eth1          94:3f:bb:00:2d:e3  unassigned      UP/DOWN         ON
eth2          94:3f:bb:00:2d:fe  unassigned      DOWN/DOWN       OFF
vlan1         94:3f:bb:00:2d:ff  192.168.0.1/24  UP/UP           OFF
switchport1                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport2                      n/a             UP/UP           n/a
switchport3                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport4                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport5                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport6                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport7                      n/a             UP/DOWN         n/a
switchport8                      n/a             UP/DOWN         n/a
```

Примечание

При отсутствии подключения к сервисному маршрутизатору обратитесь в службу поддержки https://istokmw.ru/support//.

7 Функции L2

7.1 Настройка моста (bridge)

7.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (далее RouterA). Все устройства подключены к RouterA: PC1, PC2.

На RouterA настроен мост - 198.18.2.1/24, который предназначен для объединения сегментов сети 192.18.2.2/24 (PC1) и 198.18.2.3/24 (PC2) в одну сеть.

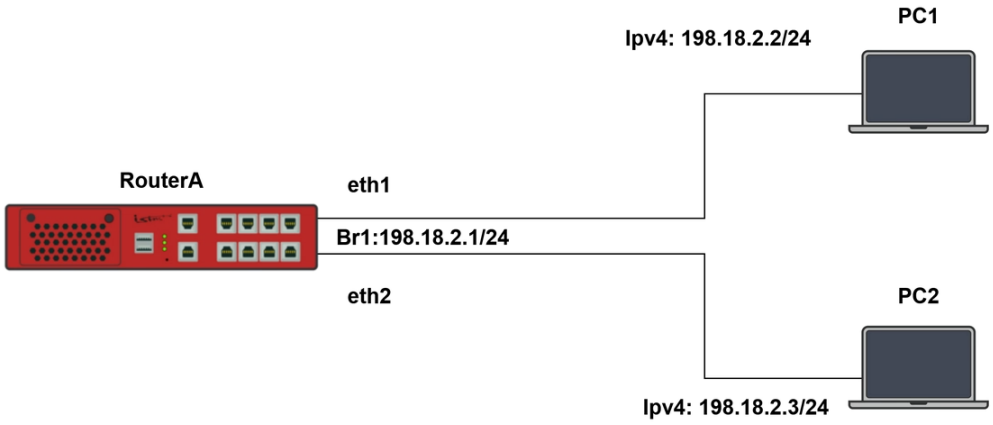

Рисунок 5 – Схема настройки моста

7.1.2 Этапы настройки сети

7.1.2.1 Настройте RouterA

7.1.2.1.1 Включите интерфейсы eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.1.2.1.2 Включите интерфейсы eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

7.1.2.1.3 Создайте мостовой интерфейс и добавьте интерфейсы eth1 и eth2 в мост

```
RouterA(config)#interface br1
```

```
RouterA(config-if-[br1])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[br1])#include eth1
RouterA(config-if-[br1])#include eth2
```

7.1.2.1.4 Установите время устаревания записи в таблице коммутации в секундах и лимит таблицы коммутации

```
RouterA(config-if-[br1])#ageing-time 600
RouterA(config-if-[br1])#max-mac-addresses 100
RouterA(config-if-[br1])#no shutdown
RouterA(config-if-[br1])#end
```

7.1.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек

7.1.3 Проверка настроек

7.1.3.1 Выполните команду show interfaces br1 на RouterA для проверки настройки моста

```
br1:
 Link: UP
 IPv4 Address: 198.18.2.1/24
RX: 16066 bytes / 197 packets
TX: 14796 bytes / 172 packets
MTU: 1500
HW Address: 94:3f:bb:00:00:31
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:31/64
Ageing time (s): 600
Max MAC number on port: 100
STP disabled
Mode: 0
Connected interfaces:
eth1
eth2
```

7.2 Настройка логических интерфейсов (sub interface) на WAN-портах

7.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы RouterA и RouterB.

Устройства объединены в одну сеть - VLAN10, настроены интерфейсы на портах устройств.

На RouterA настроен интерфейс eth1.10 - IP address 198.18.2.1/24.

На RouterB настроены интерфейсы eth1.10 - IP address 198.18.2.2/24.

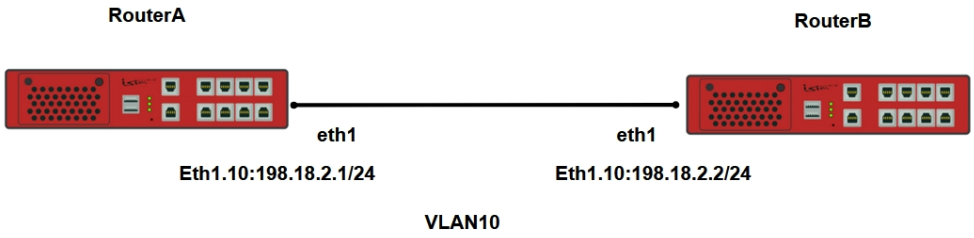

Рисунок 6 – Схема настройки логических интерфейсов (sub interface) на WAN-портах

7.2.2 Этапы настройки сети

7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA, задайте индификатор и тип кадра интерфейса VLAN командой vid <vid> [ethertype (0x88a8 | 0x8100)], где 0x88a8 - тип фрейма: Q-in-Q, а 0x8100 - тип фрейма: dot1q

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#exit
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

7.2.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterB, задайте индификатор и тип кадра интерфейса VLAN командой vid <vid> [ethertype (0x88a8 | 0x8100)], где 0x88a8 - тип фрейма: Q-in-Q, а 0x8100 - тип фрейма: dot1q

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

7.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек

7.2.3 Проверка настроек

7.2.3.1 Выполните команду show interfaces vlan на RouterA для просмотра подробной конфигурации VLAN интерфейсов

```
eth1.10 vid 10:
Link: UP
IPv4 Address: 198.18.2.1/24
RX: 103036 bytes / 1256 packets
TX: 119402 bytes / 1247 packets
MTU: 1500
HW Address: 94:3f:bb:00:00:31
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:31/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dot1q
```

7.2.3.2 Выполните команду show interfaces vlan на RouterB для просмотра подробной конфигурации VLAN интерфейсов

```
eth1.10 vid 10:
Link: UP
IPv4 Address: 198.18.2.2/24
RX: 142156 bytes / 1728 packets
TX: 165938 bytes / 1739 packets
MTU: 1500
HW Address: 7a:72:6c:4b:7a:36
IPv6 Address: fe80::7872:6cff:fe4b:7a36/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dot1q
```

7.3 Настройка протокола LLDP

7.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Между устройствами настроен протокол LLDP.

Рисунок 7 – Схема настройки протокола LLDP

7.3.2 Этапы настройки сети

7.3.2.1 Настройте RouterA

7.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1 и включите протокол LLDP на интерфейсе

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#lldp on
```

7.3.2.2 Настройте RouterB

7.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth2 и включите протокол LLDP на интерфейсе

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
RouterB(config)#lldp on
```

7.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.3.3 Проверка настроек

7.3.3.1 Выполните команду show lldp neighbors на RouterA чтобы проверить настройки

```
-------------------------------------------------------------------------------
LLDP neighbors:
-------------------------------------------------------------------------------
Interface:    eth1, via: LLDP, RID: 1, Time: 0 day, 00:00:09
  Chassis:
    ChassisID:    mac 94:3f:bb:00:2d:c5
    SysName:      RouterB.test.do
    SysDescr:     SR-BE Linux 4.4.165-bfkx #0 SMP 2019-08-30 12:36:11.0784 mips
    Capability:   Bridge, off
    Capability:   Router, on
    Capability:   Wlan, off
    Capability:   Station, off
  Port:
    PortID:       mac 94:3f:bb:00:2d:c6
    PortDescr:    eth2
    TTL:          3600
-------------------------------------------------------------------------------
```

7.3.3.2 Выполните команду show lldp neighbors на RouterB чтобы проверить настройки

```
-------------------------------------------------------------------------------
LLDP neighbors:
-------------------------------------------------------------------------------
Interface:    eth2, via: LLDP, RID: 1, Time: 0 day, 00:00:02
  Chassis:
    ChassisID:    mac 94:3f:bb:00:30:35
    SysName:      RouterA.test.do
    SysDescr:     SR-BE Linux 4.4.165-bfkx #0 SMP 2019-08-30 12:36:11.0784 mips
    Capability:   Bridge, off
    Capability:   Router, on
    Capability:   Wlan, off
    Capability:   Station, off
  Port:
    PortID:       mac 94:3f:bb:00:30:35
    PortDescr:    eth1
    TTL:          3600
-------------------------------------------------------------------------------
```

7.4 Настройка протокола STP

7.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Между устройствами настроен протокол STP.

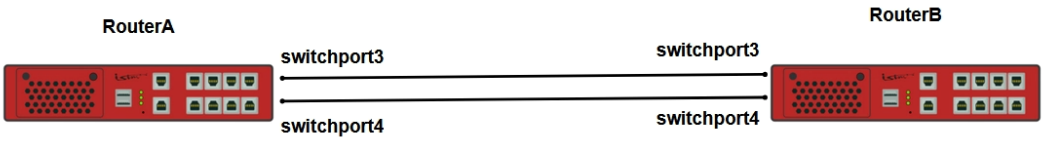

Рисунок 8 – Схема настройки протокола STP

7.4.2 Этапы настройки сети

7.4.2.1 Настройте RouterA

7.4.2.1.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3 и eth4

```
RouterA(config)#interface switchport 3
RouterA(config-switchport3)#no shutdown
RouterA(config-switchport3)#exit
RouterA(config)#interface switchport 4
RouterA(config-switchport4)#no shutdown
RouterA(config-switchport4)#exit
```

7.4.2.1.2 Установите тип протокола STP командой spanning-tree mode

```
RouterA(config)#spanning-tree mode stp
```

7.4.2.1.3 Включите алгоритма spanning-tree на устройстве (протокол STP без приоритета)

```
RouterA(config)#spanning-tree on
```

7.4.2.2 Настройте RouterB

7.4.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3 и eth4

```
RouterB(config)#interface switchport 3
RouterB(config-switchport3)#no shutdown
RouterB(config-switchport3)#exit
RouterB(config)#interface switchport 4
RouterB(config-switchport4)#no shutdown
RouterB(config-switchport4)#exit
```

7.4.2.2.2 Установите тип протокола STP командой spanning-tree mode

```
RouterB(config)#spanning-tree mode stp
```

7.4.2.2.3 Включите алгоритма spanning-tree на устройстве

```
RouterB(config)#spanning-tree on
```

7.4.2.2.4 Установите приоритет STP - 4096, чтобы он был выбран корневым

```
RouterA(config)#spanning-tree priority 4096
```

7.4.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.4.3 Проверка настроек

7.4.3.1 Выполните команду show spanning-tree на RouterA для проверки настроек

```
stpbr CIST info
enabled        yes
bridge id      32768.0.943FBB000036
designated root 32768.0.943FBB000030
regional root   32768.0.943FBB000036
root port      switchport3 (#3)
path cost        27              internal path cost        0
max age          6               bridge max age            6
forward delay 15                 bridge forward delay   15
tx hold count  6                 max hops                  7
hello time       2               ageing time               300
force protocol version           stp
time since topology change  4295
topology change count        11
topology change              no
topology change port         switchport4
last topology change port    switchport3
```

7.4.3.2 Выполните команду show spanning-tree на RouterB для проверки настроек

```
stpbr CIST info
enabled              yes
bridge id            4096.0.943FBB000036
designated root    4096.0.943FBB000036
regional root        4096.0.943FBB000036
root port            none
```

```
path cost        0                internal path cost      0
max age          6                bridge max age          6
forward delay 15                  bridge forward delay  15
tx hold count  6                  max hops                7
hello time       2                ageing time             300
force protocol version            stp
time since topology change  5
topology change count        0
topology change              no
topology change port         None
last topology change port    None
```

7.5 Настройка протокола RSTP

7.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Между устройствами настроен протокол RSTP.

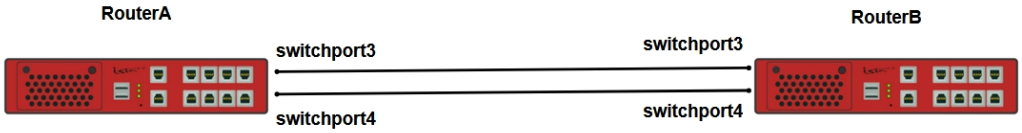

Рисунок 9 – Схема настройки протокола RSTP

7.5.2 Этапы настройки сети

7.5.2.1 Настройте RouterA

7.5.2.1.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3 и eth4

```
RouterA(config)#interface switchport 3
RouterA(config-switchport3)#no shutdown
RouterA(config-switchport3)#exit
RouterA(config)#interface switchport 4
RouterA(config-switchport4)#no shutdown
RouterA(config-switchport4)#exit
```

7.5.2.1.2 Установите тип протокола RSTP командой spanning-tree mode

```
RouterA(config)#spanning-tree mode rstp
```

7.5.2.1.3 Включите алгоритма spanning-tree (протокол RSTP без приоритета) на устройстве

```
RouterA(config)#spanning-tree on
```

7.5.2.2 Настройте RouterB

7.5.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3 и eth4

```
RouterB(config)#interface switchport 3
RouterB(config-switchport3)#no shutdown
RouterB(config-switchport3)#exit
RouterB(config)#interface switchport 4
RouterB(config-switchport4)#no shutdown
RouterB(config-switchport4)#exit
```

7.5.2.2.2 Установите тип протокола RSTP командой spanning-tree mode

```
RouterB(config)#spanning-tree mode rstp
```

7.5.2.2.3 Включите алгоритма spanning-tree на устройстве

```
RouterB(config)#spanning-tree on
```

7.5.2.2.4 Установите приоритет RSTP - 4096, чтобы он был выбран корневым

```
RouterB(config)#spanning-tree priority 4096
```

7.5.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.5.3 Проверка настроек

7.5.3.1 Выполните команду show spanning-tree на RouterA для проверки настроек

```
stpbr CIST info
enabled          yes
bridge id        32768.0.943FBB000036
designated root  32768.0.943FBB000030
regional root    32768.0.943FBB000036
```

```
root port            switchport3 (#3)
path cost          27            internal path cost        0
max age            6             bridge max age            6
forward delay   15               bridge forward delay   15
tx hold count    6               max hops                  7
hello time        2              ageing time               300
force protocol version           rstp
time since topology change   4295
topology change count         11
topology change               no
topology change port          switchport4
last topology change port     switchport3
```

7.5.3.2 Выполните команду show spanning-tree на RouterB для проверки настроек

```
stpbr CIST info
enabled             yes
bridge id           4096.0.943FBB000036
designated root  4096.0.943FBB000036
regional root      4096.0.943FBB000036
root port           none
path cost          0                internal path cost        0
max age            6                bridge max age            6
forward delay  15                   bridge forward delay   15
tx hold count   6                   max hops                  7
hello time        2                 ageing time               300
force protocol version           rstp
time since topology change  5
topology change count         0
topology change               no
topology change port          None
last topology change port    None
```

7.6 Настройка протокола MSTP

7.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Между устройствами настроен протокол MSTP.

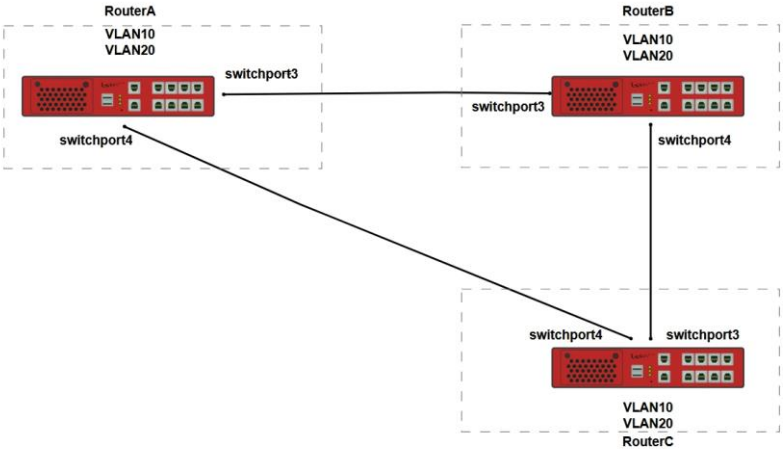

Рисунок 10 – Схема настройки протокола MSTP

7.6.2 Этапы настройки сети

7.6.2.1 Настройте RouterA (с приоритетом 4096 для VLAN10)

7.6.2.1.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3 на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport 3
RouterA(config-switchport3)#no shutdown
```

7.6.2.1.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

```
RouterA(config-switchport3)#switchport mode trunk
```

7.6.2.1.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

```
RouterA(config-switchport3)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterA(config-switchport3)#exit
```

7.6.2.1.4 Аналогичные действия произведите при настройке sw4 на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport4
RouterA(config-switchport4)#no shutdown
RouterA(config-switchport4)#switchport mode trunk
RouterA(config-switchport4)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterA(config-switchport4)#exit
```

7.6.2.1.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

```
RouterA(config)#vlan 10,20
```

7.6.2.1.6 Установите тип протокола MSTP командой spanning-tree mode и включите его на устройстве

```
RouterA(config)#spanning-tree on
RouterA(config)#spanning-tree mode mstp
```

7.6.2.1.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве

```
RouterA(config)#spanning-tree mst region 1 revision 1
```

7.6.2.1.8 Установите параметры MSTI и приоритет 4096

```
RouterA(config)#spanning-tree mst instance 10 vlan 10
RouterA(config)#spanning-tree mst instance 10 priority 4096
RouterA(config)#spanning-tree mst instance 20 vlan 20
```

7.6.2.2 Настройте RouterB (с приоритетом 16834 для VLAN 20)

7.6.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейсы eth3

```
RouterB(config)#interface switchport 3
RouterB(config-switchport3)#no shutdown
```

7.6.2.2.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

```
RouterB(config-switchport3)#switchport mode trunk
```

7.6.2.2.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

```
RouterB(config-switchport3)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterB(config-switchport3)#exit
```

7.6.2.2.4 Аналогичные действия произведите при настройке eth4 на RouterB

```
RouterB(config)#interface switchport4
RouterB(config-switchport4)#no shutdown
RouterB(config-switchport4)#switchport mode trunk
RouterB(config-switchport4)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterB(config-switchport4)#exit
```

7.6.2.2.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

```
RouterB(config)#vlan 10,20
```

7.6.2.2.6 Установите тип протокола MSTP командой spanning-tree mode и включите его на устройстве

```
RouterB(config)#spanning-tree on
RouterB(config)#spanning-tree mode mstp
```

7.6.2.2.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве

```
RouterB(config)#spanning-tree mst region 1 revision 1
```

7.6.2.2.8 Установите параметры MSTI и приоритет 16384

```
RouterB(config)#spanning-tree mst instance 10 vlan 10
RouterB(config)#spanning-tree mst instance 20 vlan 20
RouterB(config)#spanning-tree mst instance 20 priority 16384
```

7.6.2.3 Настройте RouterC (протокол MSTP)

7.6.2.3.1 В командной строке включите LAN интерфейсы sw3

```
RouterC(config)#interface switchport 3
RouterC(config-switchport3)#no shutdown
```

7.6.2.3.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

```
RouterC(config-switchport3)#switchport mode trunk
```

7.6.2.3.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

```
RouterC(config-switchport3)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterC(config-switchport3)#exit
```

7.6.2.3.4 Аналогичные действия произведите при настройке sw4 на RouterC

```
RouterC(config)#interface switchport4
RouterC(config-switchport4)#no shutdown
RouterC(config-switchport4)#switchport mode trunk
RouterC(config-switchport4)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
RouterC(config-switchport4)#exit
```

7.6.2.3.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

```
RouterC(config)#vlan 10,20
```

7.6.2.3.6 Установите тип протокола MSTP командой spanning-tree mode и включите его на устройстве

```
RouterC(config)#spanning-tree on
RouterC(config)#spanning-tree mode mstp
```

7.6.2.3.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве

```
RouterC(config)#spanning-tree mst region 1 revision 1
```

7.6.2.3.8 Установите параметры MSTI

```
RouterC(config)#spanning-tree mst instance 10 vlan 10
RouterC(config)#spanning-tree mst instance 20 vlan 20
```

7.6.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.6.3 Проверка настроек

7.6.3.1 Выполните команду show spanning-tree mst instance 10 на RouterA для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN10

```
stpbr MSTI 10 info
bridge id          32768.10.7A726C4B7CA3
regional root   4096.10.943FBB000033
root port        switchport4 (#4)
internal path cost  20000
time since topology change  53209
topology change count        15
topology change                no
topology change port          switchport3
last topology change port    switchport3
```

7.6.3.2 Выполните команду show spanning-tree mst instance 20 на RouterA для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN20

```
stpbr MSTI 20 info
bridge id          32768.20.943FBB000033
regional root    16384.20.7A726C4B7CA3
root port          switchport3 (#3)
internal path cost   20000
time since topology change   53035
topology change count         1
topology change                no
topology change port           None
```

```
last topology change port     switchport3
```

7.6.3.3 Выполните команду show spanning-tree mst instance 10 на RouterB для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN10

```
stpbr MSTI 10 info
bridge id        32768.10.7A726C4B7CA3
regional root  4096.10.943FBB000033
root port       switchport4 (#4)
internal path cost  20000
time since topology change   53209
topology change count         15
topology change                no
topology change port          switchport3
last topology change port     switchport3
```

7.6.3.4 Выполните команду show spanning-tree mst instance 20 на RouterB для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN20

```
stpbr MSTI 20 info
bridge id        16384.20.7A726C4B7CA3
regional root  16384.20.7A726C4B7CA3
root port        none
internal path   cost 0
time since topology change      53224
topology change count           13
topology change                 no
topology change port            switchport3
last topology change port       switchport3
```

7.6.3.5 Выполните команду show spanning-tree mst instance 10 на RouterC для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN10

```
stpbr MSTI 10 info
bridge id        32768.10.943FBB000045
regional root  4096.10.943FBB000033
root port       switchport4 (#4)
internal path cost   40000
time since topology change   54061
topology change count         3
topology change                no
topology change port          switchport4
last topology change port     switchport4
```

7.6.3.6 Выполните команду show spanning-tree mst instance 20 на RouterC для просмотра параметра MSTI со связанным VLAN20

```
stpbr MSTI 20
info bridge id     32768.20.943FBB000045
regional root     16384.20.7A726C4B7CA3
root port          switchport4 (#4)
internal path cost    20000
time since topology change   54064
topology change count         2
topology change                no
topology change port          switchport4
last topology change port    switchport4
```

7.7 Настройка L2 acl, L2 filter и L2 mangle list

7.7.1 Настройка L2 ACL

7.7.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К маршрутизатору RouterA подключен PC, на котором настроен IP-адрес 192.168.0.1/24.

На RouterA настроены интерфейсы eth1 и eth2, мостовой интерфейс br0 и L2 ACL для фильтрации трафика, основанная на VLAN.

На RouterB настроен интерфейс eth1, саб интерфейс eth1.10 с меткой vlan10.

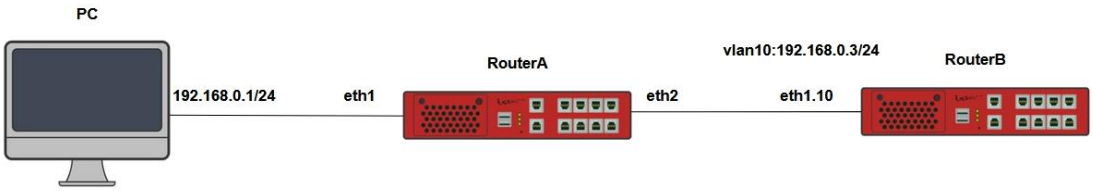

Рисунок 11 – Схема настройки L2 ACL

7.7.1.2 Этапы настройки сети

7.7.1.2.1 Настройте интерфейс на PC и назначьте ему IP-адрес - 192.168.0.1/24, назначьте метку vlan id 10

7.7.1.2.2 Настройте RouterA

7.7.1.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.7.1.2.2.2 Настройте интерфейс br 0

```
RouterA(config)#interface br 0
RouterA(config-if-[br0])#no shutdown
RouterA(config-if-[br0])#include eth1 RouterA(config-if-[br0])#include eth2
RouterA(config-if-[br0])#exit
```

7.7.1.2.2.3 Настройте контроль доступа

```
RouterA(config)#l2 access-list vid protocol 0x8100 vlan-id 10
RouterA(config)#l2 filter forward deny access-list vid
```

7.7.1.2.3 Настройте RouterB

7.7.1.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

7.7.1.2.3.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.7.1.2.3.3 Настройте саб-интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 192.168.0.3/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#end
```

7.7.1.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

7.7.1.3 Проверка настроек

7.7.1.3.1 Выполните команду ping 192.168.0.3 на PC для проверки настроенных интерфейсов

```
PING 192.168.0.3 (192.168.0.3) 56(84) bytes of data.
```

```
--- 192.168.0.3 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 1002ms
```

7.7.1.3.2 Выполните команду show l2 filter на RouterA для просмотра настройки L2 filter

```
Bridge table: filter
Bridge chain: INPUT, entries: 0, policy: ACCEPT
Bridge chain: FORWARD, entries: 1, policy: ACCEPT
1. -p 802_1Q --vlan-id 10 -j DROP , pcnt = 13 -- bcnt = 1902
Bridge chain: OUTPUT, entries: 0, policy: ACCEPT
```

7.7.2 Настройка L2 mangle list путем изменения метки vlan-id

7.7.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К маршрутизатору RouterA подключен PC, на котором настроен IP-адрес 192.168.0.1/24.

На RouterA настроены интерфейсы eth1 и eth2, мостовой интерфейс br0 и изменена метка vlan-id в L2 ACL.

На RouterB настроен интерфейс eth1, саб интерфейс eth1.10 с меткой vlan 10.

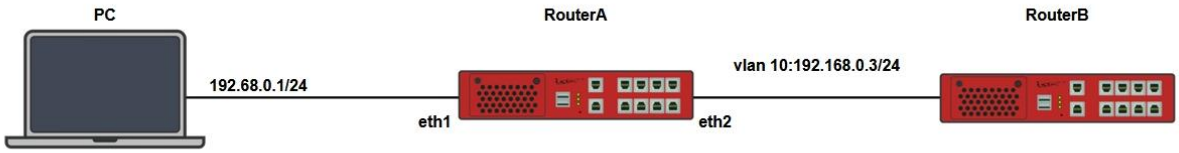

Рисунок 12 – Схема настройки L2 mangle list

7.7.2.2 Этапы настройки сети

7.7.2.2.1 Назначьте IP-адрес - 192.68.0.1/24 и назначьте метку vlan id 10 на PC

7.7.2.2.2 Настройте RouterA

7.7.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.7.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

7.7.2.2.2.3 Настройте интерфейс br0

```
RouterA(config)#interface br 0
RouterA(config-if-[br0])#no shutdown
RouterA(config-if-[br0])#include eth1
RouterA(config-if-[br0])#include eth2
RouterA(config-if-[br0])#exit
```

7.7.2.2.2.4 Настройте изменение идентификатора vlan id с 10 на 20

```
RouterA(config)#l2 access-list vid protocol 0x8100 vlan-id 10
RouterA(config)#l2 mangle-list PREROUTING access-list vid set-vlan-id 20
```

7.7.2.2.3 Настройте RouterB

7.7.2.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

7.7.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.7.2.2.3.3 Настройте саб-интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 192.168.0.3/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
```

7.7.2.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.7.2.3 Проверка настроек

7.7.2.3.1 Выполните команду ping 192.168.0.3 на PC для проверки настроенных интерфейсов

```
PING 192.168.0.3 (192.168.0.3) 56(84) bytes of data.

--- 192.168.0.3 ping statistics --- 2
packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 1016ms
```

7.7.2.3.2 Выполните команду show l2 mangle-list на RouterA для просмотра таблицы mangle list

```
Bridge table: nat
Bridge chain: PREROUTING, entries: 1, policy: ACCEPT
1. -p 802_1Q --vlan-id 10 -j VLAN --set-vlan-id 0x14 --vlan-target CONTINUE, pcnt = 14 -- bcnt = 188
Bridge chain: OUTPUT, entries: 0, policy: ACCEPT
Bridge chain: POSTROUTING, entries: 0, policy: ACCEPT
```

7.7.3 Настройка работы L2 filter

7.7.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (далее RouterA).

На PC, подключенному к RouterA, настроен IP-адрес 192.168.0.1/24.

На RouterA настроен интерфейс switchport1, мостовой интерфейс br0, vlan10 и L2 ACL для фильтрации трафика, основанная на MAC.

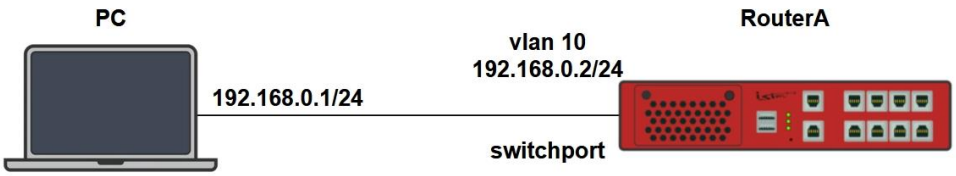

Рисунок 13 – Схема настройки работы L2 filter

7.7.3.2 Этапы настройки сети

7.7.3.2.1 Назначьте IP-адрес - 192.168.0.1/24 и назначьте метку vlan id 10 на PC

7.7.3.2.2 Настройте RouterA

7.7.3.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

7.7.3.2.2.2 Настройте интерфейс switchport 1

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#switchport access vlan 10
RouterA(config-switchport1)#exit
```

7.7.3.2.2.3 Настройте интерфейс vlan10

```
RouterA(config)#interface vlan10
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
```

7.7.3.2.2.4 Настройте интерфейс br 0

```
RouterA(config)#interface br 0
RouterA(config-if-[br0])#no shutdown
RouterA(config-if-[br0])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[br0])#include vlan10
RouterA(config-if-[br0])#exit
```

7.7.3.2.2.5 Запретите трафик с PC используя not и случайный адрес mac

```
RouterA(config)#l2 access-list macs mac-source not b4:96:91:01:7e:c0
RouterA(config)#l2 filter INPUT deny access-list macs
```

7.7.3.2.2.6 Разрешите трафик с mac адреса интерфейса PC используя новый список доступа и политику permit поместив правило на 1 позицию

```
RouterA(config)#l2 access-list macs2 mac-source b4:96:91:99:7e:c0
RouterA(config)#l2 filter input position 1 permit access-list macs2
```

7.7.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

7.7.3.3 Проверка настроек

7.7.3.3.1 Выполните команду ping 192.168.0.2 -c 2 на PC для запуска ICMP трафика

```
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 1001ms
```

7.7.3.3.2 Выполните команду show l2 filter на RouterA для просмотра настройки L2 filter на устройстве

```
Bridge chain: INPUT, entries: 2, policy: ACCEPT
1. -s b4:96:91:99:7e:c0 -j ACCEPT , pcnt = 3 -- bcnt = 214
2. -s ! b4:96:91:1:7e:c0 -j DROP , pcnt = 13 -- bcnt = 1218
Bridge chain: FORWARD, entries: 0, policy: ACCEPT
Bridge chain: OUTPUT, entries: 0, policy: ACCEPT
```

7.8 Настройка функции Storm-control

7.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA и RouterB настроены интерфейсы и storm-control.

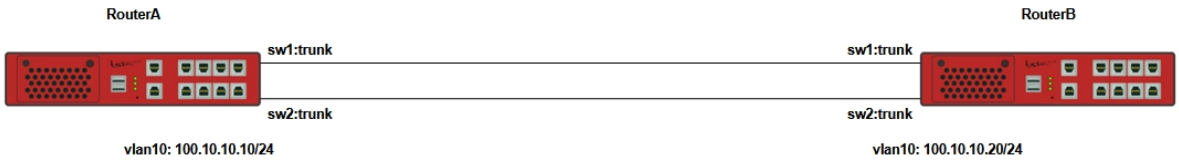

Рисунок 14 – Схема настройки Storm-control

7.8.2 Этапы настройки сети

7.8.2.1 Настройте RouterA

7.8.2.1.1 Создайте петлю и отключите протокол STP

```
RouterA(config)#interface vlan10
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 100.10.10.10/24
```

```
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#switchport mode trunk
RouterA(config-switchport1)#switchport trunk allowed vlan 10
RouterA(config-switchport1)#exit
RouterA(config)#interface switchport2
RouterA(config-switchport2)#no shutdown
RouterA(config-switchport2)#switchport mode trunk
RouterA(config-switchport2)#switchport trunk allowed vlan 10
RouterA(config-switchport2)#exit
```

7.8.2.2 Настройте RouterB

7.8.2.2.1 Создайте петлю и отключите протокол STP

```
RouterB(config)#interface vlan10
RouterB(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterB(config-if-[vlan10])#ip address 100.10.10.20/24
RouterB(config-if-[vlan10])#exit
RouterB(config)#interface switchport1
RouterB(config-switchport1)#no shutdown
RouterB(config-switchport1)#switchport mode trunk
RouterB(config-switchport1)#switchport trunk allowed vlan 10
RouterB(config-switchport1)#exit
RouterB(config)#interface switchport2
RouterB(config-switchport2)#no shutdown
RouterB(config-switchport2)#switchport mode trunk
RouterB(config-switchport2)#switchport trunk allowed vlan 10
RouterB(config-switchport2)#exit
```

7.8.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

7.8.3 Проверка настроек

7.8.3.1 Выполните команду do ping 100.10.10.15 на RouterA для пуска ARP запроса на адрес 100.10.10.15

```
PING 100.10.10.15 (100.10.10.15) 56(84) bytes of data.
From 100.10.10.10 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 100.10.10.10 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
```

7.8.3.2 Выполните команду show bandwidth-monitor на RouterB для вывода на экран загруженности интерфейсов

```
bwm-ng v0.6.2 (delay 1.000s);
  input: /proc/net/dev; press 'ctrl-c' to end this
  \          iface                    Rx                    Tx                    Total
==================================================================
                lo:              0.00 B/s              0.00 B/s              0.00 B/s
   mpls-master:                  0.00 B/s              0.00 B/s              0.00 B/s
    switchport1:               90.86 MB/s            90.86 MB/s           181.71 MB/s
    switchport2:               90.86 MB/s            90.85 MB/s           181.71 MB/s
         vlan10:                7.34 MB/s             0.00 B/s              7.34 MB/s
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
             total:          189.06 MB/s           181.71 MB/s           370.77 MB/s
```

7.8.3.3 Выполните команду do tcpdump vlan10 на RouterB для вывода на экран трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on vlan10, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:36:44.850449 ARP, Request who-has 100.10.10.15 tell 100.10.10.20, length 42
12:36:44.850455 ARP, Request who-has 100.10.10.15 tell 100.10.10.20, length 42
12:36:44.850468 ARP, Request who-has 100.10.10.15 tell 100.10.10.20, length 42
12:36:44.850475 ARP, Request who-has 100.10.10.15 tell 100.10.10.20, length 42
12:36:44.850480 ARP, Request who-has 100.10.10.15 tell 100.10.10.20, length 42
```

7.8.3.4 Настройте storm-control на интерфейсах switcport1 и switchport2 на RouterB

```
RouterB(config)#interface switchport 1
RouterB(config-switchport1)#storm-control arp min-rate 306Kbit max-rate 310Kbit
RouterB(config-switchport1)#exit
RouterB(config#interface switchport 2
RouterB(config-switchport2)#storm-control arp min-rate 306Kbit max-rate 310Kbit
```

7.8.3.5 Выполните команду show bandwidth-monitor для вывода на экран загруженности интерфейсов после конфигурации контроля рассылки ARP пакетов

```
bwm-ng v0.6.2 (delay 1.000s);
  input: /proc/net/dev; press 'ctrl-c' to end this
  \          iface                    Rx                    Tx                    Total
==================================================================
                lo:              0.00 B/s              0.00 B/s              0.00 B/s
   mpls-master:                  0.00 B/s              0.00 B/s              0.00 B/s
    switchport1:               13.92 KB/s            13.86 KB/s            27.78 KB/s
    switchport2:               13.92 KB/s            13.86 KB/s            27.78 KB/s
         vlan10:               18.20 KB/s             0.00 B/s             18.20 KB/s
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
             total:           46.04 KB/s            27.73 KB/s            73.76 KB/s
```

7.8.3.6 Выполните команду show storm-control cyclic-counters на RouterB для вывода на экран настроек storm-control

```
Interface        Frame type      Bytes received      Bytes dropped
 switchport1        arp            12189445            13874101
 switchport2        arp             6921420               68880
```

7.8.3.7 Выполните повторно команду show storm-control cyclic-counters на RouterB для вывода на экран настроек storm-control

```
Interface        Frame type      Bytes received      Bytes dropped
 switchport1        arp            12272437            13874437
 switchport2        arp             7004412               69216
```

7.9 Настройка работы туннеля L2GRE/GRETAP

7.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD.

На сервисных маршрутизаторах настроены интерфейсы и назначены IP-адреса.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 192.168.0.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 100.10.10.10/24.

На RouterC настроен интерфейс eth1- IP address 100.10.10.20/24.

На RouterD настроен интерфейс eth1- IP address 192.168.0.2/24.

Между сервисными маршрутизаторами настроен L2GRE/GRETAP туннель.

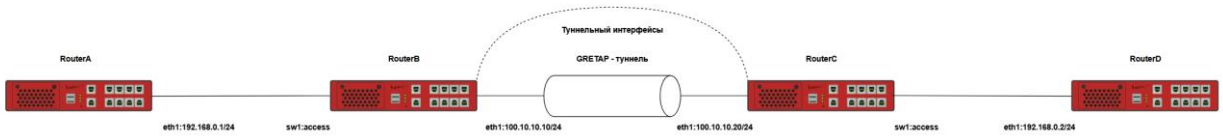

Рисунок 15 – Схема настройки L2GRE/GRETAP туннеля

7.9.2 Этапы настройки

7.9.2.1 Настройте RouterA

7.9.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

7.9.2.1.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.2 Настройте RouterB

7.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.2.2 Создайте туннель GRETAP

```
RouterB(config)#interface tunnel 1
RouterB(config-[tunnel1])#tunnel mode gretap source 100.10.10.10 destination 100.10.10.20
RouterB(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterB(config-[tunnel1])#ip multicast
RouterB(config-[tunnel1])#exit
```

7.9.2.2.3 Создайте интерфейс vlan10 и настройте интерфейс bridge 0

```
RouterB(config)#interface vlan10
RouterB(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterB(config-if-[vlan10])#exit
RouterB(config)#interface br 0
RouterB(config-if-[br0])#no shutdown
RouterB(config-if-[br0])#include vlan10
RouterB(config-if-[br0])#include tunnel1
RouterB(config-if-[br0])#exit
```

7.9.2.2.4 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterB(config)#interface switchport1
RouterB(config-switchport1)#no shutdown
RouterB(config-switchport1)#switchport access vlan 10
RouterB(config-switchport1)#exit
```

7.9.2.2.5 Добавьте маршрут до сети

```
RouterB(config)#ip route 192.168.0.0/24 tunnel1
```

7.9.2.3 Настройте RouterC

7.9.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.20/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.3.2 Создайте туннель GRETAP

```
RouterC(config)#interface tunnel 1
RouterC(config-[tunnel1])#tunnel mode gretap source 100.10.10.20 destination 100.10.10.10
RouterC(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterC(config-[tunnel1])#ip multicast
RouterC(config-[tunnel1])#exit
```

7.9.2.3.3 Создайте интерфейс vlan10 и настройте интерфейс bridge 0

```
RouterC(config)#interface vlan10
RouterC(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterC(config-if-[vlan10])#exit
RouterC(config)#interface br0
RouterC(config-if-[br0])#no shutdown
RouterC(config-if-[br0])#include vlan10
RouterC(config-if-[br0])#include tunnel1
RouterC(config-if-[br0])#exit
```

7.9.2.3.4 Настройте порт switchport1

```
RouterC(config)#interface switchport1
RouterC(config-switchport1)#no shutdown
RouterC(config-switchport1)#switchport access vlan 10
RouterC(config-switchport1)#exit
```

7.9.2.3.5 Настройте маршрут до сети

```
RouterC(config)#ip route 192.168.0.0/24 tunnel1
```

7.9.2.4 Настройте RouterD

7.9.2.4.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterD(config)#no interface vlan1
```

7.9.2.4.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

7.9.3 Проверка настроек

7.9.3.1 Выполните команду ping 100.10.10.20 repeat 2 на RouterB для вывода на экран связности шлюзов

```
PING 100.10.10.20 (100.10.10.20) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.10.10.20: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 100.10.10.20: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.971 ms
--- 100.10.10.20 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 2ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.971/0.994/1.018/0.039 ms
```

7.9.3.2 Выполните команду ping 192.168.0.2 на RouterA для вывода на экран связности клиентов

```
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.34 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.20 ms
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 3ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.204/2.272/2.340/0.068 ms
```

7.9.3.3 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterC для вывода на экран использования GRETAP туннеля

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:35:28.420781 IP 100.10.10.10 > 100.10.10.20: GREv0, length 102: IP 192.168.0.1 > 192.168.0.2:
ICMP echo request, id 5071, seq 22, length 64
13:35:28.421464 IP 100.10.10.20 > 100.10.10.10: GREv0, length 102: IP 192.168.0.2 > 192.168.0.1:
ICMP echo reply, id 5071, seq 22, length 64
```

7.10 Настройка VLAN

7.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

К маршрутизатору RouterA подключен PC, на котором настроен IP-адрес 192.168.3.2/24.

На RouterA настроен VLAN, который назначен интерфейсу switchport1, назначены IP-адреса и настроен интерфейс в режиме trunk.

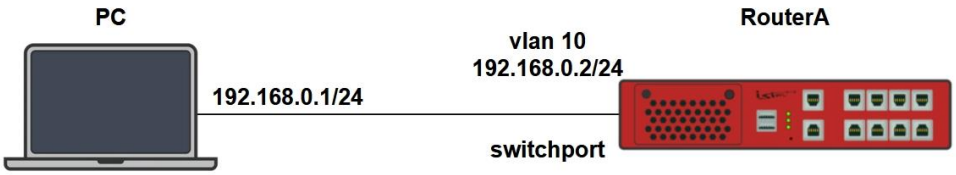

Рисунок 16 – Схема настройки VLAN

7.10.2 Этапы настройки сети

7.10.2.1 Создайте VLAN на устройстве

```
RouterA(config)#vlan 20
```

7.10.2.2 Назначим VLAN20 интерфейсу switchport1

```
RouterA(config)#interface switchport 1
RouterA(config-switchport1)#switchport mode access
RouterA(config-switchport1)#switchport access vlan 20
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#exit
```

7.10.2.3 Настройте IP-адрес на VLAN-интерфейсе любым представленным способом

7.10.2.3.1 Назначьте статический IP-адрес

```
RouterA(config)#interface vlan 20
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 20
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 192.168.3.1/24
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
```

```
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
```

7.10.2.4 Настройте интерфейс в режиме Trunk

7.10.2.4.1 Настройте switchport5 в качестве магистрального порта

```
RouterA(config)#interface switchport 5
RouterA(config-switchport5)#switchport mode trunk
RouterA(config-switchport5)#exit
```

7.10.2.5 Назначьте trunk-порту список разрешенных VLAN

7.10.2.5.1 Назначьте перечень разрешенных VLAN для trunk-порта

```
RouterA(config)#interface switchport 5
RouterA(config-switchport5)#switchport trunk allowed vlan none
RouterA(config-switchport5)#switchport trunk allowed vlan add 20
RouterA(config-switchport5)#no shutdown
RouterA(config-switchport5)#end
```

7.10.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройстве.

7.10.3 Проверка настроек

7.10.3.1 Выполните команду show vlan all для проверки созданных VLAN

```
VLAN id   Name       Member ports (t-tagged, u-untagged)
1         default    swp2 (u), swp3 (u), swp4 (u), swp6 (u), swp7 (u), swp8 (u)
20        Vlan0020   swp1(u), swp5(t)
```

Примечание

Для удаления VLAN используйте команду no vlan 20.

7.10.3.2 Выполните команду show interfaces switchport1 для проверки состояния switchport1

```
switchport1:
Link: DOWN
MTU: 10240
Duplex: full
AUtonegotivation: on
Speed: 1000
Supported speed (Mb/s): 10, 100, 1000
Switchport mode access
```

```
Switchport access vlan: 20
```

7.10.3.3 Выполните команду show interfaces vlan20 для проверки настройки vlan20

```
vlan20 vid 20:
Link: UP
Ipv4 Address: 192.168.3.1/24
RX: 13908 bytes / 88 packets
TX: 1764 bytes / 10 packets
MUT: 1500
HW Address: b4:81:bf:00:00:85
Ipv6 Address: fe80::b681:bfff:fe00:85/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dotlq
```

7.10.3.4 Выполните команду show interfaces switchport5 для проверки состояния switchport5

```
switchport5:
Link: DOWN
MTU: 10240
Duplex: full
AUtonegotivation: on
Speed: 1000
Supported speed (Mb/s): 10, 100, 1000
Switchport mode trunk
Switchport trunk allowed vlans: 20
```

8 Управление IP-адресацией

8.1 Назначение статических IP-адресов на физические и логические интерфейсы

8.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RoutreA.

На RouterA настроены логические интерфейсы eth1 и eth2, назначены статические IP-адреса.

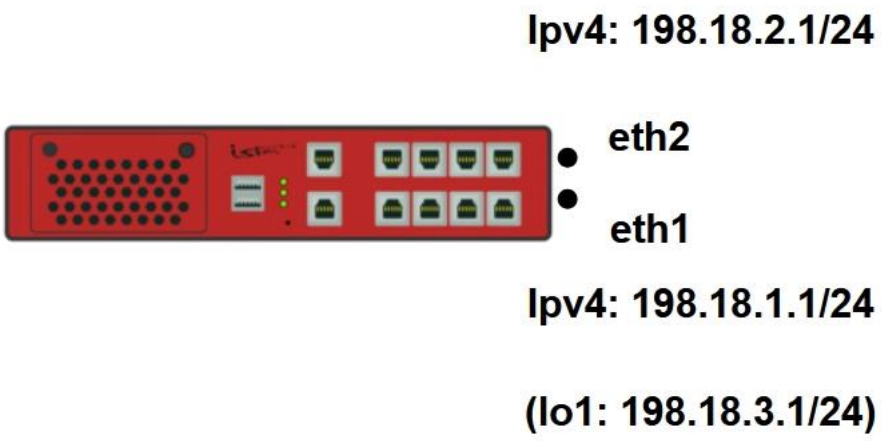

Рисунок 17 – Схема настройки статических IP-адресов на физические и логические интерфейсы

8.1.2 Этапы настройки

8.1.2.1 Настройте IP-адрес на физических интерфейсах eth1и eth2

8.1.2.1.1 Настройте интерфейс eth1 и назначьте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.1.2.1.2 Настройте интерфейс eth2 и назначьте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

8.1.2.2 Настройте IP-адрес на логических интерфейсах eth1.100 , lo1, vlan10

8.1.2.2.1 Создайте саб-интерфейс eth100 и настройте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface eth1.100
RouterA(config-if-[eth1.100])#vid 100
RouterA(config-if-[eth1.100])#ip address 198.18.100.1/24
RouterA(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.100])#exit
```

8.1.2.2.2 Создайте интерфейс loopback 1 и настройте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 198.18.3.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

8.1.2.2.3 Создайте интерфейс vlan 10 и настройте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface vlan 10
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan10])#end
```

8.1.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек

8.1.3 Проверка настроек

8.1.3.1 Выполните команду show interfaces brief для проверки настройки интерфейсов на RouterA

```
Interface          HW Address          IPv4
Address            Admin/Link          DHCPv4          Descriptioneth1
eth1               94:3f:bb:00:00:3a   198.18.1.1/24   UP/UP           OFF
eth2               94:3f:bb:00:00:3b   198.18.2.1/24   UP/DOWN         OFF
lo1                4e:f4:aa:9e:4d:e7   198.18.3.1/24   UP/UP           OFF
eth1.100           94:3f:bb:00:2d:e3   198.18.100.1/24 UP/DOWN         OFF
vlan1              94:3f:bb:00:2d:ff   192.168.0.1/24  UP/UP           OFF
```

```
vlan10          94:3f:bb:00:2d:ff     198.18.10.1/24        UP/DOWN        OFF
switchport1                              n/a              UP/UP          n/a
switchport2                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport3                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport4                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport5                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport6                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport7                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
switchport8                              n/a              DOWN/DOWN      n/a
(END)
```

8.2 Настройка DHCP Relay Option 82

8.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке сеть настроена при помощи двух сервисных маршрутизаторов, которые находятся в одной сети - 198.18.1.0/24, где один работает, как DHCP-сервер (RouterA), а другой как DHCP Relay Agent (RouterB).

Relay-агент добавляет дополнительную информацию (опцию 82) в сообщения DHCP, передаваемые клиентом DHCP-серверу. Эта информация позволяет идентифицировать точку подключения клиента (PC).

На RouterA настроен IP-адрес на eth1 - 10.0.0.1/24.

На RouterB настроен IP-адрес на eth1 - 10.0.0.2/24, switchport и Vlan1 - 198.18.1.1/24.

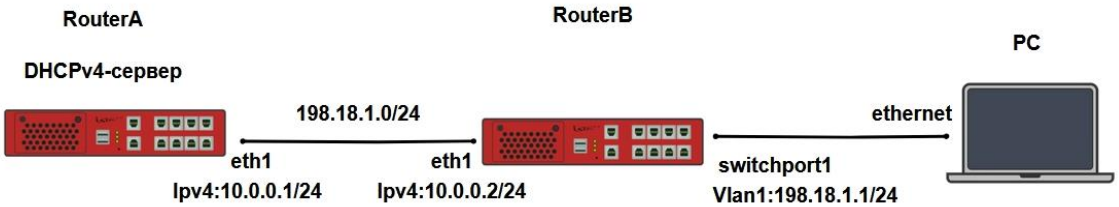

Рисунок 18 – Настройка DHCP Relay Option 82

8.2.2 Этапы настройки сети

8.2.2.1 Настройте RouterB

8.2.2.1.1 Включите switchport1

```
RouterB(config)#interface switchport1
RouterB(config-switchport1)#no shutdown
RouterB(config-switchport1)#exit
```

8.2.2.1.2 Создайте vlan и его индентификатор

```
RouterB(config)#interface vlan 1
RouterB(config-if-[vlan1])#vid 1
RouterB(config-if-[vlan1])#no shutdown
RouterB(config-if-[vlan1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[vlan1])#exit
```

8.2.2.1.3 Задайте IP-address на интерфейсе eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 10.0.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

8.2.2.1.4 Настройте dhcp relay и dhcp option 82

```
RouterB(config)#ip dhcp relay 1
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#interface eth1
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#interface vlan1
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#server 10.0.0.1
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#option 82 remote-id 7a:72:6c:4b:7c:a3
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#manage-agent-option append
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#Append-agent-option
RouterB(config-dhcp-relay-[1])#no shutdown RouterB(config-dhcp-relay-[1])#end
```

Примечание

Значение remote-id – это MAC-адрес vlan-интерфейса RouterB.

8.2.2.2 Настройте RouterA

8.2.2.2.1 Задайте IP-адрес на интерфейсе eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 10.0.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.2.2.2.2 Создайте первый набор IPv4-адресов

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 1
RouterA(config-dhcp[1])#network 10.0.0.0/24
RouterA(config-dhcp[1])#range 10.0.0.100 10.0.0.200
RouterA(config-dhcp[1])#exit
```

8.2.2.2.3 Создайте второй пул IPv4-адресов

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 2
RouterA(config-dhcp[2])#network 198.18.1.0/24
RouterA(config-dhcp[2])#range 198.18.1.2 198.18.1.100
RouterA(config-dhcp[2])#exit
```

8.2.2.2.4 Настройте маршрут и включите DHCPv4-сервер

```
RouterA(config)#ip route 198.18.1.0/24 10.0.0.2
RouterA(config)#ip dhcp server on
RouterA(config)#end
```

8.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

8.2.3 Проверка настроек

8.2.3.1 Выполните команду tcpdump eth1 verbose на RouterA, убедитесь что опция 82 была передана

```
10.0.0.2.67 > 10.0.0.1.67: [udp sum ok] BOOTP/DHCP, Request from 08:00:27:da:41:ed,
length 300, hops 1, xid 0xbc6b9468, secs 214, Flags [none] (0x0000)
  Gateway-IP 198.18.1.1
  Client-Ethernet-Address 08:00:27:da:41:ed
  Vendor-rfc1048 Extensions
    Magic Cookie 0x63825363
    DHCP-Message Option 53, length 1: Discover
    Hostname Option 12, length 5: "side2"
    Parameter-Request Option 55, length 13:
      Subnet-Mask, BR, Time-Zone, Default-Gateway
      Domain-Name, Domain-Name-Server, Option 119, Hostname
      Netbios-Name-Server, Netbios-Scope, MTU, Classless-Static-Route
      NTP
   Agent-Information Option 82, length 26:
      Circuit-ID SubOption 1, length 5: vlan1
      Remote-ID SubOption 2, length 17: 7a:72:6c:4b:7c:a3
   END Option 255, length 0
   PAD Option 0, length 0, occurs 6
```

8.3 Настройка DHCPv4 relay

8.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке 1, предприятие использует DHCP server для назначения IP-адресов клиентам DHCP. Сервер по адресу 100.10.10.0/24

используется в качестве примера для описания настройки агента ретрансляции DHCP relay.

DHCP client находится в сегменте сети 192.168.0.0/24, а DHCP server — в сегменте сети 100.10.10.0/24. Клиенты DHCP могут получать IP-адреса от DHCP server через RouterA с включенной ретрансляцией DHCP.

Адрес интерфейса eth1 RouterA, подключенного к DHCP client - 192.168.0.2/24, а адрес интерфейса eth2 RouterA, подключенного к DHCP server - 100.10.10.20/24.

Адрес интерфейса eth1 DHCP server, подключенного к RouterA - 100.10.10.10/24.

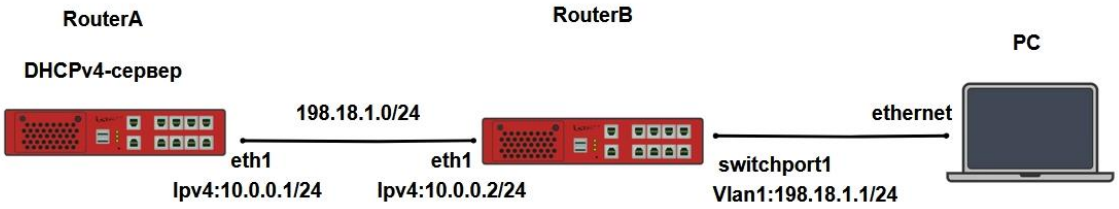

Рисунок 19 – Схема настройки DHCP Relay

8.3.2 Этапы настройки

8.3.2.1 Настройте статические IP-адреса на RouterA.

8.3.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

8.3.2.1.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA.

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.3.2.1.3 Настройте интерфейс eth2 на RouterA.

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.20/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

8.3.2.2 Настройте конфигурацию DHCP relay сервиса на RouterA.

8.3.2.2.1 Создайте DHCP relay на RouterA, указав имя DHCP relay <name_of_relay>

```
RouterA(config)#ip dhcp relay <dhcp-pool>
```

8.3.2.2.2 Укажите IP-адрес DHCP server для перенаправления DHCP-запросов от клиентов на DHCP server, включите функцию добавления поля с информацией об агенте, укажите интерфейсы на которых работает DHCP Relay.

```
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#server 100.10.10.10
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#append-agent-option
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#interface eth1
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#interface eth2
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#no shutdown
RouterA(config-dhcp-relay-[dhcp-pool])#end
```

8.3.2.3 Настройка маршрутов на DHCP Server

Необходимо добавить маршрут на DHCP Server до искомой подсети 192.168.0.0/24

```
DHCP Server(config)# ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 100.10.10.20/24
```

8.3.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <config_name>** для сохранения настроек

8.3.3 Проверка настроек DHCP relay на RouterA

Убедитесь что клиент получил адрес из пула DHCP сервера

8.4 Настройка DNS proxy

8.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К маршрутизатору RouterA подключен PC, на котором настроен IP-адрес 192.168.0.1/24.

RouterA настроен как Proxy DNS сервер. На устройстве настроены интерфейсы - eth1 (IP-адрес - 192.168.0.2/24) и eth2 (IP-адрес - 100.10.10.20/24).

RouterB настроен как DNS сервер. На устройстве настроены интерфейс - eth1 (IP-адрес - 100.10.10.10/24) и loopback интерфейс (IP-адрес - 1.1.1.1/24).

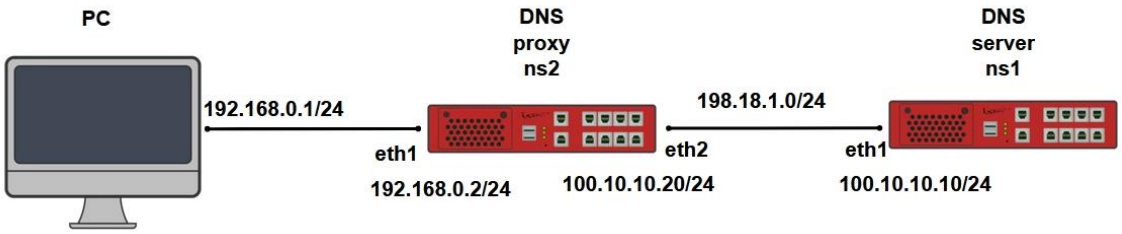

Рисунок 20 – Схема настройки DNS proxy

8.4.2 Этапы настройки сети

8.4.2.1 Настройте интерфейс PC

8.4.2.1.1 Назначьте IP-адрес 192.168.0.1/24

8.4.2.1.2 Назначьте метку vlan id 10

8.4.2.2 Настройте RouterA

8.4.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

8.4.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.4.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.20/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

8.4.2.2.4 Настройте DNS прокси на RouterA

```
RouterA(config)#name-server first 100.10.10.10
RouterA(config)#ip route 1.1.1.0/24 100.10.10.10
RouterA(config)#dns-proxy
RouterA(dns-proxy-default)#option listen 192.168.0.2
RouterA(dns-proxy-default)#option authoritative 100.10.10.10
RouterA(dns-proxy-default)#option recursive 100.10.10.10
RouterA(dns-proxy-default)#option internal 192.168.0.0/24
```

```
RouterA(dns-proxy-default)#dns-proxy on
RouterA(dns-proxy-default)#end
```

8.4.2.3 Настройте RouterB

8.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

8.4.2.3.2 Настройте DNS сервер на RouterB

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 100.10.10.20
RouterB(config)#dns-server
RouterB(dns-server)#zone master test.do
RouterB(config-dnszone-[test.do])#set ns ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#set refresh 300 sec
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 192.168.0.1 pc
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 192.168.0.2 ns2
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 100.10.10.10 ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 1.1.1.1 lo1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry ns ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#exit
RouterB(dns-server)#dns-server on
RouterB(dns-server)#exit
```

8.4.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

8.4.3 Проверка настроек

8.4.3.1 Выполните команду nslookup pc.test.do 100.10.10.10 на PC для проверки записей сервера DNS

```
Server:     100.10.10.10
Address:   100.10.10.10#53
Name:      pc.test.do
Address:  192.168.0.1
```

8.4.3.2 Выполните команду nslookup pc.test.do 192.168.0.2 и nslookup ns2.test.do 192.168.0.2 на PC для проверки записи DNS сервера (RouterB) через прокси сервер (RouterA)

nslookup pc.test.do 192.168.0.2

```
Server:    192.168.0.2
Address:  192.168.0.2#53
Name:    pc.test.do
Address: 192.168.0.1
```

nslookup ns2.test.do 192.168.0.2

```
Server:    192.168.0.2
Address:  192.168.0.2#53
Name:    ns2.test.do
Address:  192.168.0.2
```

8.5 Настройка DNS-сервера

8.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К маршрутизатору RouterA подключен PC, на котором настроен IP-адрес 192.168.0.1/24.

RouterA настроен как Slave (ведомый) DNS сервер. На устройстве настроены интерфейсы - eth1 (IP-адрес - 192.168.0.2/24) и eth2 (IP-адрес - 100.10.10.20/24).

RouterB настроен как Master (главный) DNS сервер. На устройстве настроены интерфейс - eth1 (IP-адрес - 100.10.10.10/24) и loopback интерфейс (IP-адрес - 1.1.1.1/24).

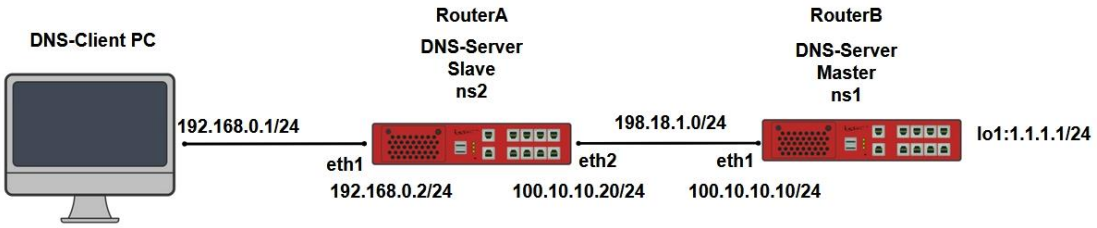

Рисунок 21 – Схема настройки DNS server

8.5.2 Этапы настройки сети

8.5.2.1 Настройте PC

8.5.2.1.1 Настройте интерфейс и назначьте IP-адрес - 192.168.0.1/24

8.5.2.1.2 Назначьте адрес DNS сервера - 192.168.0.2

8.5.2.1.3 Настройте маршрутизацию до других устройств

8.5.2.2 Настройте RouterA

8.5.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

8.5.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.5.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.20/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

8.5.2.2.4 Добавьте подчиненную DNS зону

```
RouterA(config)#dns-server
RouterA(dns-server)#zone slave test.do master_ip 100.10.10.10
RouterA(dns-server)#dns-server on
RouterA(dns-server)#exit
```

8.5.2.2.5 Укажите имя хоста, доменное имя системы, маршрут и IP-адрес DNS сервера с master зоной

```
RouterA(config)#system host-name ns2 domain-name test.do
RouterA(config)#name-server first 100.10.10.10
RouterA(config)#ip route 1.1.1.0/24 100.10.10.10
```

8.5.2.3 Настройте RouterB

8.5.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouteB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

8.5.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

8.5.2.3.3 Настройте master зону

```
RouterB(config)#dns-server
RouterB(dns-server)#zone master test.do
RouterB(config-dnszone-[test.do])#set ns ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#set refresh 300 sec
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 192.168.0.1 pc
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 192.168.0.2 ns2
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 100.10.10.10 ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 1.1.1.1 lo1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry ns ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#exit
RouterB(dns-server)#dns-server on
RouterB(dns-server)#exit
```

8.5.2.3.4 Укажите имя хоста, доменное имя системы и маршрут по умолчанию

```
RouterB(config)#system host-name ns1 domain-name test.do
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 100.10.10.20
```

8.5.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

8.5.3 Проверка настроек

8.5.3.1 Выполните команду nslookup ns1.test.do 100.10.10.10 на PC для проверки работы DNS сервера master

```
Server:     100.10.10.10
Address:    100.10.10.10#53
Name:       ns1.test.do
Address:    100.10.10.10
```

8.5.3.2 Выполните команду nslookup ns1.test.do 192.168.0.2 на PC для проверки работы DNS сервера slave

```
Server:    192.168.0.2
Address:   192.168.0.2#53
Name:      ns1.test.do
Address:   100.10.10.10
```

8.5.3.3 Выполните команду nslookup lo1.test.do 100.10.10.10 для проверки работы DNS сервера master на loopback интерфейсе

```
Server:    100.10.10.10
Address:   100.10.10.10#53
Name:      lo1.test.do
Address:   1.1.1.1
```

8.6 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv4

8.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке сеть настроена при помощи двух сервисных маршрутизаторов, которые находятся в одной сети - 198.18.1.0/24, где один работает, как DHCP-сервер (RouterA), а другой, как DHCP-клиент (RouterB).

На RouterA IP-адрес настроен статически - 198.18.1.1/24.

На RouterB IP-адреса назначаются динамически DHCP-сервером.

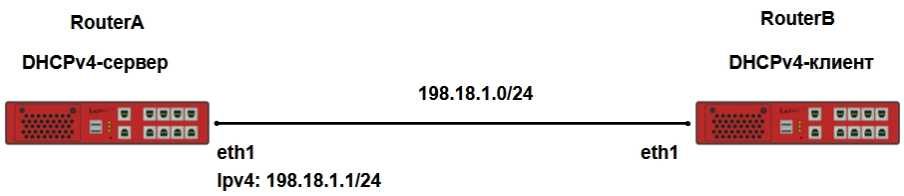

Рисунок 22 – Схема настройки встроенного сервера и клиента DHCPv4

8.6.2 Этапы настройки сети

8.6.2.1 Настройте RouterA

8.6.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.6.2.1.2 Настройте DHCP-сервер

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 1
RouterA(config-dhcp[1])#network 198.18.1.0/24
RouterA(config-dhcp[1])#range 198.18.1.2 198.18.1.100
RouterA(config-dhcp[1])#exit
RouterA(config)#ip dhcp server on
RouterA(config)#end
```

8.6.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

8.6.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

8.6.3 Проверка настроек

8.6.3.1 Выполните команду show ip dhcp server-leases для проверки на устройстве RouterA назначение клиенту IP-адреса

```
authoring-byte-order little-endian;
server-duid "\000\001\000\001\307\232a\301\224?\273\000\000:";
lease 198.18.1.2 {
  starts 2 1970/01/06 19:17:27;
  ends 2 1970/01/06 19:27:27;
  cltt 2 1970/01/06 19:17:27;
  binding state active;
  next binding state free;
  rewind binding state free;
  hardware ethernet 7a:72:6c:4b:7a:36;
  client-hostname "t3m-black";
}
```

8.6.3.2 Выполните команду show interfaces brief для проверки на RouterB наличие назначенного клиенту IP-адреса

```
Interface          HW Address        IPv4
Address    Admin/Link          DHCPv4    Descriptioneth1
eth1               94:3f:bb:00:00:3a   198.18.1.2/24     UP/UP                ON
eth2               94:3f:bb:00:00:3b   unassigned        DOWN/DOWN       OFF
switchport1                            n/a               UP/UP               n/a
switchport2                            n/a               DOWN/DOWN      n/a
switchport3                            n/a               DOWN/DOWN      n/a
```

```
switchport4          n/a        DOWN/DOWN    n/a
switchport5          n/a        DOWN/DOWN    n/a
switchport6          n/a        DOWN/DOWN    n/a
switchport7          n/a        DOWN/DOWN    n/a
switchport8          n/a        DOWN/DOWN    n/a
```

8.7 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv6

8.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке сеть настроена при помощи двух сервисных маршрутизаторов, которые находятся в одной сети - 2001:db8:1::1/64, где один работает, как DHCP-сервер (RouterA), а другой, как DHCP-клиент (RouterB).

На RouterA IP-адрес настроен статически - 2001:db8:1::1/64.

На RouterB IP-адреса назначаются динамически DHCP-сервером.

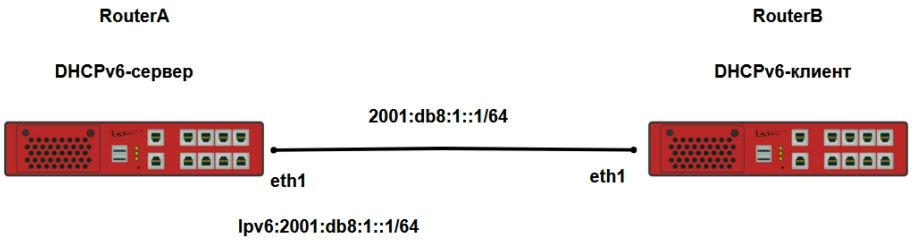

Рисунок 23 – Схема настройки встроенного сервера и клиента DHCPv6

8.7.2 Этапы настройки сети

8.7.2.1 Настройте RouterA

8.7.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.7.2.1.2 Настройте сервер DHCPv6

```
RouterA(config)#ipv6 dhcp pool 1
RouterA(config-dhcp6[1])#network 2001:db8:1::/64
RouterA(config-dhcp6[1])#range 2001:db8:1::2 2001:db8:1::100
RouterA(config-dhcp6[1])#exit
RouterA(config)#ipv6 dhcp server on
RouterA(config)#end
```

8.7.2.2 Настройте интерфейс eth1 для получения IP-адреса по протоколу DHCPv6 на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

8.7.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

8.7.3 Проверка настроек

8.7.3.1 Выполните команду show ipv6 dhcp server-leases для проверки назначения на устройстве RouterA IP-адреса

```
authoring-byte-order little-endian;
server-duid "\000\001\000\001\307\224b\322zrlKz6";
ia-na ":\000\000\273\000\001\000\001\307\2248b\224?\273\000\000:" {
  cltt 5 1970/01/02 06:02:31;
  iaaddr 2001:db8:1::100 {
    binding state active;
    preferred-life 375;
    max-life 600;
    ends 5 1970/01/02 06:12:31;
  }
}
```

8.7.3.2 Выполните команду show ipv6 interfaces brief для проверки на устройстве RouterB наличие назначенного клиенту IP-адреса

```
Interface          HW Address              Link-local                    IPv6
Address              Admin/Link       DHCPv6        Description
eth1               94:3f:bb:00:00:3a          fe80::963f:bbff:fe00:3a          2001:db8:1::100/128       UP/U
P              ON              fe80::963f:bbff:fe00:3a/64
eth2               94:3f:bb:00:00:3b          fe80::963f:bbff:fe00:3b          unassigned                DOWN
/DOWN    OFF
switchport1       n/a                        n/a                          n/a                        UP/UP
switchport2       n/a                        n/a                          n/a                        DOWN/DO
WN
switchport3       n/a                        n/a                          n/a                        DOWN/DO
WN
switchport4       n/a                        n/a                          n/a                        DOWN/DO
WN
switchport5       n/a                        n/a                          n/a                        DOWN/DO
WN
switchport6       n/a                        n/a                          n/a                        DOWN/DO
```

```
WN
switchport7      n/a                    n/a                    n/a                    DOWN/DO
WN
switchport8      n/a                    n/a                    n/a                    DOWN/DO
WN
```

9 Функции L3

9.1 Назначение статических IP-адресов WAN интерфейсам

9.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 172.16.0.2/16.

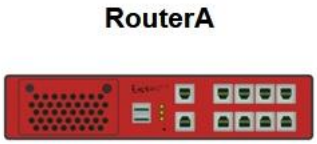

Рисунок 24 – Сервисный маршрутизатор

9.1.2 Этапы настройки сети

9.1.2.1 Настройте статический IP-адрес 172.16.0.2 с маской подсети 255.255.0.0 для WAN-интерфейса eth1

```
Router(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
Router(config-if-[eth1])#ip address 172.16.0.2 255.255.0.0
Router(config-if-[eth1])#no shutdown
Router(config-if-[eth1])#exit
```

9.1.2.2 Для отмены статического IP-адреса введите команды:

```
Router(config)#interface eth1
Router(config-if-[eth1])#no ip address
Router(config-if-[eth1])#exit
```

9.1.2.3 Настройте статический IP-адрес 172.16.0.2 с маской подсети 255.255.0.0 для WAN-интерфейса eth1

```
Router(config)#interface eth1
Router(config-if-[eth1])##ip address 172.16.0.2/16
Router(config-if-[eth1])#no shutdown
Router(config-if-[eth1])#exit
```

9.1.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.1.3 Проверка настроек

9.1.3.1 Выполните команду show interfaces eth1 для просмотра назначенного адреса на интерфейс

```
eth1:
Link: UP
IPv4 Address: 172.16.0.2/16
RX: 0 bytes / 0 packets
TX: 968 bytes / 8 packets
MTU: 1500
HW Address: 94:3f:bb:ff:ff:03
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:feff:ff03/64

Autonegotiation: on
Duplex: Full
Speed: 1000
Supported speeds (Mb/s): 10, 100, 1000
```

9.1.3.2 Выполните команду show interfaces brief для проверки IP-адреса интерфейса

```
Interface        HW Address          IPv4 Address     Admin/Link      DHCPv4   Description
eth1             7a:72:6c:4b:7a:36    172.16.0.2/16    UP/UP           OFF
eth2             7a:72:6c:4b:7b:b8    unassigned       DOWN/DOWN       OFF
switchport1      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport2      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport3      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport4      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport5      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport6      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport7      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
switchport8      n/a                                   DOWN/DOWN       n/a
```

9.2 Создание loopback-интерфейса

9.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На устройстве создан и настроен loopback интерфейс - IP address 198.18.100.10/24 .

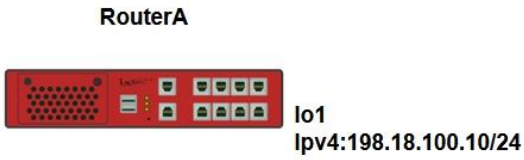

Рисунок 25 – Схема настройки loopback-интерфейса

9.2.2 Этапы настройки RouterA

9.2.2.1 Создайте и настройте интерфейс loopback

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 198.18.100.10/24
RouterA(config-if-[lo1])#end
```

9.2.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.2.3 Проверка настроек

9.2.3.1 Выполните команду ping 198.18.100.10 repeat 4 на RouterA для проверки настроек интерфейса loopback1

```
PING 198.18.100.10 (198.18.100.10) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.100.10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.057 ms
64 bytes from 198.18.100.10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.064 ms
64 bytes from 198.18.100.10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.039 ms
64 bytes from 198.18.100.10: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.045 ms

--- 198.18.100.10 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.039/0.051/0.064/0.011 ms
```

9.3 Настройка статической маршрутизации

9.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На устройствах настроены интерфейсы eth, loopback интерфейсы и статическая маршрутизация между устройствами.

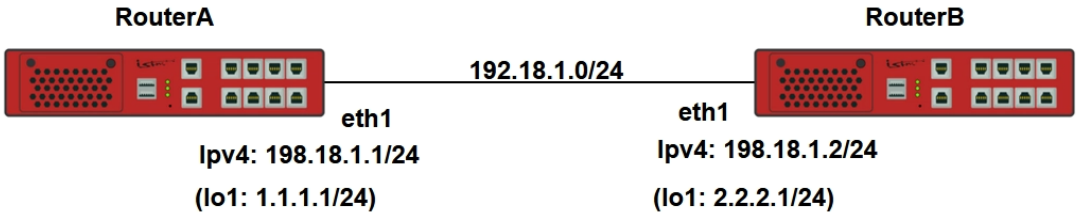

Рисунок 26 – Схема настрйоки статической маршрутизации

9.3.2 Этапы настройки сети

9.3.2.1 Настройте RouterA

9.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.3.2.1.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.3.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.0/24 198.18.1.2
RouterA(config])#exit
```

9.3.2.2 Настройте RouterB

9.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.3.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.1/24
```

```
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.3.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.0/24 198.18.1.1
RouterB(config)#exit
```

9.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.3.3 Проверка настроек

9.3.3.1 Выполните команду ping 2.2.2.1 repeat 8 на RouterA для проверки настроек статической маршрутизации

```
PING 2.2.2.1 (2.2.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.995 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.972 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.931 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.991 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.937 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.953 ms
--- 2.2.2.1 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms rtt min/avg/max/mdev =
0.931/0.973/1.011/0.047 ms
```

9.3.3.2 Выполните команду ping 1.1.1.1 repeat 8 на RouterB для проверки настроек статической маршрутизации

```
PING 1.1.1.1 (1.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.984 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.969 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.966 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.941 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.975 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.964 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.941 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.974 ms
--- 1.1.1.1 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms rtt min/avg/max/mdev =
0.941/0.964/0.984/0.026 ms
```

9.4 Настройка статической маршрутизации IPv6

9.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На устройствах настроены интерфейсы eth, loopback интерфейсы и статическая маршрутизация между устройствами.

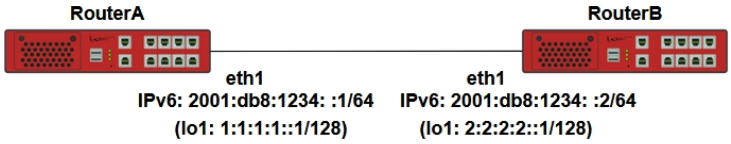

Рисунок 27 – Схема настройки статической маршрутизации IPv6

9.4.2 Этапы настройки сети

9.4.2.1 Настройте RouterA

9.4.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1234::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.4.2.1.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 1:1:1:1::1/128
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.4.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ipv6 route 2:2:2:2::1/64 2001:db8:1234::2
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.4.2.2 Настройте RouterB

9.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1234::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.4.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 2:2:2:2::1/128
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.4.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ipv6 route 1:1:1:1::/64 2001:db8:1234::1
RouterB(config-if-[lo1])#end
```

9.4.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.4.3 Проверка настроек

9.4.3.1 Выполните команду ping ipv6 2:2:2:2::1 repeat 8 на RouterA для проверки настроек статической маршрутизации

```
PING 2:2:2:2::1(2:2:2:2::1) 56 data bytes
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.04 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.967 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.980 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.950 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.971 ms
64 bytes from 2:2:2:2::1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.985 ms
--- 2:2:2:2::1 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 15ms rtt min/avg/max/mdev =
0.950/1.115/2.038/0.351 ms
```

9.4.3.2 Выполните команду ping 1:1:1:1::1 на RouterB для проверки настроек статической маршрутизации

```
PING 1:1:1:1::1(1:1:1:1::1) 56 data bytes
64 bytes from 1:1:1:1::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 1:1:1:1::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 1:1:1:1::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.02 ms
```

```
64 bytes from 1:1:1:1::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.956 ms
64 bytes from 1:1:1:1::1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.959 ms
```

9.5 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPv2

9.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24, loopback интерфейс - IP address 100.1.1.1/32 и RIP протокол.

На Router B настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24, loopback интерфейс - IP address 200.1.1.2/32 и RIP протокол.

Рисунок 28 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации

9.5.2 Этапы настройки сети

9.5.2.1 Настройте RouterA

9.5.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.5.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
```

```
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 100.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.5.2.1.3 Настройте протокол RIP

```
RouterA(config)#router rip
RouterA(config-router)#network eth1
RouterA(config-router)#network lo1
RouterA(config-router)#default-information originate
RouterA(config-router)#timers basic 15 90 150
RouterA(config-router)#end
```

9.5.2.2 Настройте RouterB

9.5.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.5.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 200.1.1.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.5.2.2.3 Настройте интерфейс lo3

```
RouterB(config)#interface lo3
RouterB(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo3])#ip address 200.1.1.3/32
RouterB(config-if-[lo3])#exit
```

9.5.2.2.4 Настройте протокол RIP

```
RouterB(config)#router rip
RouterB(config-router)#network eth1
RouterB(config-router)#network lo1
RouterB(config-router)#network lo3
RouterB(config-router)#default-information originate
RouterB(config-router)#timers basic 15 90 150
RouterB(config-router)#end
```

9.5.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.5.3 Проверка настроек

9.5.3.1 Выполните команду show ip rip на RouterA для просмотра маршрутов RIPv2

```
Codes: R - RIP, Rc - RIP connected, Rs - RIP static, K - Kernel, C - Connected, S - Static, O - OSPF, I - IS-IS,
B - BGP, X - Default
Network    Next          Hop          Metric          From          If              Time
Rc         100.1.1.1/32                               1                             lo1
Rc         198.18.1.0/24                              1                             eth1
R          200.1.1.1/32     01:04       198.18.1.2      2          198.18.1.2       eth1
R          200.1.1.3/32     01:04       198.18.1.2      2          198.18.1.2       eth1
```

9.5.3.2 Выполните команду show ip route rip на RouterA для просмотра таблицы маршрутов

```
IP Route Table for VRF "default"
R        200.1.1.1/32 [120/2] via 198.18.1.2, eth1, 01:02:43
R        200.1.1.3/32 [120/2] via 198.18.1.2, eth1, 00:54:25
Gateway of last resort is not set
```

9.5.3.3 Выполните команду show ip rip на RouterB для просмотра маршрутов RIPv2

```
Codes: R - RIP, Rc - RIP connected, Rs - RIP static, K - Kernel, C - Connected, S - Static, O - OSPF, I - IS-IS,
B - BGP, X - Default
Network    Next          Hop    Metric      From    If          Time
R          100.1.1.1/32         198.18.1.1  2       198.18.1.1  eth
Rc         198.18.1.0/24                1                   eth
Rc         200.1.1.1/32                 1                   lo1
Rc         200.1.1.3/32                 1                   lo3
```

9.5.3.4 Выполните команду show ip route rip на RouterB для просмотра таблицы маршрутов

```
IP    Route    Table for VRF "default"
R        100.1.1.1/32 [120/2] via 198.18.1.1, eth1, 01:04:41
Gateway of last resort is not set
```

9.5.3.5 Выполните команду ping 200.1.1.1 на RouterA для проверки настроенного маршрута

```
PING 200.1.1.1 (200.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 200.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
```

```
64 bytes from 200.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.955 ms
64 bytes from 200.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 200.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.957 ms
```

9.5.3.6 Выполните команду ping 200.1.1.3 на RouterA для проверки настроенного маршрута

```
PING 200.1.1.3 (200.1.1.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 200.1.1.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 200.1.1.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 200.1.1.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.945 ms
64 bytes from 200.1.1.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.06 ms
```

9.5.3.7 Выполните команду ping 100.1.1.1 на RouterB для проверки настроенного маршрута

```
PING 100.1.1.1 (100.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 100.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.978 ms
64 bytes from 100.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.921 ms
64 bytes from 100.1.1.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.978 ms
```

9.6 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPng

9.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:2::1/127, loopback интерфейс - IP address 2001:2::ffff:1/128 и RIP протокол.

На Router B настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:2::2/127, loopback интерфейсы - IP address 2001:2::eeee:1/128 и 2001:2::eeee:2/128. На устройстве настроен RIP протокол.

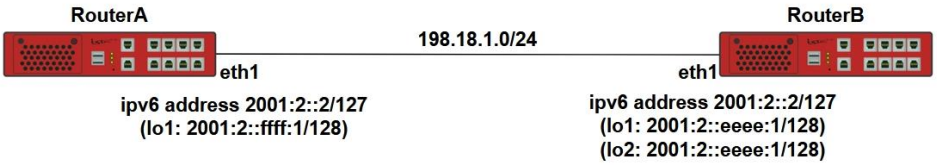

Рисунок 29 – Схема настройка протокола динамической маршрутизации RIPng

9.6.2 Этапы настройки сети

9.6.2.1 Настройте RouterA

9.6.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:2::1/127
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 router rip
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.6.2.1.2 Настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 2001:2::ffff:1/128
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 router rip
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.6.2.1.3 Настройте протокол RIP

```
RouterA(config)#router ipv6 rip
RouterA(config-router)#redistribute connected
RouterA(config-router)#end
```

9.6.2.2 Настройте RouterB

9.6.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:2::2/127
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 router rip
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.6.2.2.2 Настройте loopback1-интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 2001:2::eeee:1/128
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 router rip
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.6.2.2.3 Настройте loopback2-интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo2
RouterB(config-if-[lo2])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[lo2])#ipv6 address 2001:2::eeee:2/128
RouterB(config-if-[lo2])#ipv6 router rip
RouterB(config-if-[lo2])#exit
```

9.6.2.2.4 Настройте протокол RIP

```
RouterA(config)#router ipv6 rip
RouterA(config-router)#redistribute connected
RouterA(config-router)#end
```

9.6.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.6.3 Проверка настроек

9.6.3.1 Выполните команду show ipv6 rip на RouterA для проверки маршрутов

```
Codes: R - RIP, Rc - RIP connected, Rs - RIP static, Ra - RIP aggregated,
       Rcx - RIP connect suppressed, Rsx - RIP static suppressed,
       K - Kernel, C - Connected, S - Static, O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP
   Network                    Next Hop                    If      Met  Tag  Time
Rc 2001:2::/127               ::                          eth1    1    0
R  2001:2::eeee:1/128         fe80::963f:bbff:fe00:3041       eth1    2    0    02:55
R  2001:2::eeee:2/128         fe80::963f:bbff:fe00:3041       eth1    2    0    02:55
Rc 2001:2::ffff:1/128         ::                          lo1     1    0
```

9.6.3.2 Выполните команду show ipv6 route rip на RouterA для проверки маршрутов

```
IP Route Table for VRF "default"
R 2001:2::eeee:1/128 [120/2] via fe80::7872:6cff:fe4b:7a36, eth1, 00:17:08
R 2001:2::eeee:2/128 [120/2] via fe80::7872:6cff:fe4b:7a36, eth1, 00:17:08
```

9.6.3.3 Выполните команду show ipv6 rip на RouterB для проверки маршрутов

```
Codes: R - RIP, Rc - RIP connected, Rs - RIP static, Ra - RIP aggregated,
       Rcx - RIP connect suppressed, Rsx - RIP static suppressed,
       K - Kernel, C - Connected, S - Static, O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP
   Network                    Next Hop                    If    Met  Tag  Time
Rc 2001:2::/127               ::                          eth1  1    0
Rc 2001:2::eeee:1/128         ::                          lo1   1    0
Rc 2001:2::eeee:2/128         ::                          lo2   1    0
R  2001:2::ffff:1/128         fe80::963f:bbff:fe00:3035       eth1  2    0    02:27
```

9.6.3.4 Выполните команду show ipv6 route rip на RouterB для проверки маршрутов

```
IP Route Table for VRF "default"
R 2001:2::ffff:1/128 [120/2] via fe80::963f:bbff:fe00:31, eth1, 00:19:52
```

9.6.3.5 Выполните команду ping 2001:2::eeee:1 на RouterA для проверки доступности маршрутов

```
PING 2001:2::eeee:1(2001:2::eeee:1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:2::eeee:1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 2001:2::eeee:1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 2001:2::eeee:1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.938 ms
```

9.6.3.6 Выполните команду ping 2001:2::eeee:2 на RouterA для проверки доступности маршрутов

```
PING 2001:2::eeee:2(2001:2::eeee:2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:2::eeee:2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 2001:2::eeee:2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.974 ms
64 bytes from 2001:2::eeee:2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.03 ms
```

9.6.3.7 Выполните команду ping 2001:2::ffff:1 на RouterB для проверки доступности маршрутов

```
PING 2001:2::ffff:1(2001:2::ffff:1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:2::ffff:1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 2001:2::ffff:1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.964 ms
64 bytes from 2001:2::ffff:1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.02 ms
```

9.7 Настройка динамичской маршрутизации OSPFv2

9.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

Между устройствами RouterA и RouterB настроена динамическая маршрутизация по протоколу OSPF. На каждом из устройств настроены loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса.

Loopback-интерфейсы анонсируются своим соседям. На устройствах проверяется получение маршрутов от соседей.

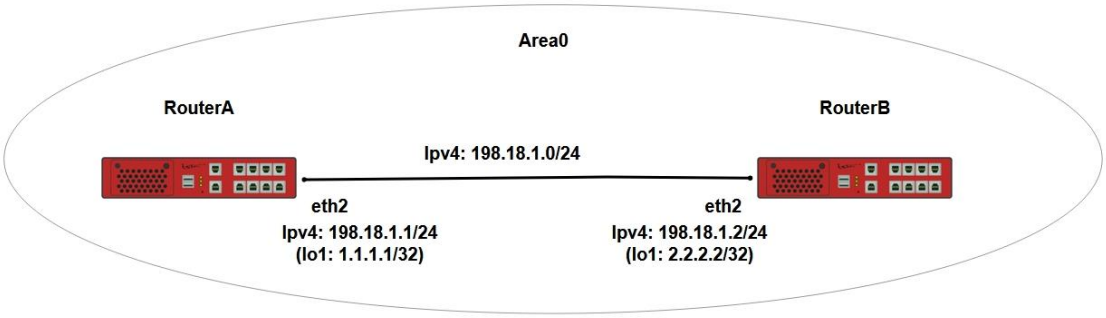

Рисунок 30 – Схема настройки динамической маршрутизации OSPFv2

9.7.2 Этапы настройки сети

9.7.2.1 Настройте RouterA

9.7.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.7.2.1.2 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.7.2.1.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo0
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.7.2.1.4 Настройте протокол OSPF

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 198.18.1.0/24 area 0
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1/32 area 0
RouterA(config-router)#no shutdownRouterA(config-router)#end
```

9.7.2.2 Настройте RouterB

9.7.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.7.2.2.2 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.7.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

9.7.2.2.4 Настройте протокол OSPF

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0/24 area 0
RouterB(config-router)#no shutdown
RouterB(config-router)#end
```

9.7.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.7.3 Проверка настроек

9.7.3.1 Выполните команду show ip route ospf на RouterA чтобы убедиться, что маршрут 2.2.2.2/32 получен по протоколу OSPF

```
IP Route Table for VRF "default"
O       2.2.2.2/32 [110/11] via 198.18.1.2, eth2, 00:08:28
Gateway of last resort is not set
```

9.7.3.2 Выполните команду show ip route ospf на RouterB чтобы убедиться, что маршрут 1.1.1.1/32 получен по протоколу OSPF

```
IP Route Table for VRF "default"
O      1.1.1.1/32 [110/20] via 198.18.1.1, eth2, 00:09:33
```

```
Gateway of last resort is not set
```

9.8 Настройка динамической маршрутизации OSPFv3

9.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

Между устройствами RouterA и RouterB настраивается динамическая маршрутизация по протоколу OSPF. На каждом из устройств поднимаются loopback-интерфейсы и назначаются IP-адреса.

Loopback-интерфейсы анонсируются своим соседям. На устройствах проверяется получение маршрутов от соседей.

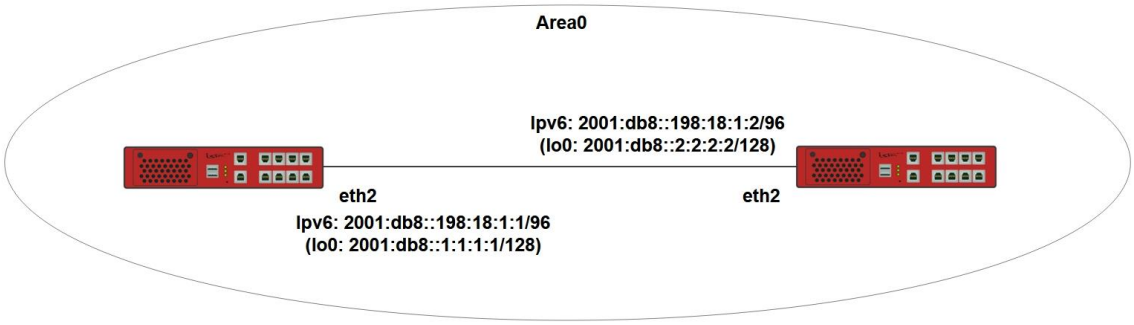

Рисунок 31 – Схема настройки динамической маршрутизации OSPFv3

9.8.2 Этапы настройки сети

9.8.2.1 Настройте RouterA

9.8.2.1.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:db8::198:18:1:1/96
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.8.2.1.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 2001:db8::1:1:1:1/128
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.8.2.1.3 Настройте маршрутизатор с уникальным ID для процессов OSPF

```
RouterA(config)#router ipv6 ospf
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#exit
```

9.8.2.1.4 Настройте разрешение протокола OSPFv3 на интерфейсах

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ipv6 router ospf area 0
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
RouterA(config)#interface lo0
RouterA(config-if-[lo0])#ipv6 router ospf area 0
RouterA(config-if-[lo0])#end
```

Напоминание – Если после включения протокола OSPF на интерфейсе появится сообщение типа % Link-Local address is not assigned to this interface , то выключите и включите данный интерфейс.

9.8.2.2 Настройте RouterB

9.8.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:db8::198:18:1:2/96
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.8.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 2001:db8::2:2:2:2/128
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.8.2.2.3 Настройте маршрутизатор с уникальным ID для процессов OSPF

```
RouterB(config)#router ipv6 ospf
RouterB(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterB(config-router)#exit
```

9.8.2.2.4 Настройте разрешение протокола OSPFv3 на интерфейсах

```
RouterB(config)#interface eth2
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 router ospf area 0
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-[lo0])#ipv6 router ospf area 0
RouterB(config-if-[lo0])#end
```

9.8.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.8.3 Проверка настроек

9.8.3.1 Выполните команду show ipv6 route ospf на RouterA чтобы убедиться, что маршрут 2001:db8::2:2:2:2/128 получен по протоколу OSPF

```
IP Route Table for VRF "default"
O      2001:db8::2:2:2:2/128 [110/1] via fe80::c600:adff:fea4:1348, eth2, 00:02:58
```

9.8.3.2 Выполните команду show ipv6 route ospf на RouterB чтобы убедиться, что маршрут 2001:db8::1:1:1:1/128 получен по протоколу OSPF

```
IP Route Table for VRF "default"
O     2001:db8::1:1:1:1/128 [110/1] via fe80::963f:bbff:fe00:38, eth2, 00:03:24
```

9.9 Настройка протокола динамической маршрутизации IS-IS

9.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

Между устройствами RouterA и RouterB настроена динамическая маршрутизация по протоколу IS-IS. На каждом из устройств подняты loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса.

Loopback-интерфейсы анонсированы своим соседям.

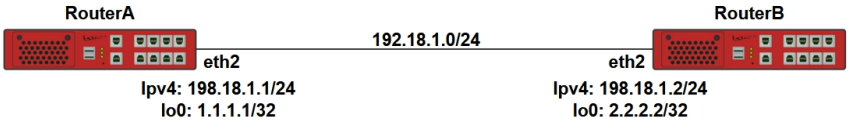

Рисунок 32 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации IS-IS

9.9.2 Этапы настройки сети

9.9.2.1 Настройте RouterA

9.9.2.1.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.9.2.1.2 Настройте протокол IS-IS

```
RouterA(config)#router isis
RouterA(config-router)#net 49.0010.0255.0000.0001.00
RouterA(config-router)#is-type level-1
RouterA(config-router)#metric-style wide
RouterA(config-router)#exit
```

9.9.2.1.3 Включите маршрутизацию IS-IS на интерфейсе eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#ip router isis
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.9.2.1.4 Настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo0
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#ip router isis
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#end
```

9.9.2.2 Настройте RouterB

9.9.2.2.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.9.2.2.2 Настройте протокол ISIS

```
RouterA(config)#router isis
RouterA(config-router)#net 49.0010.0001.0000.0010.00
RouterA(config-router)#is-type level-1
RouterA(config-router)#metric-style wide
RouterA(config-router)#exit
```

9.9.2.2.3 Включите маршрутизацию IS-IS на интерфейсе eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#ip router isis
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.9.2.2.4 Включите маршрутизацию IS-IS на loopback-интерфейсе

```
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#ip router isis
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#end
```

9.9.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.9.3 Проверка настроек

9.9.3.1 Выполните команду show ip route isis на RouterA чтобы убедиться, что маршрут 2.2.2.2/32 получен по протоколу IS-IS

```
IP Route Table for VRF "default"
i  L1       2.2.2.2/32 [115/20] via 198.18.1.2, eth2, 00:03:39
Gateway of last resort is not set
```

9.9.3.2 Выполните команду show ip route isis на RouterB чтобы убедиться, что маршрут 1.1.1.1/32 получен по протоколу IS-IS

```
IP Route Table for VRF "default"
i   L1     1.1.1.1/32 [115/20] via 198.18.1.1, eth2, 00:03:48
```

```
Gateway of last resort is not set
```

9.10 Настройка протокола динамической маршрутизации BGP

9.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена динамическая маршрутизация по протоколу BGP. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterB и RouterC. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет. На каждом из устройств подняты loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Loopback-интерфейсы анонсированы своим соседям.

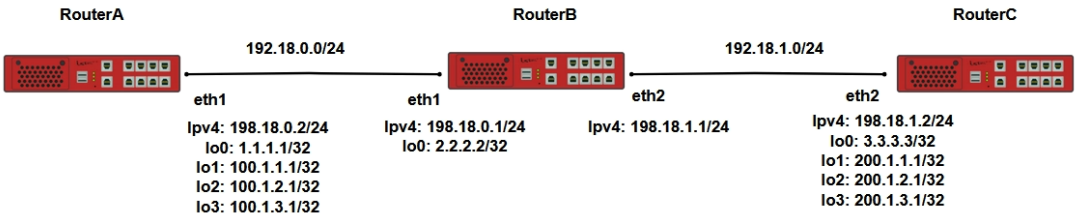

Рисунок 33 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации BGP

9.10.2 Этапы настройки сети

9.10.2.1 Настройте RouterA

9.10.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.10.2.1.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
```

```
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.10.2.1.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 100.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.10.2.1.4 Настройте интерфейс lo2

```
RouterA(config)#interface lo 2
RouterA(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo2])#ip address 100.1.2.1/24
RouterA(config-if-[lo2])#exit
```

9.10.2.1.5 Настройте интерфейс lo3

```
RouterA(config)#interface lo 3
RouterA(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo3])#ip address 100.1.3.1/24
RouterA(config-if-[lo3])#exit
```

9.10.2.1.6 Настройте протокол BGP

```
RouterA(config)#router bgp 64501
RouterA(config-router)#bgp router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 100.1.1.0/24
RouterA(config-router)#network 100.1.2.0/24
RouterA(config-router)#network 100.1.3.0/24
RouterA(config-router)#neighbor 198.18.0.1 remote-as 64502
RouterA(config-router)#end
```

9.10.2.2 Настройте RouterB

9.10.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.10.2.2.2 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.10.2.2.3 Настройте интерфейс lo0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

9.10.2.2.4 Настройте протокол BGP

```
RouterB(config)#router bgp 64502
RouterB(config-router)#bgp router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.0.2 remote-as 64501
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.1.2 remote-as 64503
RouterB(config-router)#end
```

9.10.2.3 Настройте RouterC

9.10.2.3.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.10.2.3.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.10.2.3.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 200.1.1.1/24
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.10.2.3.4 Настройте интерфейс lo2

```
RouterC(config)#interface lo 2
RouterC(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo2])#ip address 200.1.2.1/24
RouterC(config-if-[lo2])#exit
```

9.10.2.3.5 Настройте интерфейс lo3

```
RouterC(config)#interface lo 3
RouterC(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo3])#ip address 200.1.3.1/24
RouterC(config-if-[lo3])#exit
```

9.10.2.3.6 Настройте протокол BGP

```
RouterC(config)#router bgp 64503
RouterC(config-router)#bgp router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#network 200.1.1.0/24
RouterC(config-router)#network 200.1.2.0/24
RouterC(config-router)#network 200.1.3.0/24
RouterC(config-router)#neighbor 198.18.1.1 remote-as 64502
RouterC(config-router)#end
```

9.10.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.10.3 Проверка настроек

9.10.3.1 Выполните команду show ip bgp neighbors 198.18.0.2 routes чтобы убедиться, что RouterB получил префиксы по протоколу BGP от RouterA

```
BGP table version is 19, local router ID is 2.2.2.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal, l - labeled, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          Next          Hop   Metric   LocPrf   Weight   Path
*>   100.1.1.0/24     198.18.0.2    0     100      0        64501    i
*>   100.1.2.0/24     198.18.0.2    0     100      0        64501    i
*>   100.1.3.0/24     198.18.0.2    0     100      0        64501    i
Total number of prefixes 3
```

9.10.3.2 Выполните команду show ip bgp neighbors 198.18.1.2 routes, чтобы убедиться, что RouterB получил префиксы по протоколу BGP от RouterC

```
BGP table version is 22, local router ID is 2.2.2.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal, l - labeled, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          Next          Hop   Metric   LocPrf   Weight   Path
*>   200.1.1.0/24     198.18.1.2    0     100      0        64503    i
*>   200.1.2.0/24     198.18.1.2    0     100      0        64503    i
*>   200.1.3.0/24     198.18.1.2    0     100      0        64503    i
Total number of prefixes 3
```

9.11 Настройка протокола динамической маршрутизации MP-BGP

9.11.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена динамическая маршрутизация по протоколу BGP. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterB и RouterC. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет. На каждом из устройств подняты loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Loopback-интерфейсы анонсированы своим соседям.

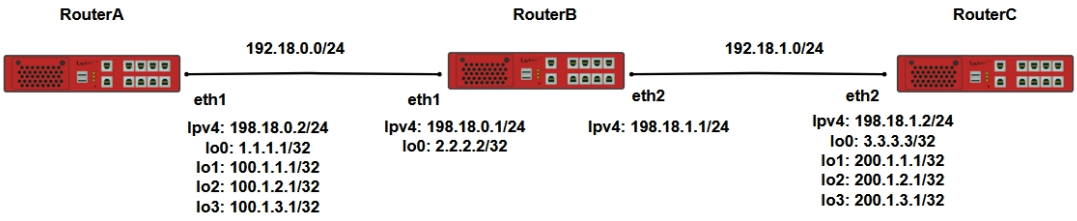

Рисунок 34 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации MP-BGP

9.11.2 Этапы настройки сети

9.11.2.1 Настройте RouterA

9.11.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.11.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/64
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.11.2.1.3 Настройте протокол MP-BGP

```
RouterA(config)#router bgp 100
RouterA(config-router)#bgp router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#neighbor 2001::2 remote-as 200
RouterA(config-router)#address-family ipv6 unicast
RouterA(config-router-af)#network 101::/64
RouterA(config-router-af)#neighbor 2001::2 activate
RouterA(config-router-af)#exit-address-family
RouterA(config-router)#exit
```

9.11.2.2 Настройте RouterB

9.11.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.11.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2000::2/64
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.11.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 102::1/64
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.11.2.2.4 Настройте протокол MP-BGP

```
RouterB(config)#router bgp 200
RouterB(config-router)#bgp router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#neighbor 2001:1 remote-as 100
RouterB(config-router)#neighbor 2000::1 remote-as 300
RouterB(config-router)#address-family ipv6 unicast
RouterB(config-router-af)#network 102::/64
RouterB(config-router-af)#neighbor 2000::1 activate
RouterB(config-router-af)#neighbor 2001::1 activate
RouterB(config-router-af)#exit-address-family
RouterB(config-router)#exit
```

9.11.2.3 Настройте RouterC

9.11.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::1/64
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.11.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 103::1/64
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.11.2.3.3 Настройте протокол MP-BGP

```
RouterC(config)#router bgp 300
RouterC(config-router)#bgp router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#neighbor 2000::2 remote-as 200
RouterC(config-router)#address-family ipv6 unicast
RouterC(config-router-af)#network 103::/64
RouterC(config-router-af)#neighbor 2000::2 activate
RouterC(config-router-af)#exit-address-family
RouterC(config-router)#exit
```

9.11.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.11.3 Проверка настроек

9.11.3.1 Выполните команду show bgp ipv6 neighbors 2001::1 routes, чтобы убедиться, что RouterB получил префиксы по протоколу MP-BGP от RouterA

```
BGP table version is 1005, local router ID is 2.2.2.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal, l - labeled
              S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
   Network       Next Hop    Metric    LocPrf   Weight Path
*>   101::/64        2000::2(fe80::963f:bbff:fe00:3b)      0      100    0       100 i
Total number of prefixes 1
```

9.11.3.2 Выполните команду show bgp ipv6 neighbors 2000::1 routes, чтобы убедиться, что RouterB получил префиксы по протоколу MP-BGP от RouterC

```
BGP table version is 1007, local router ID is 2.2.2.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal, l - labeled
```

```
          S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
   Network        Next Hop      Metric    LocPrf   Weight Path
*>   103::/64          2001::2(fe80::963f:bbff:fe00:2e)      0     100    0      300 i
Total number of prefixes 1
```

9.12 Настройка фильтрации маршрутов с помощью prefix-list

9.12.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На каждом из устройств подняты loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена динамическая маршрутизация по протоколу BGP. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterB и RouterC. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроен prefix-list, благодаря которому фильтруются маршруты в сети на основании IP-адресов и диапазонов сетей.

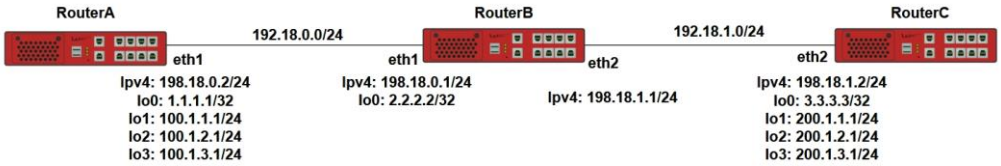

Рисунок 35 – Схема настройки фильрации маршрутов с помощью prefix-list

9.12.2 Этапы настройки сети

9.12.2.1 Настройте RouterA

9.12.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.12.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.12.2.1.3 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 100.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.12.2.1.4 Настройте интерфейс lo 2

```
RouterA(config)#interface lo2
RouterA(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo2])#ip address 100.1.2.1/24
RouterA(config-if-[lo2])#exit
```

9.12.2.1.5 Настройте интерфейс lo 3

```
RouterA(config)#interface lo3
RouterA(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo3])#ip address 100.1.3.1/24
RouterA(config-if-[lo3])#exit
```

9.12.2.1.6 Настройте протокол BGP

```
RouterA(config)#router bgp 64501
RouterA(config-router)#bgp router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 100.1.1.0/24
RouterA(config-router)#network 100.1.2.0/24
RouterA(config-router)#network 100.1.3.0/24
RouterA(config-router)#neighbor 198.18.0.1 remote-as 64502
RouterA(config-router)#end
```

9.12.2.2 Настройте RouterB

9.12.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.12.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.12.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

9.12.2.2.4 Настройте протокол BGP

```
RouterB(config)#router bgp 64502
RouterB(config-router)#bgp router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.0.2 remote-as 64501
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.1.2 remote-as 64503
RouterB(config-router)#exit
```

9.12.2.2.5 Настройте prefix-list

```
RouterB(config)#ip prefix-list 1 seq 10 permit 100.1.3.0/24 eq 24
RouterB(config)#router bgp 64502
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.1.2 prefix-list 1 out
RouterB(config-router)#end
```

9.12.2.3 Настройте RouterC

9.12.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.12.2.3.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.12.2.3.3 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 200.1.1.1/24
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.12.2.3.4 Настройте интерфейс lo 2

```
RouterC(config)#interface lo 2
RouterC(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo2])#ip address 200.1.2.1/24
RouterC(config-if-[lo2])#exit
```

9.12.2.3.5 Настройте интерфейс lo 3

```
RouterC(config)#interface lo 3
RouterC(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo3])#ip address 200.1.3.1/24
RouterC(config-if-[lo3])#exit
```

9.12.2.3.6 Настройте протокол BGP

```
RouterC(config)#router bgp 64503
RouterC(config-router)#bgp router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#network 200.1.1.0/24
RouterC(config-router)#network 200.1.2.0/24
RouterC(config-router)#network 200.1.3.0/24
RouterC(config-router)#neighbor 198.18.1.1 remote-as 64502
RouterC(config-router)#end
```

9.12.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.12.3 Проверка настроек

9.12.3.1 Выполните команду show ip bgp neighbors 198.18.0.2 routes на RouterB для проверки принятых префиксов команд

```
IP Route Table for VRF "default"
B      100.1.3.0/24 [20/0] via 198.18.0.2, eth1, 00:02:06
B      200.1.1.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth2, 00:14:56
B      200.1.2.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth2, 00:14:56
B      200.1.3.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth2, 00:14:56
Gateway of last resort is not set
```

9.13 Проверка работы debug на примере протокола OSPFv2

9.13.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 198.168.0.1/24, loopback интерфейс - IP address 1.1.1.1/24, настроена функция debug и протокол OSPF.

На Router B настроен интерфейс eth1 - IP address 198.168.0.2/24, loopback интерфейс - IP address 2.2.2.2/24 и протокол OSPF.

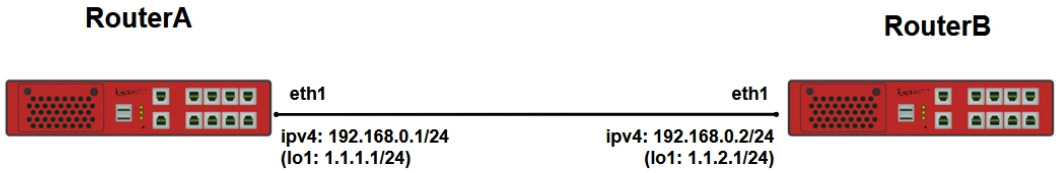

Рисунок 36 – Вариант настройки функции debug

9.13.2 Этапы настройки сети

9.13.2.1 Настройте RouterB

9.13.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

9.13.2.1.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.13.2.1.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/24
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.13.2.1.4 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
Use "clear ip ospf process" command to take effect
RouterB(config-router)#network 192.168.0.0/24 area 0
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/24 area 0
RouterB(config-router)#end
```

9.13.2.2 Настройте RouterA

9.13.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

9.13.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.13.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.13.2.2.4 Настройте функцию debug

```
RouterA(config)#debug control on
RouterA(config)#debug ospf route install

OSPF route installation debugging is on

RouterA(config)#logging level ospf 7
RouterA(config)#vlog user admin
```

9.13.2.2.5 Настройте протокол OSPF

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 192.168.0.0/24 area 0
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1/24 area 0
RouterA(config-router)#end
```

9.13.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.13.3 Проверка настроек

9.13.3.1 Выполните команду no debug ospf на RouterA для проверки работы функции debug

```
All possible debugging has been turned off
```

9.13.3.2 Выполните команду debug ospf packet hello на RouterA для проверки работы функции debug

```
OSPF packet Hello debugging is on
```

9.14 Настройка протокола BFD для динамической маршрутизации

9.14.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Между RouterA RouterB RouterC настраивается динамическая маршрутизация по протоколу OSPF, включается протокол BFD. На каждом из устройств поднимается loopback-интерфейс и назначается IP-адреса.

Loopback-интерфейсы анонсируются своим соседям. На устройствах проверяется получение маршрутов от соседей.

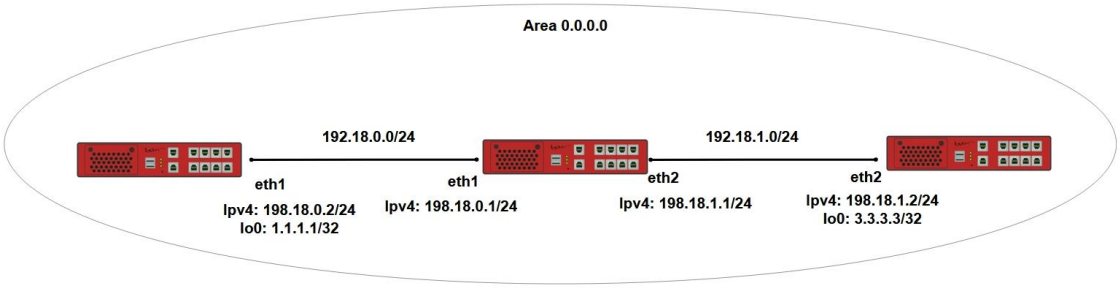

Рисунок 37 – Схема настройки протокола BFD для динамической маршрутизации

9.14.2 Этапы настройки

9.14.2.1 Настройте RouterA

9.14.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.14.2.1.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.14.2.1.3 Настройте протокол OSPF

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#ospf router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1/32 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0/24 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#exit
```

9.14.2.1.4 Настройте протокол BFD

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#bfd all-interfaces
RouterA(config-router)#end
```

9.14.2.2 Настройте RouterB

9.14.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.14.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
```

```
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

9.14.2.2.3 Настройте протокол OSPF

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#ospf router-id 1.1.1.1
RouterB(config-router)#network 1.1.1.1/32 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0/24 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#exit
```

9.14.2.2.4 Настройте протокол BFD

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#bfd all-interfaces
RouterB(config-router)#end
```

9.14.2.3 Настройте RouterC

9.14.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.14.2.3.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.14.2.3.3 Настройте протокол OSPF

```
RouterC(config)#router ospf 1
RouterC(config-router)#ospf router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0/24 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#exit
```

9.14.2.3.4 Настройте протокол BFD

```
RouterC(config)#router ospf 1
RouterC(config-router)#bfd all-interfaces
RouterC(config-router)#end
```

9.14.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.14.3 Проверка настроек

9.14.3.1 Выполните команду show ip ospf route на RouterC для проверки наличия маршрутов

```
OSPF process 1:
Codes: C - connected, D - Discard, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
O  1.1.1.1/32 [21] via 198.18.1.1, eth2, Area 0.0.0.0
O  2.2.2.2/32 [20] via 198.18.1.1, eth2, Area 0.0.0.0
C  3.3.3.3/32 [10] is directly connected, lo0, Area 0.0.0.0
O  198.18.0.0/24 [11] via 198.18.1.1, eth2, Area 0.0.0.0
C  198.18.1.0/24 [10] is directly connected, eth2, Area 0.0.0.0
```

9.14.3.2 Выполните следующие команды для проверки маршрутов на RouterC:

На RouterA отключите интерфейс

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#shutdown
```

Выполните команду **show ip ospf route** на RouterC для проверки наличия маршрутов

```
OSPF process 1:
Codes: C - connected, D - Discard, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
O  2.2.2.2/32 [20] via 198.18.1.1, eth2, Area 0.0.0.0
C  3.3.3.3/32 [10] is directly connected, lo0, Area 0.0.0.0
O  198.18.0.0/24 [11] via 198.18.1.1, eth2, Area 0.0.0.0
C  198.18.1.0/24 [10] is directly connected, eth2, Area 0.0.0.0
```

9.15 Настройка протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации

9.15.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB, RouterC.

На сервисных маршрутизаторах настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и настроен протокол OSPF, где включается BFD.

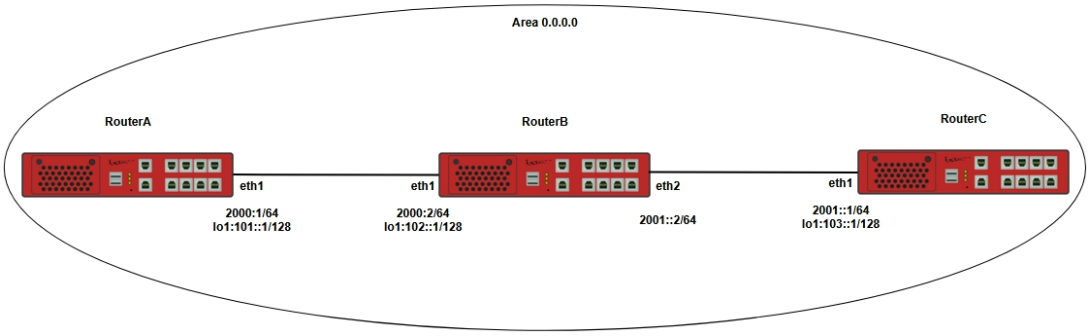

Рисунок 38 – Схема настройки протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации

9.15.2 Этапы настройки

9.15.2.1 Настройте RouterA

9.15.2.1.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 ospf network broadcast
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.15.2.1.2 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/128
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.15.2.1.3 Запустите процесс маршрутизации OSPF и установите ID маршрутизатора

```
RouterA(config)#router ipv6 ospf
RouterA(config-router)#router-id 191.0.0.1
RouterA(config-router)#exit
```

9.15.2.2 Настройте RouterB

9.15.2.2.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterB(config)#interface eth1
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 ospf network broadcast
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.15.2.2.2 Настройте интерфейс eth2 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001::2/64
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 ospf network broadcast
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.15.2.2.3 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 102::1/128
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.15.2.2.4 Запустите процесс маршрутизации OSPF и установите ID маршрутизатора

```
RouterB(config)#router ipv6 ospf
RouterB(config-router)#router-id 192.0.0.1
RouterB(config-router)#exit
```

9.15.2.3 Настройте RouterC

9.15.2.3.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001::1/64
RouterC(config-if-[eth1])#ipv6 ospf network broadcast
RouterC(config-if-[eth1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.15.2.3.2 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ipv6 address 103::1/128
RouterC(config-if-[lo1])#ipv6 router ospf area 0.0.0.0
```

```
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.15.2.3.3 Запустите процесс маршрутизации OSPF и установите ID маршрутизатора

```
RouterC(config)#router ipv6 ospf
RouterC(config-router)#router-id 193.0.0.1
RouterC(config-router)#exit
```

9.15.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.15.3 Проверка настроек

9.15.3.1 Выполните команду show ipv6 route ospf на RouterC для вывода на экран маршрута полученного по протоколу OSPF

```
IP Route Table for VRF "default"
O        101::1/128 [110/11] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:08:29
O        102::1/128 [110/1] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 00:55:43
O        2000::/64 [110/11] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:12:40
```

9.15.3.2 Выполните следующие команды для проверки, что без протокола BFD при отключении интерфейса на RouterA, на RouterC маршрут 100::1/128 будет находиться в таблице маршрутизации примерно 40 секунд:

9.15.3.2.1 Отключите интерфейс eth1 на RouterA и засеките время

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#shutdown
```

9.15.3.2.2 Выполните команду show ipv6 route ospf на RouterC для проверки наличия маршрута 100::1/128

```
IP Route Table for VRF "default"
O        101::1/128 [110/11] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:08:29
O        102::1/128 [110/1] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 00:55:43
O        2000::/64 [110/11] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:12:40
```

9.15.3.2.3 Повторно запускайте команду show ipv6 route ospf до тех пор, пока маршрут не пропадет из таблицы маршрутизации

Без включенного протокола BFD маршрут будет доступен примерно 40 секунд

```
IP Route Table for VRF "default"
O        102::1/128 [110/1] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:03:52
```

9.15.3.3 Выполните следующие команды для включения интерфейса обратно:

9.15.3.3.1 Включите интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.15.3.3.2 Включите протокол BFD на RouterA

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#bfd all-interfaces
RouterA(config-router)#end
```

9.15.3.3.3 Включите протокол BFD на RouterB

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#bfd all-interfaces
RouterB(config-router)#end
```

9.15.3.3.4 Включите протокол BFD на RouterC

```
RouterC#configure terminal
RouterC(config)#router ospf 1
RouterC(config-router)#bfd all-interfaces
RouterC(config-router)#end
```

9.15.3.3.5 Выполните команду show bfd session на RouterA для проверки сессии BFD

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
================================================================================
Sess-Idx      Remote-Disc      Lower-Layer      Sess-Type        Sess-State                UP-Time
Remote-Addr
1             2                IPv6             Single-Hop       Up                        00:09:22
fe80::963f:bbff:fe00:3b/128
```

```
Number of Sessions: 1
```

9.15.3.3.6 Выполните команду show bfd session на RouterB для проверки сессии BFD

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
================================================================================
Sess-Idx        Remote-Disc        Lower-Layer        Sess-Type          Sess-State                  UP-Time
Remote-Addr
1                2                  IPv6               Single-Hop     Up                              00:10:22
fe80::963f:bbff:fe00:3b/128
Number of Sessions: 1
```

9.15.3.3.7 Выполните команду show bfd session на RouterC для проверки сессии BFD

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
================================================================================
Sess-Idx        Remote-Disc        Lower-Layer        Sess-Type          Sess-State                  UP-Time
Remote-Addr
1                2                  IPv6               Single-Hop     Up                              00:11:22
fe80::963f:bbff:fe00:3b/128
Number of Sessions: 1
```

9.15.3.4 Выполните следующие команды чтобы проверить, что с протоколом BFD при отключении интерфейса на RouterA, на RouterC маршрут 100::1/128 удаляется моментально

9.15.3.4.1 Отключите на RouterA интерфейс eth1 и засеките время

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#shutdown
```

9.15.3.4.2 Выполните команду show ipv6 route ospf на RouterA для проверки наличия маршрута 100::1/128

```
IP Route Table for VRF "default"
O        102::1/128 [110/1] via fe80::963f:bbff:fe00:3b, eth1, 01:36:21
```

9.16 Настройка протокола BFD для статической маршрутизации

9.16.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Устройства RouterA и RouterC подключены между собой через RouterB, на котором настроен сетевой мост. На RouterA и RouterC настроены loopback-интерфейсы. На RouterA и RouterC настроены статические маршруты до loopback-интерфейсов. На RouterB выключен порт в сторону RouterA.

На RouterC проверяется, что запись настроенного статического маршрута до loopback-интерфейса RouterA удалена из таблицы маршрутизации.

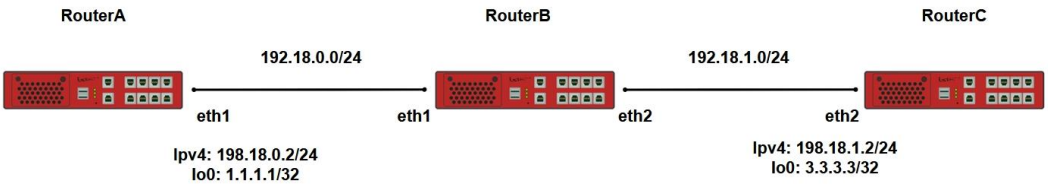

Рисунок 39 – Схема настройки протокола BFD

9.16.2 Этапы настройки сети

9.16.2.1 Прежде, чем включать протокол BFD, необходимо исключить работу протокола на статическом маршруте, по которому организован удаленный доступ.

ip static A.B.C.D/E A.B.C.D fall-over bfd disable

9.16.2.2 Настройте RouterA

9.16.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.16.2.2.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.16.2.2.3 Настройте маршрут и включите поддержку BFD для статических маршрутов

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
RouterA(config)#ip bfd static all-interfaces
```

9.16.2.3 Настройте RouterB

9.16.2.3.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.16.2.3.2 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.16.2.3.3 Создайте интерфейс br1

```
RouterB(config)#interface br 1
RouterB(config-if-[br1])#no shutdown
RouterB(config-if-[br1])#include eth1
RouterB(config-if-[br1])#include eth2
RouterB(config-if-[br1])#exit
```

9.16.2.4 Настройте RouterC

9.16.2.4.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.16.2.4.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
```

```
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.16.2.4.3 Настройте маршрут и включите поддержку BFD для статических маршрутов

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
RouterC(config)#ip bfd static all-interfaces
```

9.16.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

9.16.3 Проверка настроек

9.16.3.1 Выполните команду show ip route static на RouterA для проверки настроек статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S      3.3.3.3/32 [1/0] via 198.18.0.1, eth1
Gateway of last resort is not set
```

9.16.3.2 Выполните команду show ip route static на RouterC для проверки настроек статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S      1.1.1.1/32 [1/0] via 198.18.0.2, eth2
Gateway of last resort is not set
```

9.16.3.3 Отключите на RouterB интерфейс, подключенный в сторону RouterA

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

9.16.3.4 Выполните команду show ip route static на RouterC для проверки таблицы статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is not set
```

9.16.3.5 Чтобы убедиться, что запись до маршрута 1.1.1.1/32 пропала, включите на RouterB интерфейс, подключенный в сторону RouterA

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

9.16.3.6 Выполните команду show ip route static на RouterC для проверки таблицы статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S      1.1.1.1/32 [1/0] via 198.18.0.2, eth2
Gateway of last resort is not set
```

9.16.3.7 Убедитесь, что запись до маршрута 1.1.1.1/32 появилась.

9.17 Настройка протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации

9.17.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB, RouterC.

На сервисных маршрутизаторах настроены интерфейсы и назначены IP-адреса.

Устройства RouterA и RouterB подключены между собой через RouterB, на котором настроен сетевой мост.

На RouterA и RouterC настраиваются статические маршруты до loopback-интерфейсов.

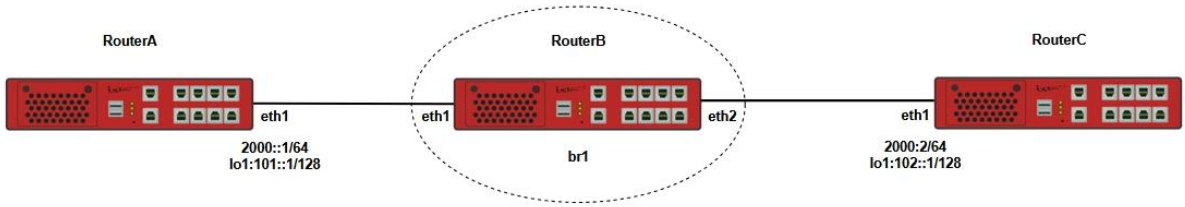

Рисунок 40 – Схема настройки протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации

9.17.2 Этапы настройки

Примечание

Прежде, чем включать протокол BFD, необходимо исключить работу протокола на статическом маршруте, по которому организован удаленный доступ, выполнив команду:

```
Router#Ipv6 static X:X::X:X/M X:X::X:X fall-over bfd disable
```

9.17.2.1 Настройте RouterA

9.17.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.17.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config-if-[lo1])#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/128
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.17.2.1.3 Настройте IPv6 маршрут

```
RouterA(config)#ipv6 route 102::1/128 2000::2
```

9.17.2.2 Настройте RouterB

9.17.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.17.2.2.2 Создайте мостовой интерфейс br1

```
RouterB(config)#interface br 1
RouterB(config-if-[br1])#no shutdown
RouterB(config-if-[br1])#include eth1
RouterB(config-if-[br1])#include eth2
RouterB(config-if-[br1])#exit
```

9.17.2.3 Настройте RouterC

9.17.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::2/64
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.17.2.3.2 Создайте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ipv6 address 102::1/128
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.17.2.3.3 Создайте ipv6 маршрут

```
RouterC(config)#ipv6 route 102::1/128 2000::2
```

9.17.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.17.3 Проверка настроек

9.17.3.1 Выполните команду show bfd session на RouterA для вывода на экран запущенной сессии BFD

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
=================================================================
Sess-Idx   Remote-Disc   Lower-Layer   Sess-Type   Sess-State  UP-Time Remote-
Addr
1              1                IPv6                Single-Hop   Up          02:13:44
2000::2/128
Number of Sessions:   1
```

9.17.3.2 Выполните команду show bfd session на RouterC для вывода на экран запущенной сессии BFD

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
=================================================================
Sess-Idx   Remote-Disc   Lower-Layer   Sess-Type   Sess-State  UP-Time Remote-
Addr
1              1                IPv6                Single-Hop   Up          02:15:05
2000::1/128
Number of Sessions:   1
```

9.17.3.3 Выполните команду show ipv6 route static на RouterA для вывода на экран статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S    102::1/128 [1/0] via 2000::2, eth1, 01:56:31
```

9.17.3.4 Выполните команду show ipv6 route static на RouterC для вывода на экран статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S   101::1/128 [1/0] via 2000::1, eth1, 02:18:59
```

9.17.3.5 Выполните следующие команды для проверки прерывания записи до маршрута 101::1/128:

9.17.3.5.1 Отключите на RouterB интерфейс, подключенный в сторону RouterA

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

9.17.3.5.2 Выполните команду show bfd session на RouterA для вывода на экран прерванной сессии

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
=================================================================
Sess-Idx   Remote-Disc   Lower-Layer   Sess-Type   Sess-State  UP-Time Remote-
Addr
1              1                IPv6                Single-Hop   Down          00:00:00
2000::2/128
Number of Sessions:   1
```

9.17.3.5.3 Выполните команду show bfd session на RouterC для вывода на экран прерванной сессии

```
BFD process for VRF: (DEFAULT VRF)
=================================================================
Sess-Idx   Remote-Disc   Lower-Layer   Sess-Type   Sess-State  UP-Time Remote-
Addr
1              1                IPv6                Single-Hop   Down          00:00:00
2000::1/128
Number of Sessions:   1
```

9.17.3.5.4 Выполните команду show ipv6 route static на RouterC для вывода на экран прерванной сессии

```
IP Route Table for VRF "default"
```

9.17.3.6 Выполните следующие команды для проверки включения записи до маршрута 101::1/128:

9.17.3.6.1 Включите на RouterB интерфейс, подключенный в сторону RouterA

```
RouterB#configure terminal
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

9.17.3.6.2 Выполните команду show ip route static на RouterC для вывода на экран статической маршрутизации

```
IP Route Table for VRF "default"
S    101::1/128 [1/0] via 2000::1, eth1, 02:38:16
```

9.18 Настройка Source NAT

9.18.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология SNAT. Технология Source NAT позволяет преобразовывать IP-адреса из внутренней сети во внешние IP-адреса один в один. RouterA подключен к RouterB и находится во внутренней сети. RouterB подключен к RouterC и находится во внешней сети.

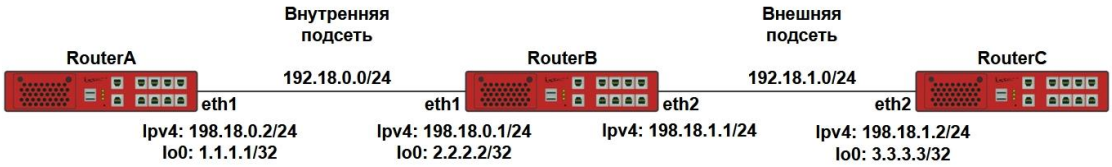

Рисунок 41 – Схема настройки Source NAT

9.18.2 Этапы настройки сети

9.18.2.1 Настройте RouterA

9.18.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.18.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.18.2.1.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
```

9.18.2.2 Настройте RouterB

9.18.2.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description INSIDE
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.18.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description OUTSIDE
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.18.2.3.2 Настройте маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
```

```
RouterB(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2
```

9.18.2.3.3 Настройте правила трансляции адресов из внутренней сети во внешнюю

```
RouterB(config)#ip access-list SNAT1 sourceip 198.18.0.0/24
RouterB(config)#ip nat access-list SNAT1 source position 10 ip 198.18.1.1
RouterB(config)#ip connections statistics on
RouterB(config)#end
```

9.18.2.4 Настройте RouterC

9.18.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.18.2.4.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.18.2.4.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
```

9.18.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.18.3 Проверка настроек

9.18.3.1 Выполните команду ping 3.3.3.3 на RouterA для проверки целостности и качество соединения с RouterC

```
PING 3.3.3.3 (3.3.3.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=2.92 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.97 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.94 ms
--- 3.3.3.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 1.942/2.274/2.917/0.457 ms
```

9.18.3.2 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterB для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth2, link-type
EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
07:57:09.158719 ARP, Request who-has 198.18.1.1 tell 198.18.1.2, length 46
07:57:09.158786 ARP, Reply 198.18.1.1 is-at 94:3f:bb:00:00:38, length 28
07:57:09.164879 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 14723, seq 6, length 64
07:57:09.165372 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 14723, seq 6, length 64
07:57:10.166472 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 14723, seq 7, length 64
07:57:10.166962 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 14723, seq 7, length 64
07:57:11.168089 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 14723, seq 8, length 64
07:57:11.168588 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 14723, seq 8, length 64
07:57:11.193909 LLDP, length 328: EX3400-STACK^C
9 packets captured
packets received by filter
packets dropped by kernel
```

9.18.3.3 Выполните команду show ip connections statistics на RouterB для проверки статистики

```
ipv4     2 icmp 1 23 src=198.18.0.2 dst=3.3.3.3 type=8 code=0 id=14723 packets=38 bytes=3192
src=3.3.3.3 dst=198.18.1.1 type=0 code=0 id=14723 packets=37 bytes=3108 mark=0 zone=0 use=2
```

9.19 Настройка Destination NAT

9.19.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология Destination NAT. Технология Destination NAT позволяет получать доступ из внешней сети на внутренние ресурсы, взаимодействуя с внешним адресом и портом транслируемого устройства. RouterA подключен к RouterB и находится во внутренней сети. RouterB подключен к RouterC и находится во внешней сети.

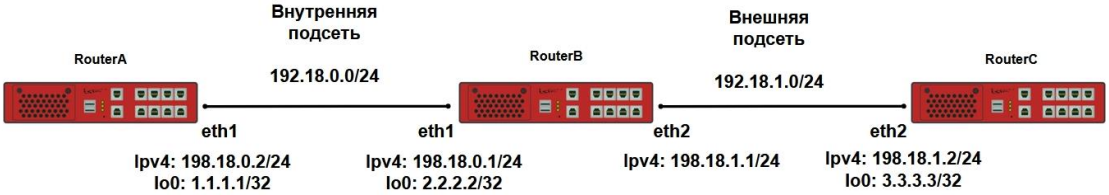

Рисунок 42 – Схема настройки Destination NAT

9.19.2 Этапы настройки сети

9.19.2.1 Настройте RouterA

9.19.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.19.2.1.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.19.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
RouterA(config)#ip route 198.18.1.0/24 198.18.0.1
```

9.19.2.2 Настройте RouterB

9.19.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description INSIDE
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description OUTSIDE
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.19.2.2.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
RouterB(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2
```

9.19.2.2.3 Настройте правила трансляции адресов из внутренней сети во внешнюю

```
RouterB(config)#ip access-list DNAT1 destinationip 198.18.1.1/32 protocol tcp
RouterB(config)#destinationports 1023
RouterB(config)#ip nat access-list DNAT1 destination position 10 ip 1.1.1.1 port 22
RouterB(config)#ip connections statistics on
RouterB(config)#end
```

9.19.2.3 Настройте RouterC

9.19.2.3.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.19.2.3.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.19.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
```

9.19.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.19.3 Проверка настроек

9.19.3.1 Выполните команду show ip nat на RouterB для проверки созданного правила

```
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#      Pkts   Bytes      Action                    Rule config
```

```
0      0      0          First IP: 1.1.1.1 Port: 22        dst:
198.18.1.1/32 dp: 1023 prot: 6
                                  Action: dnat
```

9.19.3.2 Запустите утилиту, выполнив команду ssh admin@198.18.1.1 port 1023 на RouterC, для подключения к RouterA, используя адрес RouterB

9.19.3.3 Запустите утилиту, выполнив команду tcpdump eth2 на RouterB, для анализа сетевого трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
08:35:28.574449 IP 198.18.1.2.36262 > 198.18.1.1.1023: Flags [S], seq 1123643842, win 29200, options
[mss 1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 7], length 0
08:35:28.575569 IP 198.18.1.1.1023 > 198.18.1.2.36262: Flags [S.], seq 3032896446, ack 1123643843,
win 29200, options [mss 1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 4], length 0
08:35:28.576084 IP 198.18.1.2.36262 > 198.18.1.1.1023: Flags [.], ack 1, win 229, length 0
08:35:28.576922 IP 198.18.1.2.36262 > 198.18.1.1.1023: Flags [P.], seq 1:22, ack 1, win 229, length 21
08:35:28.577878 IP 198.18.1.1.1023 > 198.18.1.2.36262: Flags [.], ack 22, win 1825, length 0
08:35:28.611818 IP 198.18.1.1.1023 > 198.18.1.2.36262: Flags [P.], seq 1:22, ack 22, win 1825, length
21
08:35:28.612330 IP 198.18.1.2.36262 > 198.18.1.1.1023: Flags [.], ack 22, win 229, length 0
08:35:28.613047 IP 198.18.1.2.36262 > 198.18.1.1.1023: Flags [P.], seq 22:1534, ack 22, win 229, length
1512
08:35:28.614042 IP 198.18.1.1.1023 > 198.18.1.2.36262: Flags [.], ack 1534, win 2014, length 0
```

9.19.3.4 Выполните команду show ip connections statistics для проверки статистики на RouterB

```
ipv4     2 tcp  6 431943 ESTABLISHED src=198.18.1.2 dst=198.18.1.1 sport=36262
dport=1023 packets=18 bytes=3225 src=1.1.1.1 dst=198.18.1.2 sport=22 dport=36262 packets=20
bytes=3633 [ASSURED] mark=0 zone=0 use=2
```

9.19.3.5 Настройка считается выполненной успешно, если после настройки трансляции адресов DNAT подключение по ssh на адрес 198.1.1.1 порт 1023 переправляется на адрес 1.1.1.1 порт 22.

9.20 Настройка NAT masquarad

9.20.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены loopback-интерфейсы и назначены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология NAT Masquerade, которая позволяет преобразовывать IP-адреса из внутренней сети во внешний IP-адрес. RouterA подключен к RouterB и находится во внутренней сети. RouterB подключен к RouterC и находится во внешней сети.

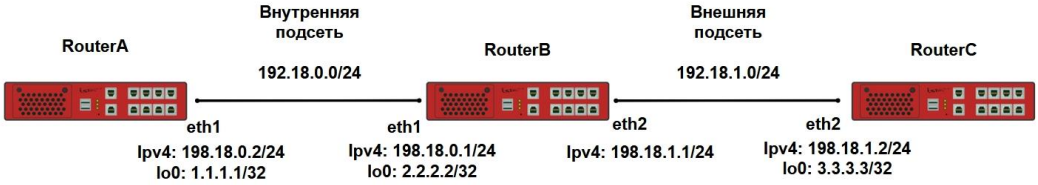

Рисунок 43 – Схема настройки NAT masquarad

9.20.2 Этапы настройки сети

9.20.2.1 Настройте RouterA

9.20.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.20.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.20.2.1.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
```

9.20.2.2 Настройте RouterB

9.20.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description INSIDE
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.20.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description OUTSIDE
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.20.2.2.3 Настройте маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
RouterB(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2
```

9.20.2.2.4 Настройте технологию NAT Masquerade

```
RouterB(config)#ip access-list 1 outinterface eth2
RouterB(config)#ip nat access-list 1 source masquerade
RouterB(config)#ip connections statistics on
RouterB(config)#end
```

9.20.2.3 Настройте RouterC

9.20.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.20.2.3.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

9.20.2.3.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
```

9.20.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.20.3 Проверка настроек

9.20.3.1 Выполните команду show ip nat на RouterB для проверки созданного правила трансляции

```
Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#      Pkts      Bytes          Action              Rule config
0      0         0                                  io: eth2
                            Action: masquerade
```

9.20.3.2 Запустите утилиту командой ping 3.3.3.3 source 1.1.1.1 на RouterA

9.20.3.3 Запустите утилиту командой tcpdump eth2 на RouterB

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth2, link-type
EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes 23:12:11.394713 LLDP, length 328: EX3400-STACK
23:12:15.913459 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 15067, seq 1, length 64
23:12:15.913970 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 15067, seq 1, length 64
23:12:16.915169 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 15067, seq 2, length 64
23:12:16.915663 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 15067, seq 2, length 64
23:12:17.916792 IP 198.18.1.1 > 3.3.3.3: ICMP echo request, id 15067, seq 3, length 64
23:12:17.917282 IP 3.3.3.3 > 198.18.1.1: ICMP echo reply, id 15067, seq 3, length 64
^C
7 packets captured
7 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

9.20.3.4 Выполните команду show ip connections statistics на RouterB для проверки статистики

```
ipv4     2 icmp 1 5 src=1.1.1.1 dst=3.3.3.3 type=8 code=0 id=15067 packets=3 bytes=252 src=3.3.3.3
dst=198.18.1.1 type=0 code=0 id=15067 packets=3 bytes=252 mark=0 zone=0 use=2
```

9.21 Настройка VRF Lite

9.21.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология VRF Lite, которая позволяет разделить физический маршрутизатор на несколько логических (виртуальных).

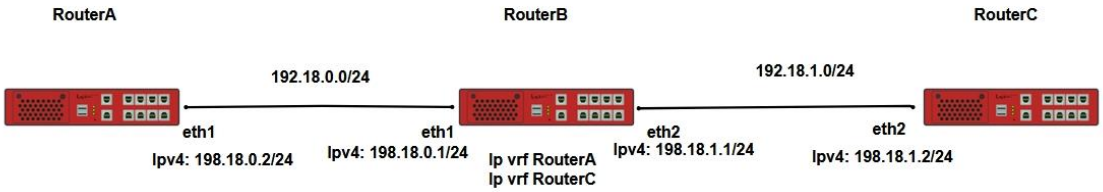

Рисунок 44 – Схема настройки VRF Lite

9.21.2 Этапы настройки сети

9.21.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.21.2.2 Настройте RouterB

9.21.2.2.1 Назначьте экземпляры VPN Routing Forwarding

```
RouterB(config)#ip vrf RouterA
RouterB(config-vrf)#exit
RouterB(config)#ip vrf RouterC
RouterB(config-vrf)#exit
```

9.21.2.2.2 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding RouterA
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip vrf forwarding RouterC
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.21.2.2.3 Настройте маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route vrf RouterA 1.1.1.1/32 198.18.0.2 eth1
RouterA(config)#ip route vrf RouterC 3.3.3.3/32 198.18.1.2 eth2
RouterA(config)#end
```

9.21.2.3 Настройте RouterC

9.21.2.3.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.21.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.21.3 Проверка настроек

9.21.3.1 Выполните команду show ip vrf RouterA на RouterB для проверки созданного экземпляра

```
VRF RouterA, FIB ID 1
Router ID: 198.18.0.1 (automatic)
Interfaces:
   eth1
VRF RouterA; (id=1); RIP is not enabled
VRF RouterA; RD is not defined
Interfaces:
   eth1
No export VPN route-target community
No import VPN route-target community
No import route-map
```

9.21.3.2 Выполните команду show ip vrf RouterC на RouterB для проверки созданного экземпляра

```
VRF RouterC, FIB ID 2
Router ID: 198.18.1.1 (automatic)
Interfaces:
  eth2
VRF RouterC; (id=2); RIP is not enabled
VRF RouterC; RD is not defined
Interfaces:
  eth2
No export VPN route-target community
No import VPN route-target community
No import route-map
```

9.21.3.3 Выполните команду show ip route для проверки таблицы маршрутизации

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
C       127.0.0.0/8 is directly connected, lo
Gateway of last resort is not set
```

9.21.3.4 Выполните команду show ip route vrf RouterA на RouterB для проверки таблицы маршрутизации VRF RouterA

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default
IP Route Table for VRF "RouterA"
S      1.1.1.1/32 [1/0] via 198.18.0.2, eth1
C      198.18.0.0/24 is directly connected, eth1
Gateway of last resort is not set
```

9.21.3.5 Выполните команду show ip route vrf RouterC на RouterB для проверки таблицы маршрутизации VRF RouterC

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
      * - candidate default IP Route Table for VRF "RouterC"
S     3.3.3.3/32 [1/0] via 198.18.1.2, eth2
C     198.18.1.0/24 is directly connected, eth2
Gateway of last resort is not set
```

9.22 Настройка VRF Lite IPv6

9.22.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология VRF Lite IPv6, которая позволяет разделить физический маршрутизатор на несколько логических (виртуальных).

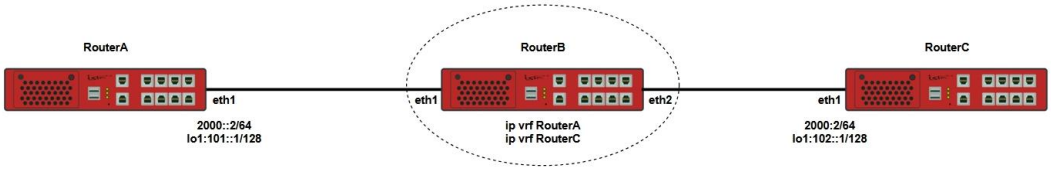

Рисунок 45 – Схема настройки VRF Lite Ipv6

9.22.2 Этапы настройки

9.22.2.1 Настройте RouterA

9.22.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::2/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.22.2.1.2 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/128
```

```
RouterA(config-if-[lo1])#end
```

9.22.2.2 Настройте RouterB

9.22.2.2.1 Создайте виртуальный маршрутизатор RouterA

```
RouterB(config)#ip vrf RouterA
RouterB(config-vrf)#exit
```

9.22.2.2.2 Создайте виртуальный маршрутизатор RouterC

```
RouterB(config)#ip vrf RouterC
RouterB(config-vrf)#exit
```

9.22.2.2.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding RouterA
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::1/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.22.2.2.4 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip vrf forwarding RouterC
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001::1/64
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.22.2.2.5 Настройте VRF маршрут RouterA

```
RouterB(config)#ipv6 route vrf RouterA 101::1/128 2000::2 eth1
```

9.22.2.2.6 Настройте VRF маршрут RouterC

```
RouterB(config)#ipv6 route vrf RouterC 102::1/128 2001::2 eth2
```

9.22.2.3 Настройте RouterC

9.22.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001::2/64
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.22.2.3.2 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ipv6 address 102::1/128
RouterC(config-if-[lo1])#end
```

9.22.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.22.3 Проверка настроек

9.22.3.1 Выполните команду show ip route на RouterB для вывода на экран таблицы маршрутизации

```
IPv6 Routing Table
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
Timers: Uptime
IP Route Table for VRF "default"
C      ::1/128 via ::, lo, 00:44:08
```

9.22.3.2 Выполните команду show ipv6 route vrf RouterA на RouterB для вывода таблицы маршрутизации VRF RouterA

```
IPv6 Routing Table
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
Timers: Uptime
IP Route Table for VRF "DUT1"
S      101::1/128 [1/0] via 2000::2, eth1, 00:34:03
C      2000::/64 via ::, eth1, 00:36:03
C      fe80::/64 via ::, eth1, 00:36:03
```

9.22.3.3 Выполните команду show ip route vrf RouterC на RouterB для вывода таблицы маршрутизации VRF RouterC

```
IPv6 Routing Table
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
Timers: Uptime
IP Route Table for VRF "DUT3"
S       102::1/128 [1/0] via 2001::2, eth2, 00:32:02
C       2001::/64 via ::, eth2, 00:35:40
C       fe80::/64 via ::, eth2, 00:35:39
```

9.22.3.4 Выполните команду ping 101::1 vrf RouterC на RouterB для вывода на экран доступности 101::1

```
PING 101::1(101::1) 56 data bytes
64 bytes from 101::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 101::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 101::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.975 ms

--- 101::1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.975/1.005/1.034/0.035 ms
```

9.22.3.5 Выполните команду ping 102::1 vrf RouterC на RouterB для вывода на экран доступности 102::1

```
PING 102::1(102::1) 56 data bytes
64 bytes from 102::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 102::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.976 ms
64 bytes from 102::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.958 ms

--- 102::1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.958/0.989/1.033/0.031 ms
```

9.23 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса источника

9.23.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена статическая маршрутизация. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterA и RouterC. Прямого соседства между RouterB и RouterC нет. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

На RouterA настроена технология Policy Based Routing на основе IP-адреса источника.

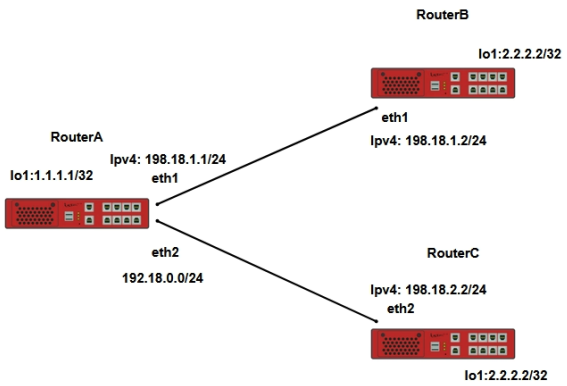

Рисунок 46 – Схема настройки PBR на основе IP-адреса источника

9.23.2 Этапы настройки сети

9.23.2.1 Настройте RouterA

9.23.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.23.2.1.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.1.3 Укажите маршрут до сети 2.2.2.2/32 через RouterB

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2
```

9.23.2.1.4 Настройте адрес RouterC как шлюз по умолчанию и сохраните в таблицу 21. Настройте PBR и укажите источнику 1.1.1.1/32 смотреть в таблицу 21

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.2.2 table 21
RouterA(config)#ip access-list PBR_SRC_IP sourceip 1.1.1.1/32
RouterA(config)#ip policy rule access-list PBR_SRC_IP output lookup 21
```

9.23.2.2 Настройте RouterB

9.23.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.23.2.2.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.2.3 Укажите маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterB(config)#end
```

9.23.2.3 Настройте RouterC

9.23.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.23.2.3.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.3.3 Укажите маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
```

9.23.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.23.3 Проверка настроек

9.23.3.1 Выполните команду ping 2.2.2.2 source 1.1.1.1 на RouterA, чтобы убедиться, что трафик после применения политики идет через RouterC

```
PING 2.2.2.2 (2.2.2.2) from 1.1.1.1 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.08 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.971 ms
```

9.23.3.2 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterC для анализа сетевого трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
01:40:25.345345 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 15267, seq 4, length 64
01:40:25.345400 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 15267, seq 4, length 64
01:40:26.346493 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 15267, seq 5, length 64
01:40:26.346578 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 15267, seq 5, length 64
```

9.24 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса назначения

9.24.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена статическая маршрутизация. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterA и RouterC. Прямого соседства между RouterB и RouterC нет. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

На RouterA настроена технология Policy Based Routing на основе IP-адреса назначения.

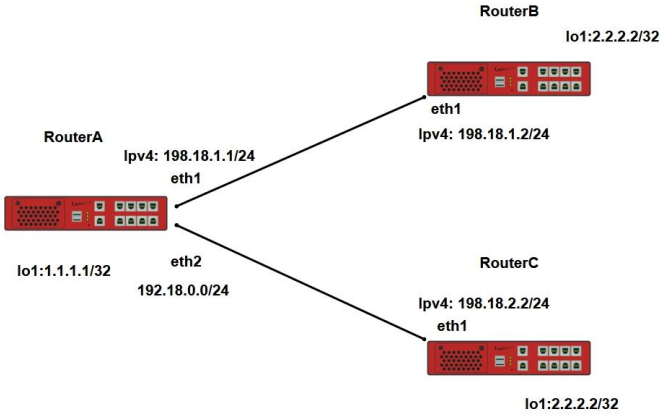

Рисунок 47 – Схема настройки PBR на основе IP-адреса назначения

9.24.2 Этапы настройки сети

9.24.2.1 Настройте RouterA

9.24.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.24.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.24.2.1.3 Укажите маршрут до сети 2.2.2.2/32 через RouterB

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2
```

9.24.2.1.4 Настройте адрес RouterC как шлюз по умолчанию и сохраните в таблицу 21. Настройте PBR и укажите при адресе назначения 2.2.2.2/32 смотреть в таблицу 21

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.2.2 table 21
RouterA(config)#ip access-list PBR_DES_IP destinationip 2.2.2.2/32
RouterA(config)#ip policy rule access-list PBR_DES_IP output lookup 21
RouterA(config)#end
```

9.24.2.2 Настройте RouterB

9.24.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.24.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.24.2.2.3 Укажите маршрут до сети 1.1.1.1/32 через RouterA

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterB(config)#end
```

9.24.2.3 Настройте RouterC

9.24.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.24.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.24.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
```

9.24.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.24.3 Проверка настроек

9.24.3.1 Выполните команду ping 2.2.2.2 source 1.1.1.1 на RouterA, чтобы убедиться, что трафик после применения политики идет через RouterC, используя таблицу 21

```
PING 2.2.2.2 (2.2.2.2) from 1.1.1.1 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.945 ms
```

9.24.3.2 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterC для анализа сетевого трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:11:03.689069 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 14396, seq 15, length 64
12:11:03.689124 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 14396, seq 15, length 64
12:11:04.690203 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 14396, seq 16, length 64
12:11:04.690245 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 14396, seq 16, length 64
```

9.25 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) источника

9.25.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена статическая маршрутизация. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterA и RouterC. Прямого соседства между RouterB и RouterC нет. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

На RouterA и RouterB созданы и настроены виртуальные интерфейсы.

На RouterA настроена технология Policy Based Routing на основе на основе номера порта (TCP/UDP) источника.

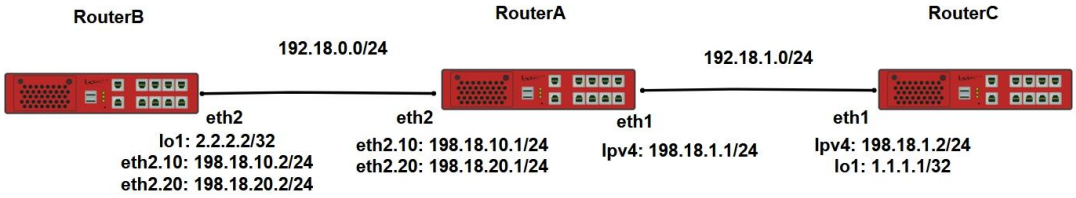

Рисунок 48 – Схема настройки PBR на основе номера порта источника

9.25.2 Этапы настройки сети

9.25.2.1 Настройте RouterA

9.25.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.25.2.1.2 Настройте интерфейсы eth2.10 и eth2.20

```
RouterA(config)#interface eth2.10
RouterA(config-if-[eth2.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2.10])#exit
RouterA(config)#interface eth2.20
RouterA(config-if-[eth2.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.25.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.2
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.10.2
```

9.25.2.1.4 Настройте адрес eth2.20 RouterB как шлюз по умолчанию и сохраните в таблицу 21, настройте PBR и укажите источнику с портом 10000 перенаправлять трафик следуя таблице 21.

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.20.2 table 21
RouterA(config)#ip access-list PBR_S_PORT protocol 6 sourceports 10000
RouterA(config)#ip policy rule access-list PBR_S_PORT prerouting lookup 21
RouterA(config)#end
```

9.25.2.2 Настройте RouterB

9.25.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.25.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.25.2.2.3 Создайте интерфейсы eth2.10 и eth2.20

```
RouterB(config)#interface eth2.10
RouterB(config-if-[eth2.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth2.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth2.10])#exit
RouterB(config)#interface eth2.20
RouterB(config-if-[eth2.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth2.20])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.25.2.2.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1
RouterB(config)#end
```

9.25.2.3 Настройте RouterC

9.25.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
```

```
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.25.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.25.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterB(config)#end
```

9.25.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.25.3 Проверка настроек

9.25.3.1 Выполните команду iperf server port 10000 bind 1.1.1.1 на RouterC для проверки пропускной способности в режиме сервера

```
Server listening on TCP port 10000 Binding to local address 1.1.1.1
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  4] local 1.1.1.1 port 10000 connected with 198.18.10.2 port 33725
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  4] 0.0-10.0 sec   918 MBytes    769 Mbits/sec
```

9.25.3.2 Выполните команду iperf client 1.1.1.1 port 10000 bind 198.18.10.2 на RouterB для проверки пропускной способности в режиме клиента

```
Client connecting to 1.1.1.1, TCP port 10000 Binding to local address 198.18.10.2
TCP window size: 76.5 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  3] local 198.18.10.2 port 33725 connected with 1.1.1.1 port 10000
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  3] 0.0-10.0 sec   918 MBytes    770 Mbits/sec
```

9.25.3.3 Выполните команду tcpdump eth2.20 на RouterA для анализа сетевого трафика, убедитесь что трафик был перенаправлен в соответствии с таблицей 21.

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2.20, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
19:58:12.072820 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [S.], seq 3929972981, ack 2471004496,
win 29200, options [mss 1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 4], length 0
19:58:12.075426 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 10221, win 3103, length 0
19:58:12.077406 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 16061, win 3833, length 0
19:58:12.077420 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 26281, win 5110, length 0
19:58:12.079286 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 29201, win 5475, length 0
19:58:12.079301 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 36501, win 6388, length 0
19:58:12.081261 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 51101, win 8213, length 0
19:58:12.083132 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 55481, win 8760, length 0
19:58:12.083146 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 59861, win 9308, length 0
19:58:12.083158 IP 1.1.1.1.10000 > 198.18.10.2.33725: Flags [.], ack 61321, win 9490, length 0
```

9.26 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

9.26.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

Между устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена статическая маршрутизация. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterA и RouterC. Прямого соседства между RouterB и RouterC нет. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

На RouterA и RouterB созданы и настроены виртуальные интерфейсы.

На RouterA настроена технология Policy Based Routing на основе на основе номера порта (TCP/UDP) назначения.

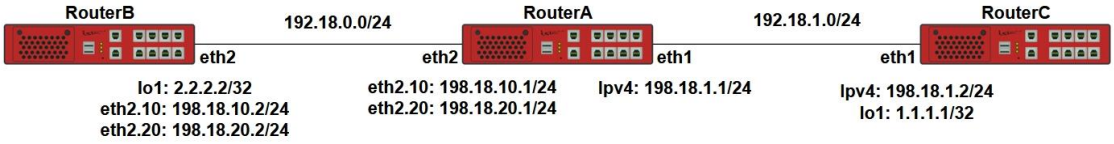

Рисунок 49 – Схема настройки PBR на основе номера порта назначения

9.26.2 Этапы настройки сети

9.26.2.1 Настройте RouterA

9.26.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.26.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.26.2.1.3 Настройте виртуальные интерфейс eth2.10

```
RouterA(config)#interface eth2.10
RouterA(config-if-[eth2.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2.10])#exit
```

9.26.2.1.4 Настройте виртуальные интерфейс eth2.20

```
RouterA(config)#interface eth2.20
RouterA(config-if-[eth2.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.26.2.1.5 Настройте маршруты, применяющиеся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.2
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.10.2
```

9.26.2.1.6 Настройте политику PBR порта назначения

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.20.2 table 21
RouterA(config)#ip access-list PBR_D_PORT protocol 6 destinationports 10000
RouterA(config)#ip policy rule access-list PBR_D_PORT prerouting lookup 21
```

9.26.2.2 Настройте RouterB

9.26.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.26.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.26.2.2.3 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.26.2.2.4 Настройте виртуальные интерфейс eth2.10

```
RouterB(config)#interface eth2.10
RouterB(config-if-[eth2.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth2.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth2.10])#exit
```

9.26.2.2.5 Настройте виртуальные интерфейс eth2.20

```
RouterB(config)#interface eth2.20
RouterB(config-if-[eth2.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth2.20])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.26.2.2.6 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1
RouterB(config)#end
```

9.26.2.3 Настройте RouterC

9.26.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.26.2.3.2 Настройте интерфейс lo 1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.26.2.3.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

9.26.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.26.3 Проверка настроек

9.26.3.1 Выполните команду iperf server port 10000 на RouterB для проверки пропускной способности в режиме сервера

```
Server listening on TCP port 10000
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  4] local 2.2.2.2 port 10000 connected with 1.1.1.1 port 47220
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  4] 0.0-10.0 sec   1.08 GBytes    925 Mbits/sec
```

9.26.3.2 Выполните команду iperf client 2.2.2.2 port 10000 bind 1.1.1.1 на RouterC для проверки пропускной способности в режиме клиента

```
Client connecting to 2.2.2.2, TCP port 10000
Binding to local address 1.1.1.1
TCP window size: 104 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  3] local 1.1.1.1 port 47220 connected with 2.2.2.2 port 10000
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  3] 0.0-10.0 sec   1.08 GBytes   927 Mbits/sec
```

9.26.3.3 Выполните команду tcpdump eth2.10 на RouterA для анализа сетевого трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2.10, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:26:28.473203 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [S], seq 2762057523, win 29200, options [mss
```

```
1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 4], length 0
13:26:28.474204 IP 2.2.2.2.10000 > 1.1.1.1.60520: Flags [S.], seq 3612333970, ack 2762057524, win
29200, options [mss 1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 4], length 0
13:26:28.475177 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], ack 1, win 1825, length 0
13:26:28.475840 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 1:1461, ack 1, win 1825, length 1460
13:26:28.475849 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 1461:2921, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475857 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 2921:4381, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475865 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 4381:5841, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475872 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 5841:7301, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475879 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 7301:8761, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475885 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 8761:10221, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475893 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 10221:11681, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475900 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 11681:13141, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.475906 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 13141:14601, ack 1, win 1825, length
1460
13:26:28.476809 IP 2.2.2.2.10000 > 1.1.1.1.60520: Flags [.], ack 14601, win 3650, length 0
13:26:28.477796 IP 1.1.1.1.60520 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 14601:16061, ack 1, win 1825, length
1460
```

9.26.3.4 Выполните команду iperf server port 10000 на RouterB для проверки пропускной способности в режиме сервера

```
Server listening on TCP port 10000
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  4] local 2.2.2.2 port 10000 connected with 1.1.1.1 port 47717
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  4] 0.0-10.0 sec   1.08 GBytes   930 Mbits/sec
```

9.26.3.5 Выполните команду iperf client 2.2.2.2 port 10000 bind 1.1.1.1 на RouterC для проверки пропускной способности в режиме клиента

```
Client connecting to 2.2.2.2, TCP port 10000
Binding to local address 1.1.1.1
TCP window size: 99.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  3] local 1.1.1.1 port 47717 connected with 2.2.2.2 port 10000
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  3]  0.0-10.0 sec  1.08 GBytes   931 Mbits/sec
```

9.26.3.6 Выполните команду tcpdump eth2.20 на RouterA для анализа сетевого трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2.20, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:37:07.981666 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [S], seq 2278507345, win 29200, options [mss 1460,nop,nop,sackOK,nop,wscale 4], length 0
13:37:07.983684 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], ack 2702062680, win 1825, length 0
13:37:07.984343 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 0:1460, ack 1, win 1825, length 1460
13:37:07.984354 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 1460:2920, ack 1, win 1825, length 1460
13:37:07.984360 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 2920:4380, ack 1, win 1825, length 1460
13:37:07.984366 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 4380:5840, ack 1, win 1825, length 1460
13:37:07.984372 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 5840:7300, ack 1, win 1825, length 1460
13:37:07.984377 IP 1.1.1.1.47717 > 2.2.2.2.10000: Flags [.], seq 7300:8760, ack 1, win 1825, length 1460
```

9.27 Настройка физического интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.27.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB.

Между устройствами настроена статическая маршрутизация. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

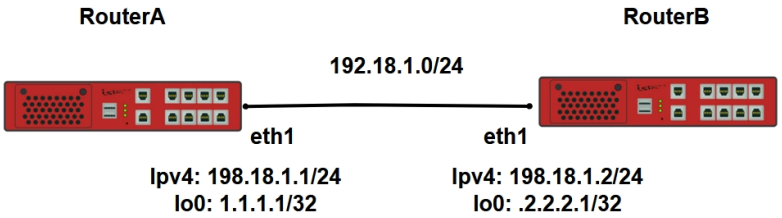

Рисунок 50 – Схема настройки физического интерфейса в качестве next-hop

9.27.2 Этапы настройки сети

9.27.2.1 Настройте RouterA

9.27.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.27.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.27.2.1.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterA(config)#arp reply global
```

9.27.2.1.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.0/24 eth1
RouterA(config)#end
```

9.27.2.2 Настройте RouterB

9.27.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.27.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 2.2.2.1/24
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.27.2.2.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.27.2.2.4 Создайте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 1.1.1.0/24 eth1
RouterA(config)#end
```

9.27.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.27.3 Проверка настроек

9.27.3.1 Выполните команду show ip route на RouterA для вывода на экран списка маршрутов

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
C      1.1.1.0/24 is directly connected, lo1
S      2.2.2.0/24 [1/0] is directly connected, eth1
C      127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C      198.18.1.0/24 is directly connected, eth1
Gateway of last resort is not set
```

9.27.3.2 Выполните команду show ip route на RouterB для вывода на экран списка маршрутов

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
S      1.1.1.0/24 [1/0] is directly connected, eth1
C      2.2.2.0/24 is directly connected, lo1
C      127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C      198.18.1.0/24 is directly connected, eth1
Gateway of last resort is not set
```

9.28 Назначение в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов

9.28.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 10.10.10.1/24, eth2 - IP address 20.20.20.1/24, loopback интерфейс - IP address 1.1.1.1/24.

На Router B настроен интерфейс eth1 - IP address 10.10.10.2/24, eth2 - IP address 20.20.20.2/24, loopback интерфейс - IP address 2.2.2.1/24.

Между устройствами настроена статическая маршрутизация.

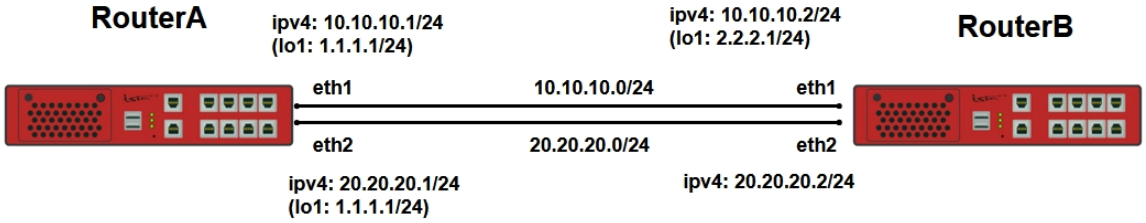

Рисунок 51 – Вариант назначения в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов

9.28.2 Этапы настройки сети

9.28.2.1 Настройте RouterA

9.28.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.28.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.28.2.1.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 20.20.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.28.2.1.4 Настройте глобальный режим отправки ответов на полученные ARP-запросы

```
RouterA(config)#arp reply global
RouterA(config)#end
```

9.28.2.1.5 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth1 10
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth2 20
RouterA(config)#exit
```

9.28.2.2 Настройте RouterB

9.28.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.28.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.1/24
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.28.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 20.20.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.28.2.2.4 Настройте глобальный режим отправки ответов на полученные ARP-запросы

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.28.2.2.5 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth1 10
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth2 20
RouterB(config)#exit
```

9.28.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек.

9.29 Настройка loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.29.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB.

Между устройствами настроена статическая маршрутизация. На каждом из устройств настроены интерфейсы, назначены IP-адреса и подняты loopback-интерфейсы.

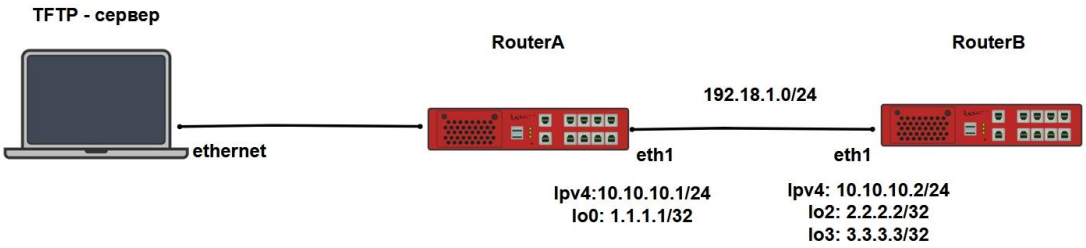

Рисунок 52 – Схема настройки loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.29.2 Этапы настройки сети

9.29.2.1 Настройте RouterA

9.29.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

9.29.2.1.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.29.2.1.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterA(config)#arp reply global
```

9.29.2.1.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.0/24 lo1
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 eth1
RouterA(config)#end
```

9.29.2.2 Настройте RouterB

9.29.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.29.2.2.2 Создайте и настройте loopback-интерфейсы

```
RouterB(config)#interface lo2
RouterB(config-if-[lo2])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo2])#exit
RouterB(config)#interface lo3
RouterB(config-if-[lo3])#ip address 3.3.3.3/32
RouterB(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo3])#exit
```

9.29.2.2.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.29.2.2.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.1 eth1
RouterB(config)#end
```

9.29.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.29.3 Проверка настроек

9.29.3.1 Выполните команду show ip route на RouterA для вывода на экран списка маршрутов

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 10.10.10.2 to network 0.0.0.0
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.10.10.2, eth1
C       1.1.1.1/32 is directly connected, lo1
S       2.2.2.0/24 [1/0] is directly connected, lo1
C       10.10.10.0/24 is directly connected, eth1
C       127.0.0.0/8 is directly connected, lo
```

9.30 Настройка зеркалирования трафика

9.30.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB, RouterC.

На сервисных маршрутизаторах настроены интерфейсы и назначены IP-адреса.

На RouterB настроено зеркалирование трафика.

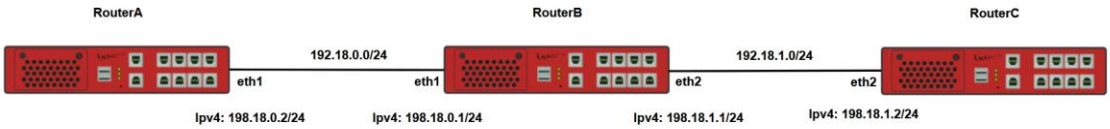

Рисунок 53 – Схема настройки

9.30.2 Этапы настройки

9.30.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config)#end
```

9.30.2.2 Настройте RouterB

9.30.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.30.2.2.2 Настройте зеркалирование трафика

```
RouterB(config)#ip access-list MIRRORING destinationip 198.18.0.0/24
RouterB(config)#ip clone INPUT access-list MIRRORING gateway 198.18.1.2
```

9.30.2.3 Настройте интерфейс eth2 на RouterC

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
```

9.30.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

9.30.3 Проверка настроек

9.30.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 4 на RouterB для проверки связность между RouterB и RouterC

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.93 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.944 ms

--- 198.18.1.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 2ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.944/1.438/1.933/0.495 ms
```

9.30.3.2 Выполните команду ping 198.18.0.2 repeat 4 на RouterB для проверки связность между RouterB и RouterA

```
PING 198.18.0.2 (198.18.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.96 ms
64 bytes from 198.18.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.944 ms

--- 198.18.0.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 2ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.944/1.449/1.955/0.506 ms
```

9.30.3.3 Выполните команду ping 198.18.0.1 на RouterB для отправки icmp-запросов

```
PING 198.18.0.1 (198.18.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 198.18.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.989 ms
```

9.30.3.4 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterB для проверки присутствия icmp-запросов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
21:53:10.982481 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 1, length 64
21:53:11.982596 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 2, length 64
21:53:12.983683 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 3, length 64
21:53:13.984744 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 4, length 64
21:53:14.985864 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 5, length 64
21:53:15.986919 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 6, length 64
21:53:16.988029 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.2: ICMP echo request, id 16764, seq 7, length 64
21:53:17.988380 IP 198.18.0.2 > 198.18.0.2: ICMP echo request, id 16764, seq 8, length 64
```

9.31 Настройка Jumbo Frames на интерфейсах Ethernet

9.31.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

Устройства объединены в одну сеть - VLAN10, установлен максимальный размер кадра MTU на портах.

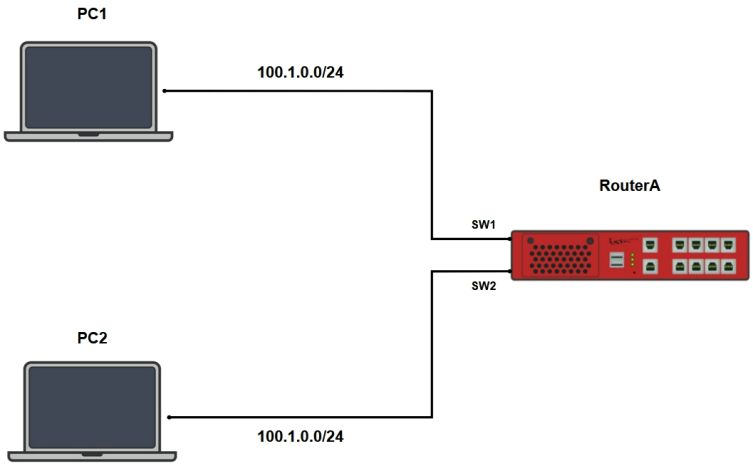

Рисунок 54 – Схема настройки Jumbo Frames

9.31.2 Этапы настройки сети

9.31.2.1 Настройте на PC1 и PC2 MTU – 9000 и сгенерируйте поток для проверки передачи пакета большого размера

9.31.2.2 Назначьте VLAN10 и установите максимальный размер кадра MTU на switchport1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-if-[switchport1])#no shutdown
RouterA(config-if-[switchport1])#switchport access vlan 10
RouterA(config-if-[switchport1])#mtu 10240
RouterA(config-if-[switchport1])#exit
```

9.31.2.3 Назначьте VLAN10 и установите максимальный размер кадра MTU на switchport2 и на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport2
```

```
RouterA(config-if-[switchport2])#no shutdown
RouterA(config-if-[switchport2])#switchport access vlan 10
RouterA(config-if-[switchport2])#mtu 10240
RouterA(config-if-[switchport2])#end
```

9.31.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек.

9.31.3 Проверка настроек

9.31.3.1 Выполните команду show interfaces switchports 1 на RouterA для просмотра настройки размера кадра MTU

```
switchport1:
Link: UP
MTU: 10240
Duplex: full
Autonegotiation: on
Speed: 1000
Supported speeds (Mb/s): 10, 100, 1000
Switchport mode access
Switchport access vlan: 10

 Mode: Access
VLAN: 10
```

9.31.3.2 Выполните команду show interfaces switchports 2 на RouterA для просмотра настройки размера кадра MTU

```
switchport2:
Link: UP
MTU: 10240
Duplex: full
Autonegotiation: on
Speed: 1000
Supported speeds (Mb/s): 10, 100, 1000
Switchport mode access
Switchport access vlan: 10

 Mode: Access
VLAN: 10
```

9.31.3.3 Выполните команду iperf3 -s -B 100.1.0.3 -p 5000 на PC2 для проверки передачи пакета большого размера

```
------------------------------------------------------------
```

```
Server listening on TCP port 5000
TCP window size: 128 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  1] local 100.1.0.3 port 5000 connected with 100.1.0.3 port 33170
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.0306 sec   1.15 GBytes   987 Mbits/sec
```

9.31.3.4 Выполните команду iperf3 -c 100.1.0.3 -b 470m -p 5000 --mss 9000 на PC1 для проверки передачи пакета большого размера

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 100.1.0.3, TCP port 5000
TCP window size: 325 KByte (default)
------------------------------------------------------------

[  1] local 100.1.0.3 port 33170 connected with 100.1.0.3 port 5000 (MSS=8948)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.0403 sec   1.15 GBytes   986 Mbits/sec
```

10 Туннелирование

10.1 Настройка PPTP

10.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.2.1/24, loopback-интерфейс lo0 - IP address 201.1.2.1/32.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.2.2/24, loopback-интерфейс lo1 - IP address 202.2.2.1/32.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен PPTP-туннель. На RouterA произведена настройка сервера, на RouterB произведена настройка клиента.

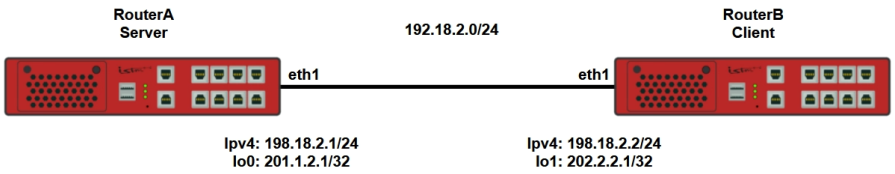

Рисунок 55 – Схема настройки протокола PPTP

10.1.2 Этапы настройки

10.1.2.1 Настройте PPTP-сервер на RouterA

10.1.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.1.2.1.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 201.1.2.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.1.2.1.3 Настройте PPTP-сервер

```
RouterA(config)#pptp server SERVER
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#ppp authentication chap
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#ip address 198.18.2.1 port 1723
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#ip pool 2.2.2.3-10
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#ip pool gateway 2.2.2.2
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#client range 198.18.2.0/24
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#client authentication name <client> password <istokistok>
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#no shutdown
RouterA(config-pptp-s-[SERVER])#exit
```

Напоминание – Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой **client authentication name <client> password <istokistok>** задается имя <client> и пароль <istokistok>.

10.1.2.1.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3
RouterA(config)#end
```

10.1.2.2 Настройте PPTP-клиент на RouterB

10.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.1.2.2.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

10.1.2.2.3 Настройте PPTP-клиент

```
RouterB(config)#pptp client CLIENT
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#server 198.18.2.1 port 1723
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#authentication name <client> password <istokistok>
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#unit 1
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#holdoff 10
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#maxfail 30
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#no shutdown
```

```
RouterB(config-pptp-c-[CLIENT])#exit
```

Напоминание – Для подключения RouterA на RouterB сохраняются данные сервера. Командой **client authentication name <client> password <istokistok>** задается имя **<client>** и пароль **<istokistok>**.

10.1.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2
RouterB(config)#end
```

10.1.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.1.3 Проверка настроек

10.1.3.1 Выполните команду show pptp server на RouterA для вывода на экран настроек PPTP-сервера

```
PPTP Server SERVER is ON
   Allowed networks:
   198.18.2.0/24
   Listen: 198.18.2.1:1723
   IP pools:2.2.2.3-10
   Auth type: chap
   IP pool gw: 2.2.2.2
   Users:
   client psw:GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA=
   IPv6 peer interface ID: don\'t accept
   LCP echo failure: 3
   LCP echo interval: 20
   MTU: 1400
   Min MTU: 1280
   MRU: 1400
```

10.1.3.2 Выполните команду show pptp client на RouterB для вывода на экран настроек PPTP-клиента на RouterB

```
PPTP Client CLIENT is ON State: ON
   Interface: ppp1
   Server IP: 198.18.2.1 Server port: 1723
   IP-address: 2.2.2.3
   Username: client passwd: GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA=
   MTU: 1400
   MRU: 1400
```

```
Server route: False
Persistent: False
MaxFail: 30
Holdoff: 10
LCP echo failure: 3 LCP
echo interval: 5
Default route enabled
```

10.1.3.3 Выполните команду ping 198.18.2.2 на RouterA для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.2 (198.18.2.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.957 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.942 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.01 ms
```

10.1.3.4 Выполните команду ping 198.18.2.1 на RouterB для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.1 (198.18.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.981 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.977 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.953 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.981 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.951 ms
```

10.1.3.5 Выполните команду ping 202.2.2.1 на RouterA для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
PING 202.2.2.1 (202.2.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.08 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.22 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.10 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.04 ms
```

10.1.3.6 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth1,
link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
05:44:29.648214 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv1, call 29163, seq 491, length 100: IP 2.2.2.2 >
202.2.2.1: ICMP echo request, id 15698, seq 12, length 64
05:44:29.648384 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv1, call 2, seq 497, ack 491, length 104: IP 202.2.2.1 >
```

```
2.2.2.2: ICMP echo reply, id 15698, seq 12, length 64
05:44:30.648527 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv1, call 29163, seq 492, ack 497, length 104: IP 2.2.2.2
> 202.2.2.1: ICMP echo request, id 15698, seq 13, length 64
05:44:30.648755 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv1, call 2, seq 498, ack 492, length 104: IP 202.2.2.1 >
2.2.2.2: ICMP echo reply, id 15698, seq 13, length 64
05:44:31.648982 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv1, call 29163, seq 493, ack 498, length 104: IP 2.2.2.2
> 202.2.2.1: ICMP echo request, id 15698, seq 14, length 64
05:44:31.649375 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv1, call 2, seq 499, ack 493, length 104: IP 202.2.2.1 >
2.2.2.2: ICMP echo reply, id 15698, seq 14, length 64
```

10.2 Настройка PPPoE

10.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке 1 в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1, loopback-интерфейс lo0 - IP address 201.1.2.1/32.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1, loopback-интерфейс lo1 - IP address 202.2.2.1/32.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен PPPoE туннель. На RouterA произведена настройка сервера, на RouterB произведена настройка клиента.

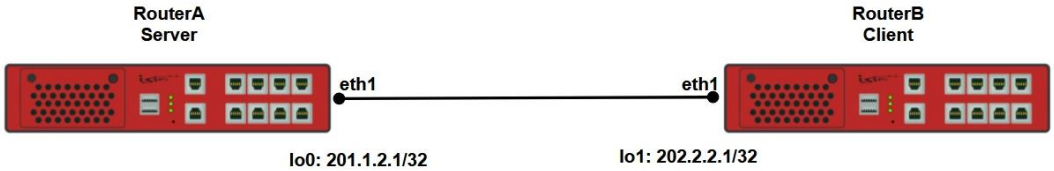

Рисунок 56 – Схема настройки протокола PPPoE

10.2.2 Этапы настройки

10.2.2.1 Настройте сервер PPPoE на RouterA

10.2.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.2.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 201.1.2.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.2.2.1.3 Настройте pppoe server

```
RouterA(config)#pppoe server SERVER
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ppp authentication chap
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ip pool chap gateway 2.2.2.2
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ip pool 2.2.2.3-10
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#username <client> password <istokistok> address 2.2.2.3
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#use-interface eth1
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#no shutdown
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#exit
```

Напоминание – Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой **username <client> password <istokistok> address 2.2.2.3** задается имя **client** и пароль **istokistok**

10.2.2.1.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3
```

10.2.2.2 Настройте клиент PPPoE на RouterB

10.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.2.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

10.2.2.2.3 Настройте клиент pppoe

```
RouterB(config)#pppoe client CLIENT
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#persistent
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#chap login <client> password <istokistok>
```

```
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#unit 0
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#use-interface eth1
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#holdoff 10
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#maxfail 15
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#lcp-echo-failure 10
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#lcp-echo-interval 15
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#no shutdown
RouterB(config-pppoe-c-[CLIENT])#exit
```

10.2.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2
```

10.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.2.3 Проверка настроек

10.2.3.1 Выполните команду show pppoe server на RouterA для вывода на экран настроек PPPoE-сервера

```
pppoe server SERVER is ON
Duplicate session: replace
IPv4: require IPv6: deny
   IP pools:
   2.2.2.3-10
   Auth type: chap
   CHAP IP pool gw: 2.2.2.2
Users:
client psw: GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA= ip: 2.2.2.3
IPv6 peer interface ID: don't accept
LCP echo failure: 3 LCP echo interval: 20 MTU: 1400
Min MTU: 1280 MRU: 1400
Interfaces used:
eth1
```

10.2.3.2 Выполните команду show pppoe client на RouterB для вывода на экран настроек PPPoE-клиента

```
pppoe client CLIENT
VRF: default
State: ON
Interface: ppp0    Link: UP
Connected to: eth1
IP Address: 2.2.2.3
CHAP Host name: client psw: GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA=
MTU: 1400
```

```
MRU: 1400
Persistent: ON
Maxfail: 0
LCP echo failure: 10
LCP echo interval: 15
```

10.2.3.3 Выполните команду ping 202.2.2.1 repeat 20 на RouterA для проверки связанности устройств

```
PING 202.2.2.1 (202.2.2.1) from 201.1.2.1 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.10 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.06 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.974 ms
```

10.2.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth1,link-type
EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
08:52:58.237914 PPPoE [ses 0x140] IP 201.1.2.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 21797, seq 11,
length 64
08:52:58.237997 PPPoE [ses 0x140] IP 202.2.2.1 > 201.1.2.1: ICMP echo reply, id 21797, seq 11, length
64
08:52:59.239118 PPPoE [ses 0x140] IP 201.1.2.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 21797, seq 12,
length 64
08:52:59.239200 PPPoE [ses 0x140] IP 202.2.2.1 > 201.1.2.1: ICMP echo reply, id 21797, seq 12, length
64
08:53:00.240284 PPPoE [ses 0x140] IP 201.1.2.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 21797, seq 13,
length 64
08:53:00.240369 PPPoE [ses 0x140] IP 202.2.2.1 > 201.1.2.1: ICMP echo reply, id 21797, seq 13, length
64
08:53:01.241436 PPPoE [ses 0x140] IP 201.1.2.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 21797, seq 14,
length 64
08:53:01.241474 PPPoE [ses 0x140] IP 202.2.2.1 > 201.1.2.1: ICMP echo reply, id 21797, seq 14, length
64
08:53:02.242572 PPPoE [ses 0x140] IP 201.1.2.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 21797, seq 15,
length 64
```

10.3 Настройка PPPoE IPv6

10.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы eth1 - IP address 2001::1/64, loopback-интерфейс lo0 - IP address 100::1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001::2/64.

Между устройствами RouterA и RouterB настраивается протокол PPPoE IPv6.

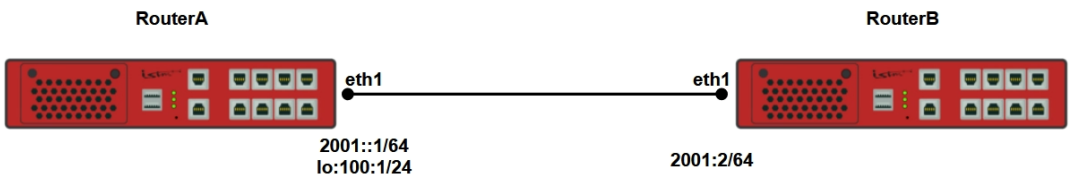

Рисунок 57 – Схема настройки протокола PPPoE IPv6

10.3.2 Этапы настройки

10.3.2.1 Настройте сервер PPPoE на RouterA

10.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.3.2.1.2 Настройте loopback-интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 100::1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.3.2.1.3 Настройте PPPoE-сервер

```
RouterA(config)#pppoe server 1
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ppp authentication chap
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv4 deny
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 require
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 pool 2001:1:1::/48 64
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 pool delegate 2001:1:1::/36 48
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 dhcp
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 dhcp pref-lifetime 12000
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 dhcp valid-lifetime 240000
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#ipv6 dhcp route-via-gw on
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#username <client> password <istokistok>
```

```
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#lcp-echo-failure 3
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#lcp-echo-interval 5
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#use-interface eth1
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#no shutdown
RouterA(config-pppoe-s-[SERVER])#exit
```

Напоминание – Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой **username <client> password <istokistok>** задается имя **client** и пароль **istokistok**.

10.3.2.2 Настройте PPPoE-клиент на RouterB

10.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.3.2.2.2 Настройте PPPoE-клиент

```
RouterB(config)#pppoe client 1
RouterA(config-pppoe-c-[1])#unit 1
RouterA(config-pppoe-c-[1])#use-interface eth1
RouterA(config-pppoe-c-[1])#chap login <client> password <istokistok>
RouterA(config-pppoe-c-[1])#persistent
RouterA(config-pppoe-c-[1])#maxfail 0
RouterA(config-pppoe-c-[1])#holdoff 30
RouterA(config-pppoe-c-[1])#lcp-echo-failure 3
RouterA(config-pppoe-c-[1])#lcp-echo-interval 5
RouterA(config-pppoe-c-[1])#use-dns
RouterA(config-pppoe-c-[1])#use-default-route
RouterA(config-pppoe-c-[1])#ipv4 off
RouterA(config-pppoe-c-[1])#ipv6 on
RouterA(config-pppoe-c-[1])#no shutdown
RouterA(config-pppoe-c-[1])#exit
```

10.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.3.3 Проверка настроек

10.3.3.1 Выполните команду show pppoe server на RouterA для вывода на экран настроек PPPoE-сервера

```
pppoe server 1 is ON
Duplicate session: replace
IPv4: deny IPv6: require
IPv6 pools:
  2001:1:1::/48,64
IPv6 pool delegate: 2001:1:1::/36,48
  Auth type: chap
Users:
  client psw: qehRopxWSvWLl0AxpbU00wA= ip: None
IPv6 peer interface ID: don't accept
LCP echo failure: 3 LCP echo interval: 5 MTU: 1400
Min MTU: 1280 MRU: 1400
Interfaces used:
   eth1
IPv6 DHCP:
  PrefLifeTime: 12000
  ValidLifeTime: 240000
  RouteViaGw: On
```

10.3.3.2 Выполните команду show pppoe client на RouterB для вывода на экран настроек PPPoE-клиента

```
pppoe client 1
VRF: default
State: ON
Interface: ppp1  Link: UP
Connected to: eth1
CHAP Host name: client psw: qehRopxWSvWLl0AxpbU00wA=
MTU: 1400
MRU: 1400
Persistent: ON
 Maxfail: 0
 Holdoff: 30
LCP echo failure: 3
LCP echo interval: 5
 DNS usage enabled
Default route enabled
```

10.3.3.3 Выполните команду ping ipv6 100::1 на RouterB для проверки связанности RouterA и RouterB

```
PING 100::1(100::1) 56 data bytes
64 bytes from 100::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.07 ms
64 bytes from 100::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 100::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.997 ms
64 bytes from 100::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.07 ms
64 bytes from 100::1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.07 ms
```

10.3.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterA для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
11:15:15.147142 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Request (0x09), id 149, length 10
11:15:15.148144 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Reply (0x0a), id 149, length 10
11:15:15.163604 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Request (0x09), id 232, length 10
11:15:15.163676 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Reply (0x0a), id 232, length 10
11:15:20.147143 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Request (0x09), id 150, length 10
11:15:20.148156 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Reply (0x0a), id 150, length 10
11:15:20.163646 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Request (0x09), id 233, length 10
11:15:20.163719 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Reply (0x0a), id 233, length 10
11:15:25.147107 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Request (0x09), id 151, length 10
11:15:25.148086 PPPoE  [ses 0x1] LCP, Echo-Reply (0x0a), id 151, length 10
```

10.4 Настройка GRE

10.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы eth1 и саб-интерфейс eth1.2 - 198.18.2.1/24.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 и саб-интерфейс eth1.2 - 198.18.2.2/24.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен GRE-туннель.

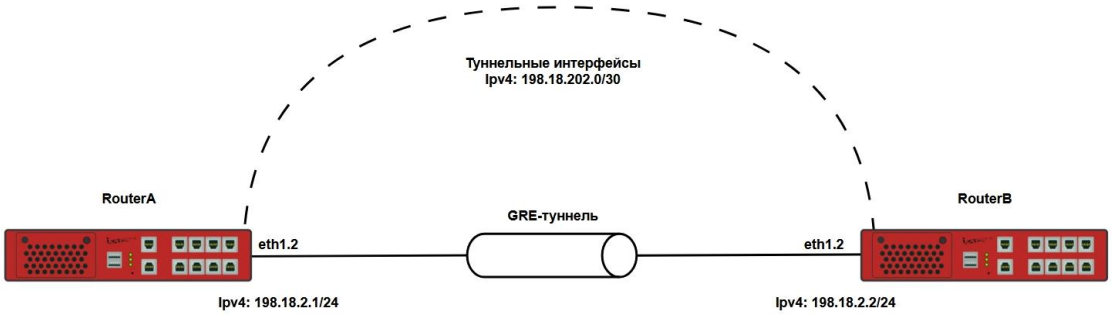

Рисунок 58 – GRE-туннель

10.4.2 Этапы настройки

10.4.2.1 Настройте RouterA

10.4.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.4.2.1.2 Настройте саб-интерфейс eth1.2

```
RouterA(config)#interface eth1.2
RouterA(config-if-[eth1.2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1.2])#exit
```

10.4.2.1.3 Настройте туннельный интерфейс tunnel2

```
RouterA(config)#interface tunnel 2
RouterA(config-[tunnel2])#tunnel mode gre source 198.18.2.1 destination 198.18.2.2
RouterA(config-[tunnel2])#no shutdown
RouterA(config-[tunnel2])#ip mtu 1476
RouterA(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.1/30
RouterA(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterA(config-[tunnel2])#exit
```

10.4.2.1.4 Настройте интерфейс vlan2

```
RouterA(config)#interface vlan2
RouterA(config-[vlan2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-[vlan2])#no shutdown
RouterA(config-[vlan2])#ip address 202.2.2.1/24
RouterA(config-[vlan2])#exit
```

10.4.2.1.5 Настройте маршрутизацию через туннельный интерфейс tunnel2

```
RouterA(config)#ip route 201.1.2.0/24 198.18.202.2 tunnel2
```

10.4.2.2 Настройте RouterB

10.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.4.2.2.2 Настройте саб-интерфейс eth1.2

```
RouterB(config)#interface eth1.2
RouterB(config-if-[eth1.2])#vid 2 ethertype 0x8100
```

```
RouterB(config-if-[eth1.2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1.2])#exit
```

10.4.2.2.3 Настройте туннельный интерфейс tunnel2

```
RouterB(config)#interface tunnel 2
RouterB(config-[tunnel2])#tunnel mode gre source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1
RouterB(config-[tunnel2])#no shutdown
RouterB(config-[tunnel2])#ip mtu 1476
RouterB(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.2/30
RouterB(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterB(config-[tunnel2])#exit
```

10.4.2.2.4 Настройте интерфейс vlan2

```
RouterB(config)#interface vlan2
RouterBconfig-[vlan2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterB(config-[vlan2])#no shutdown
RouterB(config-[vlan2])#ip address 202.2.2.2/24
RouterB(config-[vlan2])#exit
```

10.4.2.2.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.0/24 198.18.202.1 tunnel2
```

10.4.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.4.3 Проверка настроек

10.4.3.1 Выполните команду show interfaces tunnel 2 на RouterA для вывода на экран настроек GRE туннеля

```
tunnel2
 Link: UP
 Mode: gre
 Multicast: on
 Source address: 198.18.2.1
 Destination address: 198.18.2.2
 IPv4 Address: 198.18.202.1/30
 RX: 1512 bytes / 18 packets
 TX: 1512 bytes / 18 packets
MTU: 1476
```

10.4.3.2 Выполните команду show interfaces tunnel 2 на RouterB для вывода на экран настроек GRE туннеля

```
tunnel2
Link: UP
Mode: gre
Multicast: on
Source address: 198.18.2.2
Destination address: 198.18.2.1
IPv4 Address: 198.18.202.2/30
RX: 3024 bytes / 36 packets
TX: 3024 bytes / 36 packets
MTU: 1476
```

10.4.3.3 Выполните команду ping 202.2.2.1 repeat 20 на RouterA для проверки связанности RouterA и RouterB

```
PING 202.2.2.1 (202.2.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.16 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.09 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.983 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.08 ms
```

10.4.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:55:12.696404 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 198.18.202.2 > 198.18.202.1: ICMP
echo request, id 27279, seq 3, length 64
10:55:12.696499 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 198.18.202.1 > 198.18.202.2: ICMP
echo reply, id 27279, seq 3, length 64
10:55:13.697545 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 198.18.202.2 > 198.18.202.1: ICMP
echo request, id 27279, seq 4, length 64
```

10.5 Настройка IPIP

10.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1.2 - IP address 198.18.2.1/24, tunnel 2 - IP address 198.18.202.1/30, vlan2 - IP address 201.1.2.1/24.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1.2 - IP address 198.18.2.2/24, tunnel 2 - IP address 198.18.202.2/30, vlan2 - IP address 202.2.2.1/24.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен IPIP-туннель.

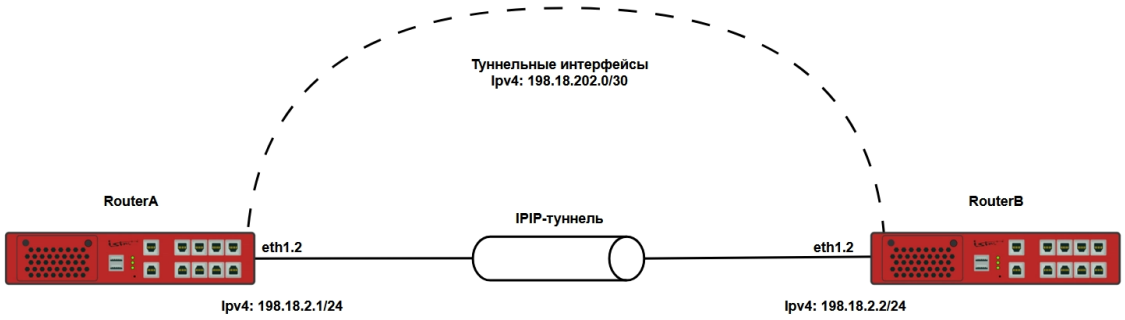

Рисунок 59 – IPIP-туннель

10.5.2 Этапы настройки

10.5.2.1 В командной строке RouterA ввести команды:

10.5.2.1.1 Настройте саб-интерфейс

```
RouterA(config)#interface eth1.2
RouterA(config-if-[eth1.2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1.2])#exit
```

10.5.2.1.2 Настройте интерфейс tunnel2

```
RouterA(config)##interface tunnel 2
RouterA(config-[tunnel2])#tunnel mode ipip source 198.18.2.1 destination 198.18.2.2
RouterA(config-[tunnel2])#no shutdown
RouterA(config-[tunnel2])#ip mtu 1476
RouterA(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.1/30
RouterA(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterA(config-[tunnel2])#exit
```

10.5.2.1.3 Настройте интерфейс vlan2

```
RouterA(config)#interface vlan2
RouterA(config-if-[vlan2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan2])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan2])#ip address 201.1.2.1/24
RouterA(config-if-[vlan2])#exit
```

10.5.2.1.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.0/24 198.18.202.2 tunnel2
```

10.5.2.2 В командной строке RouterB ввести команды:

10.5.2.2.1 Настройте саб-интерфейс

```
RouterB(config)#interface eth1.2
RouterA(config-if-[eth1.2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.2/24
RouterA(config-if-[eth1.2])#exit
```

10.5.2.2.2 Настройте интерфейс tunnel2

```
RouterB(config)#interface tunnel 2
RouterA(config-[tunnel2])#tunnel mode ipip source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1
RouterA(config-[tunnel2])#no shutdown
RouterA(config-[tunnel2])#ip mtu 1476
RouterA(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.2/30
RouterA(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterA(config-[tunnel2])#exit
```

10.5.2.2.3 Настройте интерфейс vlan2

```
RouterB(config)#interface vlan2
RouterA(config-if-[vlan2])#vid 2 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan2])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan2])#ip address 202.2.2.1/24
RouterA(config-if-[vlan2])#exit
```

10.5.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.0/24 198.18.202.1 tunnel2
```

10.5.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.5.3 Проверка настроек

10.5.3.1 Выполните команду show interfaces tunnel 2 на RouterA для вывода на экран настроек туннеля

```
tunnel2
  Link: UP Mode: ipip
  Multicast: on
  Source address: 198.18.2.1
  Destination address: 198.18.2.2
  IPv4 Address: 198.18.202.1/30
  RX: 2604 bytes / 31 packets
  TX: 2604 bytes / 31 packets
  MTU: 1476
```

10.5.3.2 Выполните команду show interfaces tunnel 2 на RouterB для вывода на экран настроек туннеля

```
tunnel2
  Link: UP Mode: ipip
  Multicast: on
  Source address: 198.18.2.2
  Destination address: 198.18.2.1
  IPv4 Address: 198.18.202.2/30
  RX: 2604 bytes / 31 packets
  TX: 2604 bytes / 31 packets
  MTU: 1476
```

10.5.3.3 Выполните команду ping 198.18.2.2 на RouterA для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.2 (198.18.2.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.939 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.974 ms
```

10.5.3.4 Выполните команду ping 198.18.2.1 на RouterB для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.1 (198.18.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.954 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.943 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.993 ms
```

10.5.3.5 Выполните команду ping 202.2.2.1 на RouterA для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
PING 202.2.2.1 (202.2.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.16 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.09 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.983 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.08 ms
```

10.5.3.6 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
23:41:45.353327 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 198.18.202.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 5280, seq 6, length 64 (ipip-proto-4)
23:41:45.353382 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 202.2.2.1 > 198.18.202.1: ICMP echo reply, id 5280, seq 6, length 64 (ipip-proto-4)
23:41:46.354485 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 198.18.202.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 5280, seq 7, length 64 (ipip-proto-4)
23:41:46.354584 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 202.2.2.1 > 198.18.202.1: ICMP echo reply, id 5280, seq 7, length 64 (ipip-proto-4)
23:41:47.355666 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 198.18.202.1 > 202.2.2.1: ICMP echo request, id 5280, seq 8, length 64 (ipip-proto-4)
```

10.6 Настройка L2TP

10.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.1/24, ppp20 - IP address 198.18.2.1.

На RouterB настроен интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.2/24, ppp10 - IP address expect.

На RouterA настроен L2TP-сервер.

На RouterB настроен L2TP-клиент.

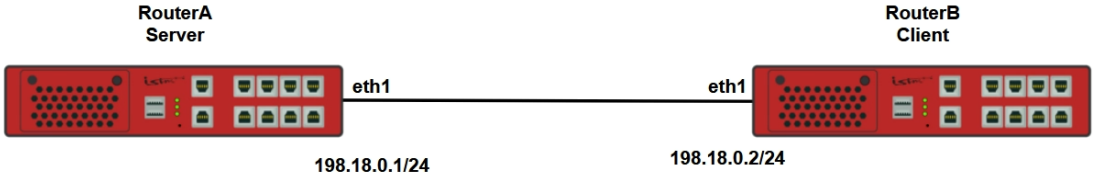

Рисунок 60 – Схема настройки протокола L2TP

10.6.2 Этапы настройки

10.6.2.1 Настройте L2TP-сервер на RouterA

10.6.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.6.2.1.2 Настройте интерфейс ppp20

```
RouterA(config)#interface ppp 20
RouterA(config-[ppp20])#mtu 1450
RouterA(config-[ppp20])#ip address local 198.18.2.1
RouterA(config-[ppp20])#ppp authentication chap
RouterA(config-[ppp20])#exit
```

10.6.2.1.3 Настройте L2TP-сервер

```
RouterA(config)#l2tp server SERVER
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#client lac 0.0.0.0 255.255.255.255
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#ip pool 198.18.2.10 198.18.2.20
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#ip pool gateway 198.18.2.1
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#client authentication name <client> password <istokistok>
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#ppp interface 20
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#no shutdown
RouterA(config-l2tp-s-[SERVER])#end
```

Напоминание – Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой **client authentication name <client> password <istokistok>** задается имя **<client>** и пароль **<istokistok>**

10.6.2.2 Настройте L2TP-клиент на RouterB

10.6.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.6.2.2.2 Настройте интерфейс ppp10

```
RouterB(config)#interface ppp 10
RouterB(config-[ppp20])#mtu 1450
RouterB(config-[ppp20])#ip address expect
RouterB(config-[ppp20])#exit
```

10.6.2.2.3 Настройте L2TP-клиент

```
RouterB(config)#l2tp client CLIENT
RouterB(config-l2tp-c-[CLIENT])#server 198.18.0.1
RouterB(config-l2tp-c-[CLIENT])#authentication name <client> password <istokistok>
RouterB(config-l2tp-c-[CLIENT])#ppp interface 10
RouterB(config-l2tp-c-[CLIENT])#no shutdown
RouterB(config-l2tp-c-[CLIENT])#end
```

10.6.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.6.3 Проверка настроек

10.6.3.1 Выполните команду show l2tp server на RouterA для вывода на экран настроек L2TP сервера

```
L2TP Server SERVER is ON
 Allowed networks: 0.0.0.0-255.255.255.255
 IP pool: 198.18.2.10-198.18.2.10
 IP pool gw: 198.18.2.1
 Users:
  client psw:qehRopxWSvWLl0AxpbU00wA=
 PPP interface number: 20
```

10.6.3.2 Выполните команду show l2tp client на RouterB для вывода на экран настроек L2TP клиента

```
L2TP Client CLIENT is ON
 State: OFF
 Server IP: 198.18.0.1 Username: client passwd: qehRopxWSvWLl0AxpbU00wA=
 PPP interface number: 10
```

10.6.3.3 Выполните команду ping 198.18.2.1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
PING 198.18.2.1 (198.18.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.17 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.11 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.13 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.09 ms
```

10.6.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterA для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
17:10:44.104815 IP 198.18.0.2.1701 > 198.18.0.1.1701:  l2tp:[](24370/4408) {IP 198.18.2.10 >
198.18.2.1: ICMP echo request, id 5090, seq 1, length 64}
17:10:44.104928 IP 198.18.0.1.1701 > 198.18.0.2.1701:  l2tp:[](782/18942) {IP 198.18.2.1 >
198.18.2.10: ICMP echo reply, id 5090, seq 1, length 64}
17:10:45.105748 IP 198.18.0.2.1701 > 198.18.0.1.1701:  l2tp:[](24370/4408) {IP 198.18.2.10 >
198.18.2.1: ICMP echo request, id 5090, seq 2, length 64}
17:10:45.105807 IP 198.18.0.1.1701 > 198.18.0.2.1701:  l2tp:[](782/18942) {IP 198.18.2.1 >
198.18.2.10: ICMP echo reply, id 5090, seq 2, length 64}
17:10:46.106948 IP 198.18.0.2.1701 > 198.18.0.1.1701:  l2tp:[](24370/4408) {IP 198.18.2.10 >
198.18.2.1: ICMP echo request, id 5090, seq 3, length 64}
17:10:46.107025 IP 198.18.0.1.1701 > 198.18.0.2.1701:  l2tp:[](782/18942) {IP 198.18.2.1 >
198.18.2.10: ICMP echo reply, id 5090, seq 3, length 64}
17:10:47.108151 IP 198.18.0.2.1701 > 198.18.0.1.1701:  l2tp:[](24370/4408) {IP 198.18.2.10 >
198.18.2.1: ICMP echo request, id 5090, seq 4, length 64}
17:10:47.108280 IP 198.18.0.1.1701 > 198.18.0.2.1701:  l2tp:[](782/18942) {IP 198.18.2.1 >
198.18.2.10: ICMP echo reply, id 5090, seq 4, length 64}
17:10:48.109345 IP 198.18.0.2.1701 > 198.18.0.1.1701:  l2tp:[](24370/4408) {IP 198.18.2.10 >
198.18.2.1: ICMP echo request, id 5090, seq 5, length 64}
17:10:48.109452 IP 198.18.0.1.1701 > 198.18.0.2.1701:  l2tp:[](782/18942) {IP 198.18.2.1 >
198.18.2.10: ICMP echo reply, id 5090, seq 5, length 64}
```

10.7 Настройка L2TPv3

10.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.2.1/24, loopback-интерфейс lo1 - 201.1.2.1/32, туннельный интерфейс l2tp1 - IP address 1.1.1.1/24.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.2.2/24, loopback-интерфейс lo1 - 201.2.2.1/32, туннельный интерфейс l2tp1 - IP address 1.1.1.2/24.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен L2TPv3-туннель.

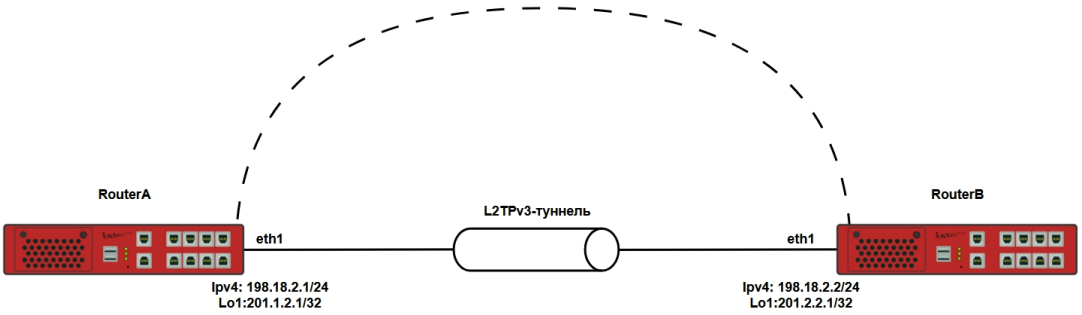

Рисунок 61 – L2TPv3-туннель

10.7.2 Этапы настройки

10.7.2.1 Настройте L2TPv3 туннель на RouterA

10.7.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.7.2.1.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 201.1.2.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.7.2.1.3 Настройте туннельный интерфейс l2tp1

```
RouterA(config)#interface l2tp 1
RouterA(config-l2tp[1])#tunnel source 198.18.2.1 destination 198.18.2.2 local-id 101 remote-id 102
encapsulation udp sourceport 1001 destinationport 2001
RouterA(config-l2tp[1])#session local-id 1 remote-id 2
RouterA(config-l2tp-ses[1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-l2tp-ses[1])#no shutdown
RouterA(config-l2tp-ses[1])#exit
RouterA(config-l2tp[1])#exit
```

10.7.2.1.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 1.1.1.2
```

10.7.2.2 Настройте L2TPv3 туннель на RouterB

10.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.7.2.2.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

10.7.2.2.3 Настройте туннельный интерфейс l2tp1

```
RouterB(config)#interface l2tp 1
RouterB(config-l2tp[1])#tunnel source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1 local-id 102 remote-id 101
encapsulation udp sourceport 2001 destinationport 1001
RouterB(config-l2tp[1])#session local-id 2 remote-id 1
RouterB(config-l2tp-ses[2])#ip address 1.1.1.2/24
RouterB(config-l2tp-ses[2])#no shutdown
RouterB(config-l2tp-ses[2])#exit
RouterB(config-l2tp[1])#exit
```

10.7.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 1.1.1.1
```

10.7.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.7.3 Проверка настроек

10.7.3.1 Выполните команду show interfaces l2tp на RouterA для вывода на экран настроек L2TPv3 туннеля

```
l2tp tunnel 1:
Local IP: 198.18.2.1
Remote IP: 198.18.2.2
Local ID: 101
Remote ID: 102
Encap: udp
Source port: 1001 Dest port: 2001 VRF: default
l2tp session: l2tp1s1
Link: UP
```

```
Local ID: 1
Remote ID: 2
IPv4 Address: 1.1.1.1/24 RX: 0 bytes / 0 packets
TX: 738 bytes / 7 packets
```

10.7.3.2 Выполните команду show interfaces l2tp на RouterB для вывода на экран настроек L2TPv3 туннеля

```
l2tp tunnel 1:
Local IP: 198.18.2.2
Remote IP: 198.18.2.1
Local ID: 102
Remote ID: 101
Encap: udp
Source port: 2001 Dest port: 1001 VRF: default
l2tp session: l2tp1s2
Link: UP
Local ID: 2
Remote ID: 1
IPv4 Address: 1.1.1.2/24
RX: 19892 bytes / 186 packets
TX: 16922 bytes / 179 packets
```

10.7.3.3 Выполните команду ping 198.18.2.2 на RouterA для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.2 (198.18.2.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.935 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.998 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.958 ms
64 bytes from 198.18.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.00 ms
```

10.7.3.4 Выполните команду ping 198.18.2.1 на RouterB для проверки связанности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.2.1 (198.18.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.987 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.949 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.992 ms
64 bytes from 198.18.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.935 ms
```

10.7.3.5 Выполните команду ping 202.2.2.1 на RouterA для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
PING 202.2.2.1 (202.2.2.1) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.13 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.11 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 202.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.11 ms
```

10.7.3.6 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции, проходящих через туннель, пакетов

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode listening on eth1, link-type
EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
02:03:57.526652 IP 198.18.2.1.1001 > 198.18.2.2.2001: UDP, length 110
02:03:57.526764 IP 198.18.2.2.2001 > 198.18.2.1.1001: UDP, length 110
02:03:58.527872 IP 198.18.2.1.1001 > 198.18.2.2.2001: UDP, length 110
02:03:58.527985 IP 198.18.2.2.2001 > 198.18.2.1.1001: UDP, length 110
02:03:59.529082 IP 198.18.2.1.1001 > 198.18.2.2.2001: UDP, length 110
02:03:59.529141 IP 198.18.2.2.2001 > 198.18.2.1.1001: UDP, length 110
```

10.8 Настройка OpenVPN

10.8.1 Описание настройки

В данном примере используется OpenVPN в качестве основного средства для обеспечения безопасного удаленного доступа к сети офиса. В качестве сервера OpenVPN выступает устройство RouterA, которое также выполняет функции сервисного маршрутизатора, RouterB выступает клиентом.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен OpenVPN-туннель.

Для успешной TLS-аутентификации синхронизировано время между устройствами. Для этого настроена синхронизацию на устройствах с ntp-сервером или настройте ntp-сервер на RouterA и синхронизируйте время RouterB с RouterA.

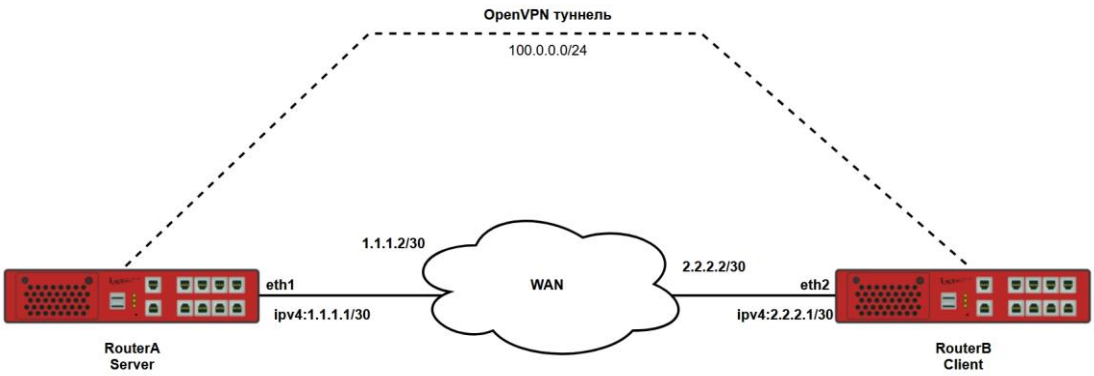

Рисунок 62 – Схема настройки OpenVPN

10.8.2 Этапы настройки OpenVPN

10.8.2.1 Настройте сервер OpenVPN RouterA

10.8.2.1.1 Включите сервер TFTP для передачи сертификатов и удалите старые ключи, если это необходимо

```
RouterA(config)#tftp on
RouterA(config)#tftp clear-files
```

10.8.2.1.2 Настройте время на RouterA

```
RouterA(config)#system clock date 01.01.2024
RouterA(config)#system clock time 10:10
```

10.8.2.1.3 Настройте локальный сервер времени NTP на RouterA

```
RouterA(config)#ntp interface listen eth1
RouterA(config)#ntp local-server stratum 1
RouterA(config)#ntp on
```

10.8.2.1.4 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config)#no ip address dhcp
RouterA(config)#ip address 1.1.1.1/30
RouterA(config)#no shutdown
RouterA(config)#exit
```

10.8.2.1.5 Настройте маршрутизацию до клиента

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 1.1.1.2
```

10.8.2.1.6 Настройте OPENVPN сервер

```
RouterA(config)#vpn server SERVER
```

10.8.2.1.6.1 Создайте файлы ключа и сертификата сервера

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#build-key server static
```

10.8.2.1.6.2 Введите информацию о сервере (в квадратных скобках указываются значения по умолчанию).

Примечание

Обязательный параметр Counrty Name, остальные опционально.

```
Country Name (2 letter code) [RU]:RU
State or Province Name (full name) [MSK]:
Locality Name (eg, city) [Moscow]:
Organization Name (eg, company) [YourCompany]:
Organizational Unit Name (eg, section) [changeme]:
Name [changeme]:
Email Address [mail@host.domain]:
Generating server key, please be patient ... OK
```

10.8.2.1.6.3 Сгенерируйте параметры Диффи-Хеллмана для сервера

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#build-key server tls verbose
```

Дождитесь окончания генерации параметров.

10.8.2.1.6.4 Сгенерируйте файлы ключа и сертификата для клиента

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#build-key client CLIENT
```

Введите информацию о клиенте (в квадратных скобках указываются значения по умолчанию).

Примечание

Обязательный параметр Counrty Name, остальные опционально.

```
Country Name (2 letter code) [RU]:RU
State or Province Name (full name) [MSK]:
Locality Name (eg, city) [Moscow]:
Organization Name (eg, company) [YourCompany]:
Organizational Unit Name (eg, section) [changeme]:
```

```
Name [changeme]:
Email Address [mail@host.domain]:
Generating client certificate and key ... OK
```

10.8.2.1.6.5 Укажите режим туннеля L3, udp протокол передачи данных по туннелю, номер порта udp, ip-адрес интерфейса wan

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#device tun
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#protocol udp
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#port 5000RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#local address
1.1.1.1
```

10.8.2.1.6.6 Укажите адрес подсети из которой сервер будет выдавать IP-адреса для VPN клиентов

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#server-address 100.0.0.0/24
```

10.8.2.1.7 Включите OpenVPN сервер

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#no shutdown
```

10.8.2.1.8 Экспортируйте сертификаты и ключи на локальный TFTP-сервер RouterA

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#export CLIENT url tftp 127.0.0.1
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#end
```

10.8.2.2 Настройте клиент OpenVPN RouterB

10.8.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config-if-[eth2])#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 2.2.2.1/30
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

10.8.2.2.2 Настройте маршрутизацию до сервера

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 2.2.2.2
```

10.8.2.2.3 Синхронизируейте время с RouterA

```
RouterB(config)#ntp server 1.1.1.1 iburst
RouterB(config)#ntp on
RouterB(config)#system clock synchronize 1.1.1.1
```

Примечание

Убедитесь, что RouterB синхронизировал дату и время с NTP-сервером. Для просмотра текущей даты и времени введите команду **show clock**.

10.8.2.2.4 Настройте клиент OPENVPN

```
RouterB(config)#vpn client CLIENT
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#server-address 1.1.1.1 port 5000
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#device tun
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#protocol udp
```

10.8.2.2.5 Импортируйте сертификаты и ключи через TFTP (удалите старые ключи если это необходимо)

```
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#import url tftp 1.1.1.1
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#no shutdown
RouterB(config-vpnclient-[CLIENT])#end
```

10.8.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.8.3 Проверка настроек OpenVPN

10.8.3.1 Проверьте установление соединения Open-VPN сервера и клиента выполнив команду show log vpn server SERVER на RouterA, убедитесь в присутствии вывода.

```
Mon Nov 27 14:58:54 2023 us=56099 Initialization Sequence Completed
```

При успешной TLS-аутентификации, в журнале OpenVPN сервера присутствует запись Peer Connection Initiated

```
Mon Nov 27 14:59:21 2023 us=202750 2.2.2.1:1194 [CLIENT] Peer Connection Initiated with
[AF_INET]2.2.2.1:1194
```

При успешном согласовании шифра в журнале OpenVPN сервера присутствует записи Outgoing Data Channel: Cipher 'AES-256-GCM, Incoming Data Channel: Cipher 'AES-256-GCM

```
Mon Nov 27 14:59:22 2023 us=963745 CLIENT/2.2.2.1:1194 Data Channel: using negotiated cipher
'AES-256-GCM'
Mon Nov 27 14:59:22 2023 us=963837 CLIENT/2.2.2.1:1194 Data Channel MTU parms [ L:1550 D:1450
EF:50EB:406 ET:0 EL:3 ]
Mon Nov 27 14:59:22 2023 us=964542 CLIENT/2.2.2.1:1194 Outgoing Data Channel: Cipher'AES-256-
GCM' initialized with 256 bit key
```

```
Mon Nov 27 14:59:22 2023 us=964609 CLIENT/2.2.2.1:1194 Incoming Data Channel: Cipher'AES-256-GCM' initialized with 256 bit key
```

10.8.3.2 Проверьте успешный запуск OpenVPN клиента

Проверьте запись в журнале об инициализации выполнив комаду **show log vpn client client** на RouterB. При установлении соединения клиента с сервером присутсвует запись

```
Mon Nov 27 14:59:22 2023 Initialization Sequence Complete
```

Проверьте связанность RouerB с RouterA выполнив команду **ping 100.0.0.1 repeat 30** на RouterB

```
PING 100.0.0.1 (100.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.17 ms
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.64 ms
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.58 ms
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.58 ms
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=29 ttl=64 time=2.67 ms
64 bytes from 100.0.0.1: icmp_seq=30 ttl=64 time=2.65 ms
--- 100.0.0.1 ping statistics ---
30 packets transmitted, 30 received, 0% packet loss, time 76ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.515/2.671/3.171/0.169 ms
```

Выполните команду tcpdump eth1 на RouterA, убедитесь, что трафик инкапсулируется

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:29:32.894270 IP 2.2.2.1.1194 > 1.1.1.1.5000: UDP, length 109
10:29:32.895073 IP 1.1.1.1.5000 > 2.2.2.1.1194: UDP, length 109
10:29:33.895362 IP 2.2.2.1.1194 > 1.1.1.1.5000: UDP, length 109
10:29:33.895904 IP 1.1.1.1.5000 > 2.2.2.1.1194: UDP, length 109
10:29:34.897303 IP 2.2.2.1.1194 > 1.1.1.1.5000: UDP, length 109
10:29:34.897816 IP 1.1.1.1.5000 > 2.2.2.1.1194: UDP, length 109
10:29:35.899129 IP 2.2.2.1.1194 > 1.1.1.1.5000: UDP, length 109
10:29:35.899598 IP 1.1.1.1.5000 > 2.2.2.1.1194: UDP, length 109
```

10.9 Настройка DMVPN

10.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB и RouterC.

На маршрутизаторах настроены интерфейсы, маршруты, протокол IPsec и защищенное туннелирование DMVPN при помощи gre-туннеля.

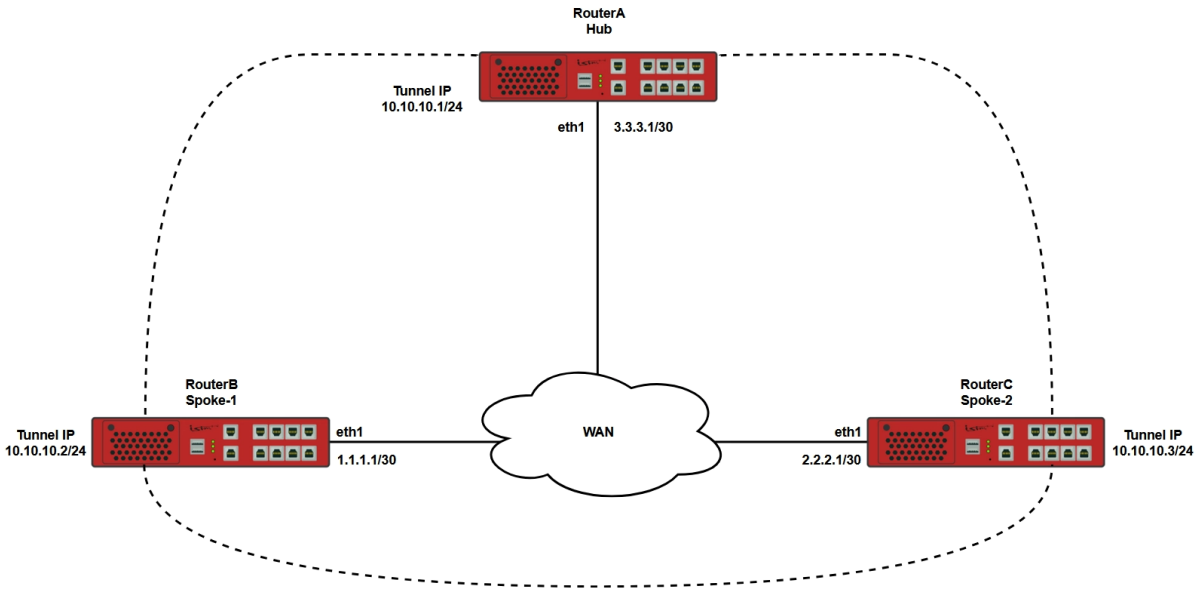

Рисунок 63 – Схема настройки DMVPN

10.9.2 Этапы настройки

10.9.2.1 Настройте RouterA

10.9.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 3.3.3.1/30
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.9.2.1.2 Настройте статический маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 3.3.3.2
```

10.9.2.1.3 Настройте интерфейс tunnel1

```
RouterA(config)#interface tunnel 1
RouterA(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1
RouterA(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterA(config-[tunnel1])#ip mtu 1400
RouterA(config-[tunnel1])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-[tunnel1])#ip ttl 255
```

```
RouterA(config-[tunnel1])#ip nhrp
RouterA(config-if-[tunnel1-nhrp])#multicast dynamic
RouterA(config-if-[tunnel1-nhrp])#cisco-authentication istok
RouterA(config-if-[tunnel1-nhrp])#exit
RouterA(config-[tunnel1])#exit
```

10.9.2.1.4 Настройте iPsec

```
RouterA(config)#ipsec secret any password istokistok
RouterA(config)#ipsec config ipsec-1
RouterA(config-ipsec-[ipsec-1])#connection start
RouterA(config-ipsec-[ipsec-1])#ike-version 2
RouterA(config-ipsec-[ipsec-1])#mode transport
RouterA(config-ipsec-[ipsec-1])#exit
RouterA(config)#interface tunnel 1
RouterA(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1
RouterA(config-[tunnel1])#exit
RouterA(config)#ip nhrp on
RouterA(config)#end
```

10.9.2.2 Настройте RouterB

10.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 1.1.1.1/30
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.9.2.2.2 Настройте статический маршрут

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 1.1.1.2
```

10.9.2.2.3 Настройте интерфейс tunnel1

```
RouterB(config)#interface tunnel 1
RouterB(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1
RouterB(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterB(config-[tunnel1])#ip mtu 1400
RouterB(config-[tunnel1])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-[tunnel1])#ip ttl 255
RouterB(config-[tunnel1])#ip nhrp
RouterB(config-[tunnel1-nhrp])#multicast nhs
RouterB(config-if-[tunnel1-nhrp])#cisco-authentication istok
RouterB(config-[tunnel1-nhrp])#map 10.10.10.1/24 3.3.3.1 register
RouterB(config-[tunnel1-nhrp])#exit
RouterB(config-[tunnel1])#exit
```

10.9.2.2.4 Настройте iPsec

```
RouterB(config)#ipsec secret any password istokistok
RouterB(config)#ipsec config ipsec-1
RouterB(config-ipsec-[ipsec-1])#connection start
RouterB(config-ipsec-[ipsec-1])#ike-version 2
RouterB(config-ipsec-[ipsec-1])#mode transport
RouterB(config-ipsec-[ipsec-1])#exit
RouterB(config)#interface tunnel 1
RouterB(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1
RouterB(config-[tunnel1])#exit
RouterB(config)#ip nhrp on
RouterB(config)#end
```

10.9.2.3 Настройте RouterC

10.9.2.3.1 Настройте интерфейс

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 2.2.2.1/30
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

10.9.2.3.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 2.2.2.2
```

10.9.2.3.3 Настройте защищенное туннелирование DMVPN

```
RouterC(config)#interface tunnel 1
RouterC(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1
RouterC(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterC(config-[tunnel1])#ip mtu 1400
RouterC(config-[tunnel1])#ip address 10.10.10.3/24
RouterC(config-[tunnel1])#ip ttl 255
RouterC(config-[tunnel1])#ip nhrp
RouterC(config-[tunnel1-nhrp])#multicast nhs
RouterC(config-if-[tunnel1-nhrp])#cisco-authentication istok
RouterC(config-[tunnel1-nhrp])#map 10.10.10.1/24 3.3.3.1 register
RouterC(config-[tunnel1-nhrp])#exit
RouterC(config-[tunnel1])#exit
```

10.9.2.3.4 Настройте iPsec

```
RouterC(config)#ipsec secret any password istokistok
RouterC(config)#ipsec config ipsec-1
RouterC(config-ipsec-[ipsec-1])#connection start
RouterC(config-ipsec-[ipsec-1])#ike-version 2
```

```
RouterC(config-ipsec-[ipsec-1])#mode transport
RouterC(config-ipsec-[ipsec-1])#exit
RouterC(config)#interface tunnel 1
RouterC(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1
RouterC(config-[tunnel1])#exit
RouterC(config)#ip nhrp on
RouterC(config)#end
```

10.9.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.9.3 Проверка настроек

10.9.3.1 Выполните команду show ip nhrp на RouterC для вывода на экран статуса NHRP протокола и NHRP-записей

```
Status: ok

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.3
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.3/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.3
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.3/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: static
Protocol-Address: 10.10.10.1/24
NBMA-Address: 3.3.3.1
Flags: up
```

10.9.3.2 Выполните команду show ip nhrp на RouterB для вывода на экран статуса NHRP протокола и NHRP-записей

```
Status: ok

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.2
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.2/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.2
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.2/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: static
Protocol-Address: 10.10.10.1/24
NBMA-Address: 3.3.3.1
```

10.9.3.3 Выполните команду show ip nhrp на RouterA для вывода на экран статуса NHRP протокола и NHRP-записей

```
Status: ok

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.1
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.1/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
Protocol-Address: 10.10.10.255/32
Alias-Address: 10.10.10.1
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: local
```

```
Protocol-Address: 10.10.10.1/32
Flags: up

Interface: tunnel1
Type: dynamic
Protocol-Address: 10.10.10.2/32
NBMA-Address: 1.1.1.1
Flags: up
Expires-In: 118:21

Interface: tunnel1
Type: dynamic
Protocol-Address: 10.10.10.3/32
NBMA-Address: 2.2.2.1
Flags: up
Expires-In: 114:38
```

10.9.3.4 Выполните команду show ipsec status all на RouterA для вывода информациии о состоянии ipsec-соединения.

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkx, mips):
  uptime: 17 minutes, since Sep 04 13:39:31 2024
  malloc: sbrk 671744, mmap 0, used 351472, free 320272
  worker threads: 11 of 16 idle, 5/0/0/0 working, job queue: 0/0/0/0, scheduled: 8
  loaded plugins: charon aes des rc2 sha2 sha1 md5 mgf1 random nonce x509 revocation constraints
pubkey pkcs1 pkcs7 pkcs12 pgp dnskey sshkey pem pkcs8 fips-prf gmp curve25519 xcbc cmac hmac kdf
gcm drbg attr kernel-netlink resolve socket-default stroke vici updown xauth-generic counters
Listening IP addresses:
  3.3.3.1
  177.177.88.4

  10.65.5.107
  192.168.0.101
  10.10.10.1
Connections:
ipsec-1-tunnel1:  3.3.3.1...%any  IKEv2
ipsec-1-tunnel1:   local:  [3.3.3.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   remote: uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   child:  3.3.3.1/32[gre] === 0.0.0.0/0[gre] TRANSPORT
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1:  3.3.3.1...1.1.1.1  IKEv2
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1:   local:  [3.3.3.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1:   remote: [1.1.1.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1:   child:  3.3.3.1/32[gre] === 1.1.1.1/32[gre] TRANSPORT
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1:  3.3.3.1...2.2.2.1  IKEv2
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1:   local:  [3.3.3.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1:   remote: [2.2.2.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1:   child:  3.3.3.1/32[gre] === 2.2.2.1/32[gre] TRANSPORT
Security Associations (2 up, 0 connecting):
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1[4]: ESTABLISHED 2 minutes ago, 3.3.3.1[3.3.3.1]...2.2.2.1[2.2.2.1]
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1[4]: IKEv2 SPIs: 879f7ecbd9f01f5f_i* acb23e4c7367feb3_r, pre-shared key
```

```
reauthentication in 2 hours
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1[4]: IKE proposal:
AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96/PRF_HMAC_SHA1/MODP_1536
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1{6}:  INSTALLED, TRANSPORT, reqid 2, ESP SPIs: c439b2ec_i ceb33ae2_o
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1{6}:  AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96, 69 bytes_i (1 pkt, 177s ago), 218 bytes_o (2
pkts, 177s ago), rekeying in 41 minutes
ipsec-1-tunnel1-2.2.2.1{6}:   3.3.3.1/32[gre] === 2.2.2.1/32[gre]
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1[2]: ESTABLISHED 12 minutes ago, 3.3.3.1[3.3.3.1]...1.1.1.1[1.1.1.1]
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1[2]: IKEv2 SPIs: aa3477acf2fe29b4_i* 8fa57ce86faaacd2_r, pre-shared key
reauthentication in 2 hours
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1[2]: IKE proposal:
AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96/PRF_HMAC_SHA1/MODP_1536
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1{2}:  INSTALLED, TRANSPORT, reqid 1, ESP SPIs: c77781cd_i cd7d5a3b_o
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1{2}:  AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96, 69 bytes_i (1 pkt, 768s ago), 218 bytes_o (2
pkts, 768s ago), rekeying in 31 minutes
ipsec-1-tunnel1-1.1.1.1{2}:   3.3.3.1/32[gre] === 1.1.1.1/32[gre]
```

10.9.3.5 Выполните команду show ipsec status all на RouterB для вывода информациии о состоянии ipsec-соединения.

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkx, mips):
  uptime: 13 minutes, since Jul 20 01:26:31 2024
  malloc: sbrk 671744, mmap 0, used 297448, free 374296
  worker threads: 11 of 16 idle, 5/0/0/0 working, job queue: 0/0/0/0, scheduled: 4
  loaded plugins: charon aes des rc2 sha2 sha1 md5 mgf1 random nonce x509 revocation constraints
pubkey pkcs1 pkcs7 pkcs12 pgp dnskey sshkey pem pkcs8 fips-prf gmp curve25519 xcbc cmac hmac kdf
gcm drbg attr kernel-netlink resolve socket-default stroke vici updown xauth-generic counters
Listening IP addresses:
  1.1.1.1
  192.168.0.1
  10.10.10.2
Connections:
ipsec-1-tunnel1:  1.1.1.1...%any  IKEv2
ipsec-1-tunnel1:   local:  [1.1.1.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   remote: uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   child:  1.1.1.1/32[gre] === 0.0.0.0/0[gre] TRANSPORT
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:  1.1.1.1...3.3.3.1  IKEv2
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   local:  [1.1.1.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   remote: [3.3.3.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   child:  1.1.1.1/32[gre] === 3.3.3.1/32[gre] TRANSPORT
Security Associations (1 up, 0 connecting):
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: ESTABLISHED 13 minutes ago, 1.1.1.1[1.1.1.1]...3.3.3.1[3.3.3.1]
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: IKEv2 SPIs: aa3477acf2fe29b4_i 8fa57ce86faaacd2_r*, pre-shared key
reauthentication in 2 hours
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: IKE proposal:
AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96/PRF_HMAC_SHA1/MODP_1536
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:  INSTALLED, TRANSPORT, reqid 1, ESP SPIs: cd7d5a3b_i c77781cd_o
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:  AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96, 218 bytes_i (2 pkts, 801s ago), 69 bytes_o
```

```
(1 pkt, 801s ago), rekeying in 32 minutes
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:   1.1.1.1/32[gre] === 3.3.3.1/32[gre]
```

10.9.3.6 Выполните команду show ipsec status all на RouterC для вывода информациии о состоянии ipsec-соединения.

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkx, mips):
  uptime: 3 minutes, since Sep 04 13:50:00 2024
  malloc: sbrk 671744, mmap 0, used 304688, free 367056
  worker threads: 11 of 16 idle, 5/0/0/0 working, job queue: 0/0/0/0, scheduled: 4
  loaded plugins: charon aes des rc2 sha2 sha1 md5 mgf1 random nonce x509 revocation constraints
pubkey pkcs1 pkcs7 pkcs12 pgp dnskey sshkey pem pkcs8 fips-prf gmp curve25519 xcbc cmac hmac kdf
gcm drbg attr kernel-netlink resolve socket-default stroke vici updown xauth-generic counters
Listening IP addresses:
  2.2.2.1
  10.65.5.99
  10.10.10.3
Connections:
ipsec-1-tunnel1:  2.2.2.1...%any  IKEv2
ipsec-1-tunnel1:   local:  [2.2.2.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   remote: uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1:   child:  2.2.2.1/32[gre] === 0.0.0.0/0[gre] TRANSPORT
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:  2.2.2.1...3.3.3.1  IKEv2
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   local:  [2.2.2.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   remote: [3.3.3.1] uses pre-shared key authentication
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1:   child:  2.2.2.1/32[gre] === 3.3.3.1/32[gre] TRANSPORT
Security Associations (1 up, 0 connecting):
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: ESTABLISHED 2 minutes ago, 2.2.2.1[2.2.2.1]...3.3.3.1[3.3.3.1]
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: IKEv2 SPIs: 879f7ecbd9f01f5f_i acb23e4c7367feb3_r*, pre-shared key
reauthentication in 2 hours
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1[2]: IKE proposal:
AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96/PRF_HMAC_SHA1/MODP_1536
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:  INSTALLED, TRANSPORT, reqid 1, ESP SPIs: ceb33ae2_i c439b2ec_o
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:  AES_CBC_128/HMAC_SHA1_96, 218 bytes_i (2 pkts, 158s ago), 69 bytes_o
(1 pkt, 158s ago), rekeying in 44 minutes
ipsec-1-tunnel1-3.3.3.1{3}:   2.2.2.1/32[gre] === 3.3.3.1/32[gre]
```

10.10 Настройка IPsec

10.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены IPsec-интерфейсы и назначены IP-адреса. Прямого соседства между RouterA и RouterC нет.

Организованно соединение между удаленными сетями 10.10.10.0/24 и 40.40.40.0/24 с помощью IPsec-туннеля, обеспечивающего шифрование трафика, проходящего через транзитный RouterB. В туннеле будет использоваться аутентификация по ключу (паролю).

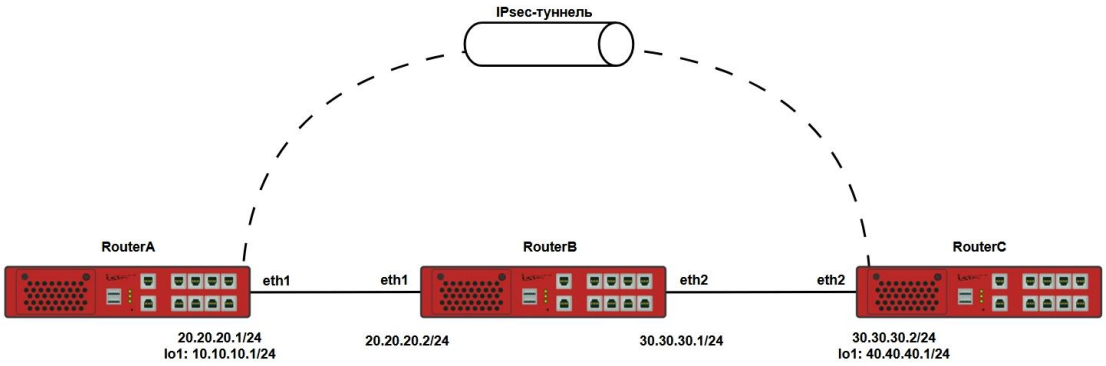

Рисунок 64 – Схема настройки протокола IPsec

10.10.2 Этапы настройки

10.10.2.1 Настройте RouterA

10.10.2.1.1 Настройте Ipsec

```
RouterA(config)#ipsec config 1
RouterA(config-ipsec-[1])#remote hash-algorithm sha1
RouterA(config-ipsec-[1])#remote dh-group modp1536
RouterA(config-ipsec-[1])#remote encryption-algorithm aes128
RouterA(config-ipsec-[1])#remote authentication-method pre-shared-key
RouterA(config-ipsec-[1])#remote exchange-mode main
RouterA(config-ipsec-[1])#sa hash-algorithm sha1
RouterA(config-ipsec-[1])#sa encryption-algorithm aes128
RouterA(config-ipsec-[1])#connection start
RouterA(config-ipsec-[1])#exit
RouterA(config)#ipsec secret 30.30.30.2 password hello
```

10.10.2.1.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo 1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.10.2.1.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip addres dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 20.20.20.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#ipsec apply 1
RouterA(config-if-[eth1])#ipsec peer 30.30.30.2 source-subnet 10.10.10.0/24
RouterA(config-if-[eth1])#ipsec peer 30.30.30.2 destination-subnet 40.40.40.0/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.10.2.1.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 30.30.30.0/24 20.20.20.2
RouterA(config)#ip route 40.40.40.0/24 30.30.30.2
RouterA(config)#end
```

10.10.2.2 Настройте RouterB

10.10.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip addres dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 20.20.20.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.10.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 30.30.30.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#end
```

10.10.2.3 Настройте RouterC

10.10.2.3.1 Настройте Ipsec

```
RouterC(config)#ipsec config 1
RouterC(config-ipsec-[1])#remote hash-algorithm sha1
RouterC(config-ipsec-[1])#remote dh-group modp1536
RouterC(config-ipsec-[1])#remote encryption-algorithm aes128
RouterC(config-ipsec-[1])#remote authentication-method pre-shared-key
RouterC(config-ipsec-[1])#remote exchange-mode main
RouterC(config-ipsec-[1])#sa hash-algorithm sha1
RouterC(config-ipsec-[1])#sa encryption-algorithm aes128
RouterC(config-ipsec-[1])#connection start
RouterC(config-ipsec-[1])#exit
```

```
RouterC(config)#ipsec secret 20.20.20.1 password hello
```

10.10.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 40.40.40.1/24
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

10.10.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 30.30.30.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#ipsec apply 1
RouterC(config-if-[eth2])#ipsec peer 20.20.20.1 source-subnet 40.40.40.0/24
RouterC(config-if-[eth2])#ipsec peer 20.20.20.1 destination-subnet 10.10.10.0/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

10.10.2.3.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 20.20.20.0/24 30.30.30.1
RouterC(config)#ip route 10.10.10.0/24 20.20.20.1
RouterC(config)#end
```

10.10.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

10.10.3 Проверка настроек

10.10.3.1 Выполните команду show ipsec status all на RouterA для вывода на экран настроек ipsec

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.1, Linux 4.4.165-bfkx, mips):
uptime: 13 minutes, since Feb 14 14:24:11 2023
malloc: sbrk 675840, mmap 0, used 261904, free 413936
worker threads: 11 of 16 idle, 5/0/0/0 working, job queue: 0/0/0/0, scheduled: 2
loaded plugins: charon aes des rc2 sha2 sha1 md5 mgf1 random nonce x509 revoca
tion constraints pubkey pkcs1 pkcs7 pkcs8 pkcs12 pgp dnskey sshkey pem fips-prf
gmp curve25519 xcbc cmac hmac drbg attr kernel-netlink resolve socket-default st
roke vici updown xauth-generic counters
Listening IP addresses:
20.20.20.1
10.10.10.1
Connections:
  1: 20.20.20.1...30.30.30.2 IKEv1/2
  1: local: [20.20.20.1] uses pre-shared key authentication
```

```
  1: remote: [30.30.30.2] uses pre-shared key authentication
  1: child: 10.10.10.0/24 === 40.40.40.0/24 TUNNEL
Security Associations (1 up, 0 connecting):
1[2]: ESTABLISHED 2 minutes ago, 20.20.20.1[20.20.20.1]...30.30.30.2[
30.30.30.2]
1[2]: IKEv2 SPIs: e9de5dea512fa5d7_i 1154a6e0d9645852_r*, pre-shared
key reauthentication in 2 hours
1[2]: IKE proposal: 3DES_CBC/HMAC_MD5_96/PRF_HMAC_MD5/MODP_1024
1{1}: INSTALLED, TUNNEL, reqid 1, ESP SPIs: c6be2de4_i c851516c_o
1{1}: AES_CBC_128/HMAC_SHA2_256_128, 0 bytes_i, 0 bytes_o, rekeying
in 41 minutes
1{1}: 10.10.10.0/24 === 40.40.40.0/24
```

10.10.3.2 Выполните команду show ipsec status all на RouterC для вывода на экран настроек ipsec

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.1, Linux 4.4.165-bfkx, mips):
uptime: 28 seconds, since Dec 12 14:17:23 2015
malloc: sbrk 675840, mmap 0, used 246144, free 429696
worker threads: 11 of 16 idle, 5/0/0/0 working, job queue: 0/0/0/0, scheduled:
3
loaded plugins: charon aes des rc2 sha2 sha1 md5 mgf1 random nonce x509 revoca
tion constraints pubkey pkcs1 pkcs7 pkcs8 pkcs12 pgp dnskey sshkey pem fips-prf
gmp curve25519 xcbc cmac hmac drbg attr kernel-netlink resolve socket-default st
roke vici updown xauth-generic counters
Listening IP addresses:
30.30.30.2
40.40.40.1
Connections:
  1: 30.30.30.2...20.20.20.1 IKEv1/2
  1: local: [30.30.30.2] uses pre-shared key authentication
  1: remote: [20.20.20.1] uses pre-shared key authentication
  1: child: 40.40.40.0/24 === 10.10.10.0/24 TUNNEL
Security Associations (1 up, 0 connecting):
1[1]: ESTABLISHED 14 seconds ago, 30.30.30.2[30.30.30.2]...20.20.20.1
[20.20.20.1]
1[1]: IKEv2 SPIs: e9de5dea512fa5d7_i* 1154a6e0d9645852_r, pre-shared
key reauthentication in 2 hours
1[1]: IKE proposal: 3DES_CBC/HMAC_MD5_96/PRF_HMAC_MD5/MODP_1024
1{1}: INSTALLED, TUNNEL, reqid 1, ESP SPIs: c851516c_i c6be2de4_o
1{1}: AES_CBC_128/HMAC_SHA2_256_128, 0 bytes_i, 0 bytes_o, rekeying
in 44 minutes
1{1}: 40.40.40.0/24 === 10.10.10.0/24
```

10.10.3.3 Выполните команду ping 40.40.40.1 source 10.10.10.1 на RouterA для проверки связность между внутренними сетями клиентов Ipsec

```
PING 40.40.40.1 (40.40.40.1) from 10.10.10.1 : 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 40.40.40.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.808 ms
64 bytes from 40.40.40.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.301 ms
64 bytes from 40.40.40.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.354 ms
```

10.10.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для вывода проверки инкапсуляции проходящих через туннель пакетов

Внимание! / Важно!

По умолчанию ipsec в тунельном режиме, соответственно виден внешний ip адрес и esp заголовок

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
11:02:30.238016 IP 20.20.20.1 > 30.30.30.2: ESP(spi=0xc851516c,seq=0x18), length 136
11:02:30.239071 IP 30.30.30.2 > 20.20.20.1: ESP(spi=0xc6be2de4,seq=0x18), length 136
11:02:31.239249 IP 20.20.20.1 > 30.30.30.2: ESP(spi=0xc851516c,seq=0x19), length 136
11:02:31.240408 IP 30.30.30.2 > 20.20.20.1: ESP(spi=0xc6be2de4,seq=0x19), length 136
```

11 Функции MPLS

11.1 Распределение меток с помощью протокола LDP

11.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Настроена коммутация по MPLS меткам, динамическая маршрутизация для передачи маршрутов loopback-интерфейсов и протокол ldp для распространения меток.

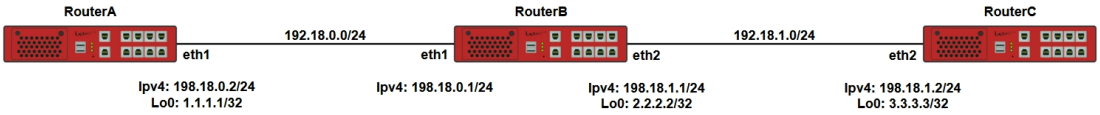

Рисунок 65 – Распределение меток с помощью протокола LDP

11.1.2 Этапы настройки сети

11.1.2.1 Настройте RouterA

11.1.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.1.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0)#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.1.2.1.3 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
```

```
RouterA(config-router)#exit
```

11.1.2.1.4 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#end
```

11.1.2.2 Настройте RouterB

11.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.1.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.1.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.1.2.2.4 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

11.1.2.2.5 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#end
```

11.1.2.3 Настройте RouterC

11.1.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.1.2.3.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

11.1.2.3.3 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.1.2.3.4 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterC(config)#router ospf 1
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#end
```

11.1.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

11.1.3 Проверка настроек

11.1.3.1 Выполните команду show ldp session на RouterA для просмотра всех сессий, установленных между текущим маршрутизатором по меткам

```
Peer IP Address      IF Name     My Role        State          KeepAlive      Uptime
2.2.2.2              eth1        Passive        OPERATIONAL    30             01:53:37
```

11.1.3.2 Выполните команду show mpls forwarding-table для просмотра таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI FTN, L - LDP FTN, R - RSVP-TE
FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown FTN
Code      FEC              FTN-ID       Tunnel-id      Pri      LSP-Type        Out-
Label              Out-Intf        Nexthop
L>        2.2.2.2/32       1            0              Yes      LSP_DEFAULT     3
eth1            198.18.0.1
L>        3.3.3.3/32       3            0              Yes      LSP_DEFAULT     53122
 eth1            198.18.0.1
L>        198.18.1.0/24    2            0              Yes      LSP_DEFAULT     3
 eth1            198.18.0.1
```

11.1.3.3 Выполните команду show mpls ldp session 2.2.2.2 для отображения данных MPLS LDP по сессии 2.2.2.2

```
Session state                  : OPERATIONAL
Session role                   : Passive
TCP Connection                 : Established
IP Address for TCP             : 2.2.2.2
Interface being used           : eth1
Peer LDP ID                    : 2.2.2.2:0
Peer LDP Password              : Not Set
Adjacencies                    : 198.18.0.1
Advertisement mode             : Downstream Unsolicited
Label retention mode           : Liberal
Graceful Restart               : Not
Capable Keepalive Timeout      : 30
Reconnect Interval             : 15
Address List received          : 2.2.2.2
                               198.18.0.1
                               198.18.1.1
Received Labels                :  Fec                  Label      Maps     To
                               IPV4:3.3.3.3/32         53122      none
                               IPV4:2.2.2.2/32         impl-null  none
                               IPV4:198.18.1.0/24      impl-null  none
                               IPV4:198.18.0.0/24      impl-null  none
Sent Labels                    :  Fec                  Label      Maps     To
```

```
                    IPV4:1.1.1.1/32        impl-null    none
                    IPV4:198.18.0.0/24     impl-null    none
```

11.1.3.4 Выполните команду show ldp session на RouterB для просмотра всех сессий, установленных между текущим маршрутизатором по меткам

```
Peer IP Address     IF Name     My Role     State          KeepAlive     Uptime
1.1.1.1             eth1        Active      OPERATIONAL    30            02:03:01
3.3.3.3             eth2        Passive     OPERATIONAL    30            02:04:09
```

11.1.3.5 Выполните команду show mpls ldp session 1.1.1.1 для отображения данных MPLS LDP по сессии 1.1.1.1

```
Session state                : OPERATIONAL
Session role                 : Active
TCP Connection               : Established
IP Address for TCP           : 1.1.1.1
Interface being used         : eth1
Peer LDP ID                  : 1.1.1.1:0
Peer LDP Password            : Not Set
Adjacencies                  : 198.18.0.2
Advertisement mode           : Downstream Unsolicited
Label retention mode         : Liberal
Graceful Restart             : Not Capable Keepalive
Timeout                      : 30
Reconnect Interval           : 15
Address List received        : 1.1.1.1
                               198.18.0.2
Received Labels      : Fec                  Label        Maps      To
                     IPV4:1.1.1.1/32        impl-null    53121
                     IPV4:198.18.0.0/24     impl-null    none
Sent Labels          : Fec                  Label        Maps      To
                     IPV4:3.3.3.3/32        53122        impl-null
                     IPV4:2.2.2.2/32        impl-null    none
                     IPV4:198.18.1.0/24     impl-null    impl-null
                     IPV4:198.18.0.0/24     impl-null    none
```

11.1.3.6 Выполните команду show mpls ldp session 3.3.3.3 для отображения данных MPLS LDP по сессии 3.3.3.3

```
Session state                : OPERATIONAL
Session role                 : Passive
TCP Connection               : Established
IP Address for TCP           : 3.3.3.3
Interface being used         : eth2
Peer LDP ID                  : 3.3.3.3:0
Peer LDP Password            : Not Set
```

```
Adjacencies                  : 198.18.1.2
Advertisement mode           : Downstream Unsolicited
Label retention mode         : Liberal
Graceful Restart             : Not Capable Keepalive
Timeout                      : 30
Reconnect Interval           : 15
Address List received        : 3.3.3.3
                             198.18.1.2
Received Labels              : Fec                  Label       Maps      To
                             IPV4:3.3.3.3/32        impl-null   53122
                             IPV4:198.18.1.0/24     impl-null   impl-null
Sent Labels                  : Fec                  Label       Maps      To
                             IPV4:1.1.1.1/32        53121       impl-null
                             IPV4:2.2.2.2/32        impl-null   none
                             IPV4:198.18.1.0/24 impl-null       none
                             IPV4:198.18.0.0/24 impl-null       none
```

11.1.3.7 Выполните команду show mpls forwarding-table для просмотра таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI
FTN, L - LDP FTN, R - RSVP-TE FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown
FTN
Code    FEC         FTN-ID    Tunnel-id  Pri    LSP-Type      Out-Label  Out-Intf   Nexthop
L>      1.1.1.1/32  1         0          Yes    LSP_DEFAULT   3          eth1       198.18.0.2
L>      3.3.3.3/32  2         0          Yes    LSP_DEFAULT   3          eth1       198.18.1.2
```

11.2 Создание виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN)

11.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD, RouterE.

Между сервисными маршрутизаторами настроен протокол MPLS.

RouterA и RouterC выполняют роль PE (Provider Edge) маршрутизаторов и являются ключевыми для обеспечения связи между различными сетями. PE маршрутизаторы находятся на границе сети провайдера.

RouterB выполняет роль P (Provider) маршрутизатора и так же является важным в сети. P маршрутизатор находится внутри сети провайдера и отвечает за транспортировку трафика между PE маршрутизаторами.

RouterD и RouterE выполняют роль CE (Customer Edge) маршрутизаторов. Они представляют собой границу между сетью клиента и сетью провайдера.

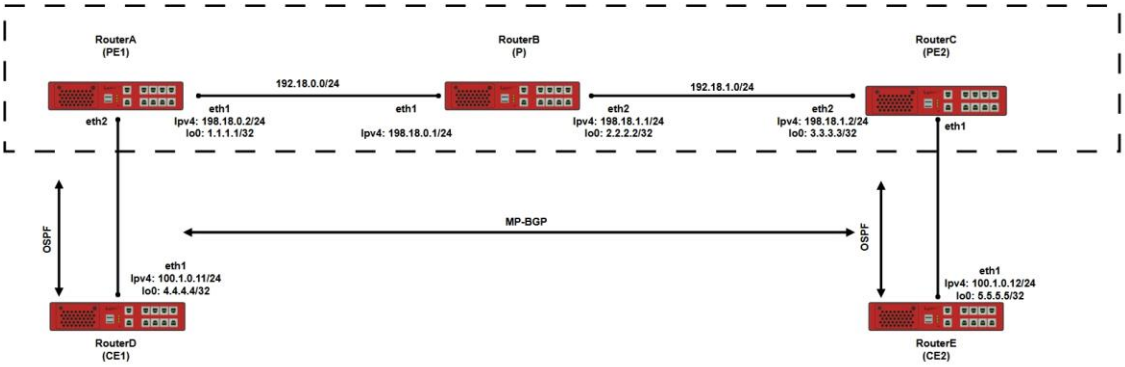

Рисунок 66 – Создание виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN)

11.2.2 Этапы настройки сети

11.2.2.1 Настройте RouterA (PE1)

11.2.2.1.1 Назначьте экземпляру VRF идентификатор маршрутизатора и добавьте список импортных и экспортных атрибутов extended community для маршрутов

```
RouterA(config)#ip vrf CUST1
RouterA(config-vrf)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-vrf)#rd 65000:100
RouterA(config-vrf)#route-target import 65000:101
RouterA(config-vrf)#route-target export 65000:102
RouterA(config-vrf)#exit
```

11.2.2.1.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#description to_P
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.1.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
```

```
RouterA(config-if-[eth2])#description to_CE1
RouterA(config-if-[eth2])#ip vrf forwarding CUST1
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

11.2.2.1.4 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.1.5 Настройте запись для списка IPv4 префиксов и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterA(config)#ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#receive-labels for permit-any from any
RouterA(config-router)#advertisement-mode downstream-on-demand
RouterA(config-router)#exit
```

11.2.2.1.6 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterA(config)#router ospf
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#exit
```

11.2.2.1.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF и запустите редистрибуцию в OSPF маршрутов BGP

```
RouterA(config)#router ospf 1 CUST1
RouterA(config-router)#redistribute bgp
RouterA(config-router)#network 100.1.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#exit
```

11.2.2.1.8 Настройте процесс BGP

```
RouterA(config)#router bgp 65000
RouterA(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 65000
RouterA(config-router)#neighbor 3.3.3.3 update-source lo0
RouterA(config-router)#neighbor 3.3.3.3 soft-reconfiguration inbound
RouterA(config-router)#address-family vpnv4 unicast
RouterA(config-router-af)#neighbor 3.3.3.3 activate
```

```
RouterA(config-router-af)#neighbor 3.3.3.3 soft-reconfiguration inbound
RouterA(config-router-af)#exit-address-family
RouterA(config-router)#address-family ipv4 vrf CUST1
RouterA(config-router-af)#redistribute connected
RouterA(config-router-af)#redistribute ospf 1
RouterA(config-router-af)#exit-address-family
RouterA(config-router)#end
```

11.2.2.2 Настройте RouterC (PE2)

11.2.2.2.1 Назначьте экземпляру VRF идентификатор маршрутизатора и добавьте список импортных и экспортных атрибутов extended community для маршрутов

```
RouterC(config)#ip vrf CUST1
RouterC(config-vrf)#irouter-id 3.3.3.3
RouterC(config-vrf)#ird 65000:100
RouterC(config-vrf)#iroute-target export 65000:101
RouterC(config-vrf)#route-target import 65000:102
RouterC(config-vrf)#exit
```

11.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.2.2.2.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#description to_CE2
RouterC(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding CUST1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 101.1.0.1/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.2.4 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.2.5 Настройте запись для списка IPv4 префиксов и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterC(config)#ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#receive-labels for permit-any from any
RouterC(config-router)#advertisement-mode downstream-on-demand
RouterC(config-router)#exit
```

11.2.2.2.6 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterC(config)#router osrf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#exit
```

11.2.2.2.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterC(config)#router ospf 1 CUST1
RouterC(config-router)#redistribute bgp
RouterC(config-router)#network 101.1.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#exit
```

11.2.2.2.8 Настройте процесс BGP

```
RouterC(config)#router bgp 65000
RouterC(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 65000
RouterC(config-router)#neighbor 1.1.1.1 update-source lo0
RouterC(config-router)#neighbor 1.1.1.1 soft-reconfiguration inbound
RouterC(config-router)#address-family vpnv4 unicast
RouterC(config-router-af)#neighbor 1.1.1.1 activate
RouterC(config-router-af)#neighbor 1.1.1.1 soft-reconfiguration inbound
RouterC(config-router-af)#exit-address-family
RouterC(config-router)#address-family ipv4 vrf CUST1
RouterC(config-router-af)#redistribute connected
RouterC(config-router-af)#redistribute ospf 1
RouterC(config-router-af)#exit-address-family
RouterC(config-router)#end
```

11.2.2.3 Настройте RouterB (P)

11.2.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.2.2.3.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.3.4 Настройте запись для списка IPv4 префиксов и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterB(config)#ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#receive-labels for permit-any from any
RouterB(config-router)#advertisement-mode downstream-on-demand
RouterB(config-router)#exit
```

11.2.2.3.5 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#end
```

11.2.2.4 Настройте RouterD (CE1)

11.2.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterD(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.2/24
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.4.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterD(config)#interface lo 0
RouterD(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterD(config-if-[lo0])#ip address 4.4.4.4/32
RouterD(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.4.3 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterD(config)#router ospf
RouterD(config-router)#network 4.4.4.4/32 area 0.0.0.0
RouterD(config-router)#network 100.1.0.0/24 area 0.0.0.0
RouterD(config-router)#end
```

11.2.2.5 Настройте RouterE (CE2)

11.2.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterE(config)#interface eth1
RouterE(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterE(config-if-[eth1])#description to_PE2
RouterE(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1])#ip address 101.1.0.2/24
RouterE(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.5.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterE(config)#interface lo 0
RouterE(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterE(config-if-[lo0])#ip address 5.5.5.5/32
RouterE(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.5.3 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterE(config)#router ospf
RouterE(config-router)#network 5.5.5.5/32 area 0.0.0.0
```

```
RouterE(config-router)#network 101.1.0.0/24 area 0.0.0.0
RouterE(config-router)#end
```

11.2.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

11.2.3 Проверка настроек

11.2.3.1 Выполните команду show mpls ldp neighbor на RouterA для отображения данных MPLS LDP

```
IP Address      Mode      Intf Name   Holdtime   LDP-Identifier
198.18.0.1      Interface eth1        15         2.2.2.2:0
```

11.2.3.2 Выполните команду show mpls forwarding-table на RouterA для просмотра таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI FTN, L – LDP FTN, R - RSVP-
TE FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown FTN
Code      FEC            FTN-ID   Out-Intf   Nexthop   Tunnel-id      Pri      LSP-
Type      Out-Label
L>        2.2.2.2/32     1        0          Yes       LSP_DEFAULT    3        eth1
198.18.0.1
L>        3.3.3.3/32     2        0          Yes       LSP_DEFAULT    53121    eth1
198.18.0.1
L>        198.18.1.0/24  4        0          Yes       LSP_DEFAULT    3        eth1
198.18.0.1
```

11.2.3.3 Выполните команду show mpls forwarding-table на RouterC для просмотра таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI FTN, L - LDP FTN, R - RSVP-TE
FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut,U - unknown FTN
Code      FEC            FTN-ID   Out-Intf   Nexthop   Tunnel-id      Pri      LSP-Type   Out-Label
L>        1.1.1.1/32     1        0          Yes       LSP_DEFAULT    53120    eth2       198.18.1.1
L>        2.2.2.2/32     2        0          Yes       LSP_DEFAULT    3        eth2       198.18.1.1
L>        198.18.0.0/32  3        0          Yes       LSP_DEFAULT    3        eth2       198.18.1.1
```

11.2.3.4 Выполните команду show ip route vrf CUST1 на RouterA для просмотра таблицы маршрутизации

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP O - OSPF, IA -
OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
*          - candidate default
IP Route Table for VRF "CUST1"
```

```
O          4.4.4.4/32 [110/20] via 100.1.0.2, eth2, 01:44:35
B          5.5.5.5/32 [200/20] via 3.3.3.3, 01:45:41
C          100.1.0.0/24 is directly connected, eth2
B          101.1.0.0/24 [200/0] via 3.3.3.3, 01:27:01
Gateway of last resort is not set
```

11.2.3.5 Выполните команду show ip bgp vpnv4 vrf CUST1 на RouterA для просмотра информации по VPNv4

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
l - labeled
S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
Network   Next    Hop    Metric    LocPrf    Weight
Path Route Distinguisher: 65000:100 (Default for VRF CUST1)
*> l    4.4.4.4/32    100.1.0.2  20    100    32768    ?
*> i    5.5.5.5/32    3.3.3.3    20    100    0        ?
*> l    101.1.0.0/24  0.0.0.0    0     100    32768    ?
*> i    100.1.0.0/24  3.3.3.3    0     100    0        ?
Announced routes count = 2
Accepted routes count = 2
```

11.2.3.6 Выполните команду show ip route на RouterD для просмотра таблиц маршрутизации

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP O - OSPF, IA -
OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
C        4.4.4.4/32 is directly connected, lo0
O IA     5.5.5.5/32 [110/21] via 100.1.0.1, eth1, 01:52:37
C        100.1.0.0/24 is directly connected, eth1
O E2     101.1.0.0/24 [110/1] via 100.1.0.1, eth1, 01:35:40
C        127.0.0.0/8 is directly connected, lo
Gateway of last resort is not set
```

11.2.3.7 Выполните команду ping 5.5.5.5 repeat 4 на RouterD для отправки 4 запросов ICMP сообщений

```
PING 5.5.5.5 (5.5.5.5) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 5.5.5.5: icmp_seq=1 ttl=62 time=2.97 ms
64 bytes from 5.5.5.5: icmp_seq=2 ttl=62 time=2.94 ms
64 bytes from 5.5.5.5: icmp_seq=3 ttl=62 time=2.99 ms
64 bytes from 5.5.5.5: icmp_seq=4 ttl=62 time=2.89 ms
```

```
--- 5.5.5.5 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 7ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.887/2.944/2.990/0.066 ms
```

11.2.3.8 Выполните команду tcpdump eth2 filter "mpls && mpls && icmp" на RouterC PE2 для анализа информации

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
06:38:07.798169 MPLS (label 53120, exp 0, ttl 255) (label 52481, exp 0, [S], ttl 255) IP 5.5.5.5 >
100.1.0.2: ICMP echo reply, id 8362, seq 1, length 64
06:38:08.799440 MPLS (label 53120, exp 0, ttl 255) (label 52481, exp 0, [S], ttl 255) IP 5.5.5.5 >
100.1.0.2: ICMP echo reply, id 8362, seq 2, length 64
06:38:09.800652 MPLS (label 53120, exp 0, ttl 255) (label 52481, exp 0, [S], ttl 255) IP 5.5.5.5 >
100.1.0.2: ICMP echo reply, id 8362, seq 3, length 64
06:38:10.801734 MPLS (label 53120, exp 0, ttl 255) (label 52481, exp 0, [S], ttl 255) IP 5.5.5.5 >
100.1.0.2: ICMP echo reply, id 8362, seq 4, length 64
^C
4 packets captured
4 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

11.3 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD, RouterE.

Между сервисными маршрутизаторами настроен протокол MPLS по технологиям VPWS.

RouterA и RouterC выполняют роль PE (Provider Edge) маршрутизаторов и являются ключевыми для обеспечения связи между различными сетями. PE маршрутизаторы находятся на границе сети провайдера.

RouterB выполняет роль P (Provider) маршрутизатора и так же является важным в сети. P маршрутизатор находится внутри сети провайдера и отвечает за транспортировку трафика между PE маршрутизаторами.

RouterD и RouterE выполняют роль CE (Customer Edge) маршрутизаторов. Они представляют собой границу между сетью клиента и сетью провайдера.

На RouterA (PE1) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.2/24, eth2, loopback-интерфейс lo0 - IP address 1.1.1.1/32.

На RouterB (P) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24, loopback-интерфейс lo0 - IP address 2.2.2.2/32.

На RouterC (PE2) настроены интерфейсы eth1, eth2 - IP address 198.18.1.2/24, loopback-интерфейс lo0 - IP address 3.3.3.3/32.

На RouterD (CE1) настроены интерфейсы eth1 - IP address 100.1.0.1/24, loopback-интерфейс lo0 - IP address 4.4.4.4/32.

На RouterE (CE2) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.1.0.2/24, loopback-интерфейс lo0 - IP address 5.5.5.5/32.

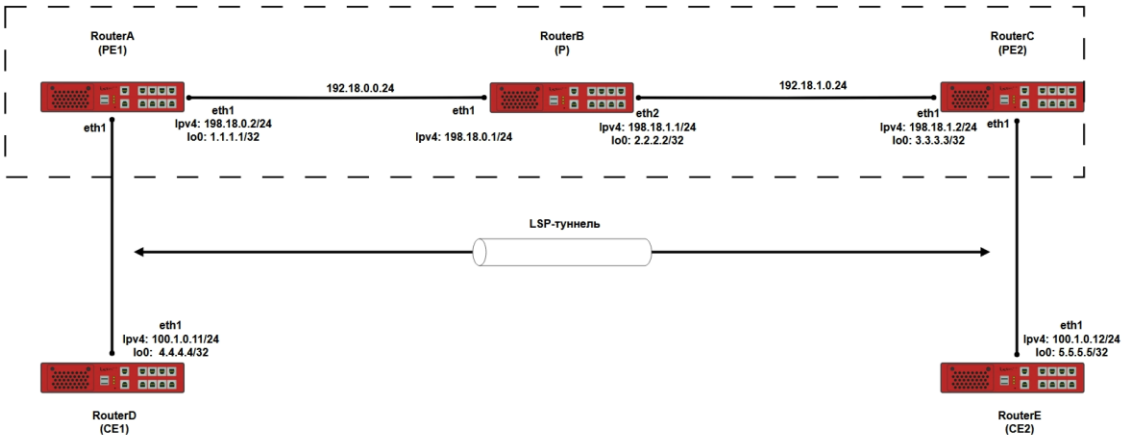

Рисунок 67 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.3.2 Этапы настройки

11.3.2.1 Настройте RouterA (PE1)

11.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#description to_P
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.3.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

11.3.2.1.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.3.2.1.4 Настройте интерфейс eth2.100

```
RouterA(config)#interface eth2.100
RouterA(config-if-[eth2.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.100])#description to_CE1
RouterA(config-if-[eth2.100])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
```

11.3.2.1.5 Привяжите интерфейс к Virtual Circuit MPLS Layer2

```
RouterA(config)#interface eth2.100
RouterA(config-if-[eth2.100])#mpls-l2-circuit CUST1 ethernet
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
```

11.3.2.1.6 Создайте экземпляр виртуальной схемы уровня 2 MPLS и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterA(config)#mpls l2-circuit CUST1 100 3.3.3.3
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#targeted-peer ipv4 3.3.3.3
RouterA(config-router-targeted-peer)#exit-targeted-peer-mode
RouterA(config-router)#transport-address ipv4 1.1.1.1
RouterA(config-mpls)#exit
```

11.3.2.1.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterA(config)#router ospf
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#end
```

11.3.2.2 Настройте RouterB (P)

11.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.3.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.3.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.3.2.2.4 Задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#transport-address ipv4 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

11.3.2.2.5 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterB(config)#router ospf
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#end
```

11.3.2.3 Настройте RouterC (PE2)

11.3.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
```

```
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.3.2.3.2 Настройте интерфейс eth3

```
RouterC(config)#interface eth3
RouterC(config-if-[eth3])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth3])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[eth3])#exit
```

11.3.2.3.3 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[eth1.100])#description to_CE2
RouterC(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1.100])#exit
```

11.3.2.3.4 Привяжите интерфейс к Virtual Circuit MPLS Layer2

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth1.100])#)#mpls-l2-circuit CUST1 ethernet
RouterC(config-mpls)#exit
```

11.3.2.3.5 Создайте экземпляр виртуальной схемы уровня 2 MPLS и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterC(config)#mpls l2-circuit CUST1 100 1.1.1.1
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#targeted-peer ipv4 1.1.1.1
RouterC(config-router-targeted-peer)#exit-targeted-peer-mode
RouterC(config-router)#transport-address ipv4 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.3.2.3.6 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterC(config)#router ospf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#end
```

11.3.2.4 Настройте RouterD (CE1)

11.3.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

11.3.2.4.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterD(config)#interface eth1.100
RouterD(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterD(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24
RouterD(config-if-[eth1.100])#end
```

11.3.2.5 Настройте RouterE (CE2)

11.3.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterE(config)#interface eth1
RouterE(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1])#exit
```

11.3.2.5.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterE(config)#interface eth1.100
RouterE(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterE(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24
RouterE(config-if-[eth1.100])#end
```

11.3.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

11.3.3 Проверка настроек

11.3.3.1 Выполните команду show ldp mpls-l2-circuit на RouterA, чтобы отобразить сводную информацию виртуальной схемы уровня 2 (Layer-2 Virtual Circuit) обо всех виртуальных схемах MPLS, настроенных на текущем маршрутизаторе по меткам (LSR).

```
Transport          Client        VC          VC          Local     Remote
Destination
VC ID   Binding    State         Type        VC Label    VC Label  Address
100     eth2.100   UP            Ethernet    53120       52480     3.3.3.3
```

11.3.3.2 Выполните команду ping 100.1.0.12 repeat 4 на RouterD для проверки связи между RouterD и RouterE

```
PING 100.1.0.12 (100.1.0.12) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.98 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.88 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.92 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.86 ms
--- 100.1.0.12 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 7ms rtt min/avg/max/mdev
= 2.858/2.910/2.984/0.071 ms
```

11.3.3.3 Выполните команду show arp на RouterD для просмотра таблиц ARP

```
State: I - incomplete  R - reachable  S - stale  D - delay  P - probe  F - failed  N - noarp  M - manual
IP address     HW type     Flags     HW address          Device
100.1.0.12     ether        S        94:3f:bb:00:00:3a   eth1.100
```

11.4 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS

11.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (RouterA, RouterB, RouterC, RouterD, RouterE).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

MPLS Layer 2 Virtual Circuit это L2 соединение типа точка-точка, которая организована через MPLS сеть и предоставляется как услуга оператора.

В нашей схеме между RouterA (PE1) и RouterC (PE2) организуется LSP-туннель, через который настраивается L2-домен.

На RouterA (PE) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.2/24, eth2, loopback-интерфейс Lo0 - IP address 1.1.1.1/32.

На RouterB (P) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24, loopback-интерфейс Lo0 - IP address 2.2.2.2/32.

На RouterC (PE) настроены интерфейсы eth1, eth2 - IP address 198.18.1.2/24, loopback-интерфейс Lo0 - IP address 3.3.3.3/32.

На RouterD (CE1) настроены интерфейсы eth1 - IP address 100.1.0.1/24, loopback-интерфейс Lo0 - IP address 4.4.4.4/32.

На RouterE (CE2) настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.1.0.2/24, loopback-интерфейс Lo0 - IP address 5.5.5.5/32.

RouterA и RouterC выполняют роль PE (Provider Edge) маршрутизаторов и являются ключевыми для обеспечения связи между различными сетями. PE маршрутизаторы находятся на границе сети провайдера.

RouterB выполняет роль P (Provider) маршрутизатора и так же является важным в сети. P маршрутизатор находится внутри сети провайдера и отвечает за транспортировку трафика между PE маршрутизаторами.

RouterD и RouterE выполняют роль CE (Customer Edge) маршрутизаторов. Они представляют собой границу между сетью клиента и сетью провайдера.

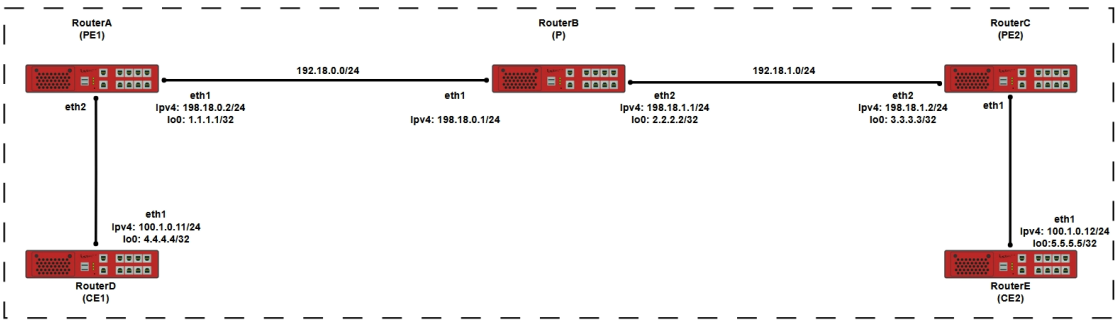

Рисунок 68 – Схема создания виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS

11.4.2 Этапы настройки сети

11.4.2.1 Настройте RouterA (PE1)

11.4.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#description to_P
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.4.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

11.4.2.1.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.4.2.1.4 Найстройте интерфейс 2.100

```
RouterA(config)#interface eth2.100
RouterA(config-if-[eth2.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.100])#description to_CE1
RouterA(config-if-[eth2.100])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.100])#mpls-vpls CUST1 ethernet
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
```

11.4.2.1.5 Задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#targeted-peer ipv4 3.3.3.3
RouterA(config-router-targeted-peer)#exit-targeted-peer-mode
RouterA(config-router)#transport-address ipv4 1.1.1.1
RouterA(config-router)#exit
```

11.4.2.1.6 Создайте экземпляр VPLS на основе MPLS и настройте одноранговый узел VPLS

```
RouterA(config)#mpls vpls CUST1 100
RouterA(config-vpls)#signaling ldp
RouterA((config-vpls-sig))#vpls-peer 3.3.3.3
RouterA((config-vpls-sig))#exit-signaling
RouterA(config-vpls)#exit
```

11.4.2.1.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterA(config)#router ospf
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#end
```

11.4.2.2 Настройте RouterB (P)

11.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.4.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.4.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.4.2.2.4 Задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#transport-address ipv4 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

11.4.2.2.5 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterB(config)#router ospf
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#exit
RouterB(config)#end
```

11.4.2.3 Настройте RouterC (PE2)

11.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.4.2.3.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth3])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth3])#exit
```

11.4.2.3.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

11.4.2.3.4 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth3.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[eth3.100])#description to_CE2
RouterC(config-if-[eth3.100])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth3.100])#mpls-vpls CUST1
RouterC(config-if-[eth3.100])#exit
```

11.4.2.3.5 Задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#targeted-peer ipv4 1.1.1.1
RouterC(config-router-targeted-peer)#exit-targeted-peer-mode
RouterC(config-router)#transport-address ipv4 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.4.2.3.6 Создайте экземпляр VPLS на основе MPLS и настройте одноранговый узел VPLS

```
RouterC(config)#mpls vpls CUST1 100
RouterC(config-vpls)#redundancy-role primary
RouterC(config-vpls)#signaling ldp
RouterC(config-vpls-sig)#vpls-peer 1.1.1.1
```

```
RouterC(config-vpls-sig)#exit-signaling
RouterC(config-vpls)#exit
```

11.4.2.3.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterC(config)#router ospf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#exit
RouterC(config)#end
```

11.4.2.4 Настройте RouterD (CE1)

11.4.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

11.4.2.4.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterD(config)#interface eth1.100
RouterD(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterD(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24
RouterD(config-if-[eth1.100])#end
```

11.4.2.5 Настройте RouterE (CE2)

11.4.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterE(config)#interface eth1
RouterE(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1])#exit
```

11.4.2.5.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterD(config)#interface eth1.100
RouterD(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterD(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24
RouterD(config-if-[eth1.100])#end
```

11.4.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

11.4.3 Проверка настроек

11.4.3.1 Выполните команду show mpls vpls mesh на RouterA для отображения информации о MPLS VPLS Mesh Forwarding

```
VPLS-ID  Peer Addr     Tunnel-Label    In-Label      Network-Intf      Out-
Label     Opcode                          State      SIG-Protocol   Status
100        3.3.3.3          53120           53120         eth1                52480          Push and Lookup for
VC     Up          LDP              Active
```

11.4.3.2 Выполните команду show mpls forwarding-table на RouterA для просмотра таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI FTN,
L - LDP FTN, R - RSVP-TE FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown FTN
Code          FEC                FTN-ID     Tunnel-id      Pri      LSP-Type        Out-Label      Out-
Intf     Nexthop
L>            2.2.2.2/32        1            0               Yes      LSP_DEFAULT    3                eth1         198.18
.0.1
L>            3.3.3.3/32        2            0               Yes      LSP_DEFAULT    53120           eth1         198.18
.0.1
L>            198.18.1.0/24    3            0               Yes      LSP_DEFAULT    3                eth1         198.18
.0.1
```

11.4.3.3 Выполните команду ping 100.1.0.12 repeat 4 на RouterD для проверки связи с RouterE

```
PING 100.1.0.12 (100.1.0.12) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.98 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.88 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.92 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.86 ms
--- 100.1.0.12 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 7ms rtt min/avg/max/mdev
= 2.858/2.910/2.984/0.071 ms
```

11.4.3.4 Выполните команду show arp на RouterD для проверки записей ARP-таблицы

```
State: I - incomplete R - reachable S - stale D - delay P - probe   F - failed   N - noarp  M - manual
IP address    HW type    Flags     HW address          Device
100.1.0.12    ether        S         94:3f:bb:00:00:3a    eth1.100
```

11.5 Распределения меток с помощью протокола RSVP-TE

11.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Протокол распространения меток RSVP-TE. На всех устройствах запустить протокол RSVP-TE в минимальной конфигурации.

На RouterA и RouterC настроить RSVP Trunk.

RouterA и RouterC выполняют роль PE (Provider Edge) маршрутизаторов и являются ключевыми для обеспечения связи между различными сетями. PE маршрутизаторы находятся на границе сети провайдера.

RouterB выполняет роль P (Provider) маршрутизатора и так же является важным в сети. P маршрутизатор находится внутри сети провайдера и отвечает за транспортировку трафика между PE маршрутизаторами.

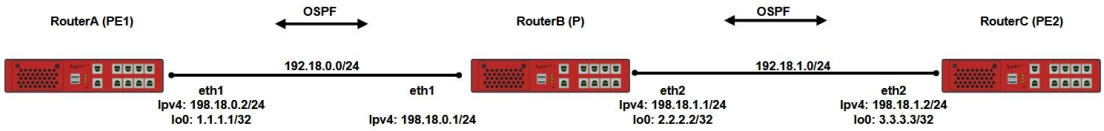

Рисунок 69 – Схема настройки распределения меток с помощью протокола RSVP-TE

11.5.2 Этапы настройки

11.5.2.1 Настройте RouterA (PE1)

11.5.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#description to_P
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-rsvp
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.5.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.5.2.1.3 Включите демон RSVP

```
RouterA(config)#router rsvp
RouterA(config-rsvp)#exit
```

11.5.2.1.4 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterA(config)#router ospf
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#exit
```

11.5.2.1.5 Настройте магистраль P2MP для Resource Reservation Protocol (RSVP) LSP

```
RouterA(config)#rsvp-trunk T1 ipv4
RouterA(config-rsvp)#from 1.1.1.1
RouterA(config-rsvp)#to 3.3.3.3
RouterA(config-rsvp)#end
```

11.5.2.2 Настройте RouterB (P)

11.5.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-rsvp
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.5.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-rsvp
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.5.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.5.2.2.4 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterB(config)#router ospf
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#end
```

11.5.2.3 Настройте RouterC (PE2)

11.5.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-rsvp
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.5.2.3.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

11.5.2.3.3 Включите демон RSVP

```
RouterC(config)#router rsvp
RouterC(config-rsvp)#exit
```

11.5.2.3.4 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterC(config)#router ospf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#end
```

11.5.2.3.5 Настройте магистраль P2MP для Resource Reservation Protocol (RSVP) LSP

```
RouterC(config)#rsvp-trunk T1 ipv4
RouterC(config-rsvp)#from 3.3.3.3
RouterC(config-rsvp)#to 1.1.1.1
RouterC(config-rsvp)#exit
RouterC(config)#end
```

11.5.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

11.5.3 Проверка настроек

11.5.3.1 Выполните команду show ip route на RouterA для просмотра маршрутов IPv4

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP O - OSPF, IA -
OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
*         - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
C        1.1.1.1/32 is directly connected, lo0
O        2.2.2.2/32 [110/11] via 198.18.0.1, eth1, 00:16:07
O        3.3.3.3/32 [110/12] via 198.18.0.1, eth1, 00:16:07
C        127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C        198.18.0.0/24 is directly connected, eth1
O        198.18.1.0/24 [110/2] via 198.18.0.1, eth1, 00:16:07
Gateway of last resort is not set
```

11.5.3.2 Выполните команду show mpls forwarding-table на RouterA для отображения таблицы переадресации MPLS

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI
FTN, L - LDP FTN, R - RSVP-TE FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown
FTN
Code    FEC         FTN-ID   Tunnel-id  Pri    LSP-Type      Out-Label   Out-Intf    Nexthop
R>      3.3.3.3/32  1         5001      Yes    LSP_DEFAULT   52481       eth1        198.18.0.1
```

11.5.3.3 Выполните команду show rsvp session на RouterA для отображения информации, связанной с сессией, для настроенных LSP

```
Ingress RSVP:
To          From        State Pri Rt Style Labelin Labelout LSPName     DSType
```

```
3.3.3.3      1.1.1.1      Up   Yes  1  1 SE     -    53481    T1            DEFAULT
Total 1 displayed, Up 1, Down 0.
Egress RSVP:
To           From         State Pri Rt Style Labelin Labelout LSPName     DSType
1.1.1.1      3.3.3.3      Up   Yes  1  1 SE     3      -       T1          ELSP_CON
Total 1 displayed, Up 1, Down 0.
```

11.5.3.4 Выполните команду show rsvp session transit на RouterB для проверки информации по транзитным сессиям

```
Transit RSVP:
To       From     State    Pri   Rt  Style   Labelin   Labelout   LSPName  DSType
1.1.1.1  3.3.3.3  Up       Yes   1    1 SE   52480     3          T1       ELSP_CON
3.3.3.3  1.1.1.1  Up       Yes   1    1 SE   52481     3          T1       ELSP_CON
Total 2 displayed, Up 2, Down 0.
```

11.5.3.5 Выполним команду ping 3.3.3.3 source 1.1.1.1 repeat 4 на RouterA для проверки связи с loopback-интерфейсом RouterC

```
PING 3.3.3.3 (3.3.3.3) from 1.1.1.1 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.57 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.50 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.50 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.44 ms
--- 3.3.3.3 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 8ms rtt min/avg/max/mdev
= 1.443/1.502/1.569/0.065 ms
```

11.5.3.6 Выполните команду tcpdump eth2 filter "mpls && icmp" на RouterB для анализа трафика в сторону RouterD

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
04:20:25.172277 MPLS (label 52480, exp 0, [S], ttl 255) IP 3.3.3.3 > 1.1.1.1:ICMP echo reply, id 18734,
seq 1, length 64
04:20:26.174127 MPLS (label 52480, exp 0, [S], ttl 255) IP 3.3.3.3 > 1.1.1.1:ICMP echo reply, id 18734,
seq 2, length 64
04:20:27.175860 MPLS (label 52480, exp 0, [S], ttl 255) IP 3.3.3.3 > 1.1.1.1:ICMP echo reply, id 18734,
seq 3, length 64
04:20:28.177492 MPLS (label 52480, exp 0, [S], ttl 255) IP 3.3.3.3 > 1.1.1.1:ICMP echo reply, id 18734,
seq 4, length 64

4 packets captured
4 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

11.6 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS с BGP сигнализацией

11.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD, RouterE.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

RouterA и RouterC выполняют роль PE (Provider Edge) маршрутизаторов и являются ключевыми для обеспечения связи между различными сетями. PE маршрутизаторы находятся на границе сети провайдера.

RouterB выполняет роль P (Provider) маршрутизатора и так же является важным в сети. P маршрутизатор находится внутри сети провайдера и отвечает за транспортировку трафика между PE маршрутизаторами.

RouterD и RouterE выполняют роль CE (Customer Edge) маршрутизаторов. Они представляют собой границу между сетью клиента и сетью провайдера.

MPLS Virtual Private LAN Service (VPLS) с BGP сигнализацией это технология, которая позволяет объединять распределенные участки сети в единый VPLS-домен, при этом за сигнализацию и обнаружение PE отвечает протокол MP-BGP.

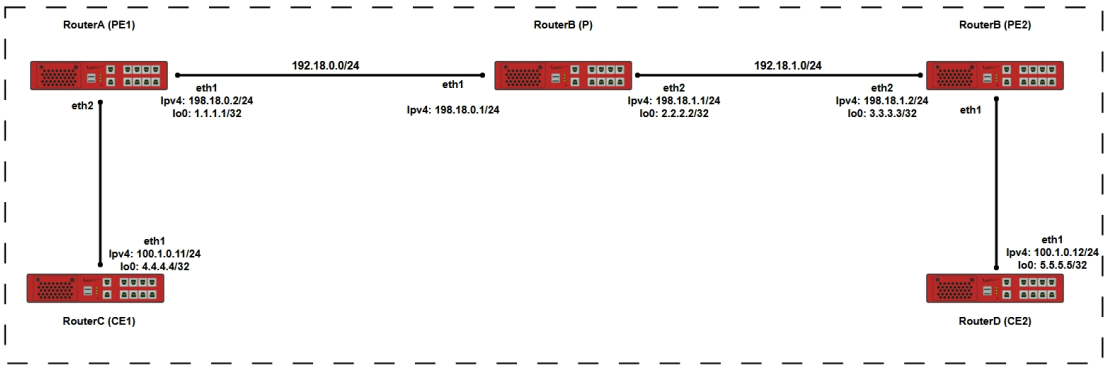

Рисунок 70 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS с BGP сигнализацией

11.6.2 Этапы настройки

11.6.2.1 Настройте RouterA (PE1)

11.6.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#description to_P
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.6.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

11.6.2.1.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.6.2.1.4 Настройте интерфейс eth2.100

```
RouterA(config)#interface eth2.100
RouterA(config-if-[eth2.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.100])#description to_CE1
RouterA(config-if-[eth2.100])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
```

11.6.2.1.5 Привяжите интерфейс AC к экземпляру VPLS и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterA(config)#interface eth2.100
RouterA(config-if-[eth2.100])#mpls-vpls CUST1
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#transport-address ipv4 1.1.1.1
RouterA(config-router)#exit
```

11.6.2.1.6 Создайте экземпляр VPLS на основе MPLS и настройте одноранговый узел VPLS

```
RouterA(config)#mpls vpls CUST1 100
```

```
RouterA(config-vpls)#redundancy-role primary
RouterA(config-vpls)#vpls-mtu 1400
RouterA(config-vpls)#signaling bgp
RouterA(config-vpls-sig)#ve-id 1
RouterA(config-vpls-sig)#exit-signaling
RouterA(config-vpls)#exit
```

11.6.2.1.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterA(config)#router ospf
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterA(config-router)#exit
```

11.6.2.1.8 Запустите процесс BGP

```
RouterA(config)#router bgp 65000
RouterA(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 65000
RouterA(config-router)#neighbor 3.3.3.3 update-source lo0
RouterA(config-router)#address-family l2vpn vpls
RouterA((config-router-af)#neighbor 3.3.3.3 activate
RouterA((config-router-af)#exit-address-family
RouterA(config-router)#exitRouterA(config)#end
```

11.6.2.2 Настройте RouterB (P)

11.6.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#description to_PE1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.6.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.6.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.6.2.2.4 Задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#transport-address ipv4 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

11.6.2.2.5 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterB(config)#router ospf
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterB(config-router)#exit
RouterB(config)#end
```

11.6.2.3 Настройте RouterC (PE2)

11.6.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.6.2.3.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

11.6.2.3.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 0
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo0])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo0])#exit
```

11.6.2.3.4 Настройте интерфейс eth2.100

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[eth1.100])#description to_CE2
RouterC(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1.100])#exit
```

11.6.2.3.5 Привяжите интерфейс AC к экземпляру VPLS и задайте атрибуты для процесса LDP

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth1.100])#mpls vpls CUST1 100
RouterC(config-if-[eth1.100])#exit
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#transport-address ipv4 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.6.2.3.6 Создайте экземпляр VPLS на основе MPLS и настройте одноранговый узел VPLS

```
RouterC(config)#mpls vpls CUST1 100
RouterC(config-vpls)#redundancy-role primary
RouterC(config-vpls)#vpls-mtu 1400
RouterC(config-vpls)#signaling bgp
RouterC(config-vpls-sig)#ve-id 2
RouterC(config-vpls-sig)#exit-signaling
RouterC(config-vpls)#exit
```

11.6.2.3.7 Настройте процесс маршрутизации OSPF

```
RouterC(config)#router ospf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#exit
```

11.6.2.3.8 Запустите процесс BGP

```
RouterC(config)#router bgp 65000
RouterC(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 65000
RouterC(config-router)#neighbor 1.1.1.1 update-source lo0
RouterC(config-router)#address-family l2vpn vpls
RouterC(config-router-af)#neighbor 1.1.1.1 activate
RouterC(config-router-af)#exit-address-family
RouterC(config-router)#exitRouterC(config)#end
```

11.6.2.4 Настройте RouterD (CE1)

11.6.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

11.6.2.4.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterD(config)#interface eth1.100
RouterD(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterD(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24
RouterD(config-if-[eth1.100])#exit
RouterD(config)#end
```

11.6.2.5 Настройте RouterE (CE2)

11.6.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterE(config)#interface eth1
RouterE(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1])#exit
```

11.6.2.5.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterE(config)#interface eth1.100
RouterE(config-if-[eth1.100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterE(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24
RouterE(config-if-[eth1.100])#exit
RouterE(config)#end
```

11.6.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

11.6.3 Проверка настроек

11.6.3.1 Выполните команду show ip route на RouterA для проверки получения маршрута до 3.3.3.3/32 по протоколу OSPF

```
Codes: K - kernel, C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP O - OSPF, IA -
OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default
IP Route Table for VRF "default"
```

```
C      1.1.1.1/32 is directly connected, lo0
O      2.2.2.2/32 [110/20] via 198.18.0.1, eth1, 01:42:30
O      3.3.3.3/32 [110/21] via 198.18.0.1, eth1, 01:36:18
C      127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C      198.18.0.0/24 is directly connected, eth1
O      198.18.1.0/24 [110/11] via 198.18.0.1, eth1, 01:42:30
```

11.6.3.2 Выполните команду show mpls ldp session 2.2.2.2 на RouterA для проверки, что LDP сессия установлена с RouterB

```
Session state    : OPERATIONAL
Session role     : Passive
TCP Connection   : Established
IP Address for TCP   : 2.2.2.2
Interface being used   : eth1
Peer LDP ID   : 2.2.2.2:0
Peer LDP Password  : Not Set
Adjacencies   : 198.18.0.1
Advertisement mode   : Downstream Unsolicited
Label retention mode   : Liberal
Graceful Restart   : Not Capable
Keepalive Timeout   : 30
Reconnect Interval   : 15
Address List received : 2.2.2.2
                        198.18.0.1
                        198.18.1.1
Received Labels :  Fec                    Label      Maps     To
                   IPV4:3.3.3.3/32        53120      none
                   IPV4:198.18.1.0/24     impl-null  none
                   IPV4:198.18.0.0/24     impl-null  none
                   IPV4:2.2.2.2/32        impl-null  none
Sent Labels :      Fec                    Label      Maps     To
                   IPV4:198.18.0.0/24     impl-null  none
                   IPV4:1.1.1.1/32        impl-null  none
```

11.6.3.3 Выполните команду show mpls forwarding-table на RouterA для проверки выделения транспортной метки для FEC 3.3.3.3/32

```
Codes: > - installed FTN, * - selected FTN, p - stale FTN, B - BGP FTN, K - CLI FTN, L -
LDP FTN, R - RSVP-TE FTN, S - SNMP FTN, I - IGP-Shortcut, U - unknown FTN
Code   FEC            FTN-ID   Tunnel-id   Pri   LSP-Type       Out-Label   Out-Intf   Nexthop
L>     2.2.2.2/32     1        0           Yes   LSP_DEFAULT    3           eth1       198.18.0.1
L>     3.3.3.3/32     2        0           Yes   LSP_DEFAULT    53120       eth1       198.18.0.1
L>     198.18.1.0/24  3        0           Yes   LSP_DEFAULT    3           eth1       198.18.0.1
```

11.6.3.4 Выполните команду show mpls vpls mesh на RouterA для проверки, что LSR-соединение с RouterC установлено

```
VPLS-ID   Peer Addr   Tunnel-Label    In-Label    Network-Intf    Out-Label    Opcode State
SIG-Protocol   Status
100       3.3.3.3     53120           53762       eth1            53121        Push and Lookup
for VC   Up BGP   Active
```

11.6.3.5 Выполните команду ping 100.1.0.12 repeat 4, чтобы убедиться, что интерфейсы RouterD и RouterE настроены из одной подсети и находятся в односм широковещательном домене.

```
PING 100.1.0.12 (100.1.0.12) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=1 ttl=64 time=3.03 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.96 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.82 ms
64 bytes from 100.1.0.12: icmp_seq=4 ttl=64 time=2.98 ms
--- 100.1.0.12 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 7ms rtt min/avg/max/mdev
= 2.823/2.946/3.026/0.092 ms
```

11.6.3.6 Выполните команду show arp на RouterD для проверки ARP-таблицы

```
State: I - incomplete R - reachable S - stale D - delay
P - probe    F - failed    N - noarp    M - manual IP address    HW
HW address   Device    type    Flags
100.1.0.12    ether     S       94:3f:bb:00:00:3a eth1.100
```

11.7 Настройка MPLS access list

11.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Между тремя тестируемыми устройствами RouterA, RouterB и RouterC настроена коммутация по MPLS меткам, динамическая маршрутизация для передачи маршрутов loopback-интерфейсов и протокол ldp для распространения меток.

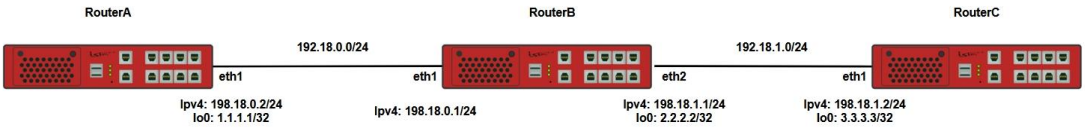

Рисунок 71 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.7.2 Этапы настройки

11.7.2.1 Настройте RouterA

11.7.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#label-switching
RouterA(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

11.7.2.1.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterA(config)#interface lo 0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0)#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

11.7.2.1.3 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#exit
```

11.7.2.1.4 Включите OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterA(config-router)#end
```

11.7.2.2 Настройте RouterB

11.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#label-switching
RouterB(config-if-[eth1])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

11.7.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#label-switching
RouterB(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

11.7.2.2.3 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterB(config)#interface lo 0
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

11.7.2.2.4 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

11.7.2.2.5 Включите OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами.

```
RouterB(config)#router ospf 1
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterB(config-router)#exit
```

11.7.2.2.6 Настройте фильтрацию по списку доступа для MPLS

```
RouterB(config)#mpls access-list 5 label 53121
RouterB(config)#mpls filter PREMPLS deny access-list 5
RouterB(config)#end
```

11.7.2.3 Настройте RouterC

11.7.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#label-switching
RouterC(config-if-[eth2])#enable-ldp ipv4
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

11.7.2.3.2 Настройте интерфейс lo 0

```
RouterC(config)#interface lo 1
RouterC(config-if-[lo 1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo 1])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo 1])#exit
```

11.7.2.3.3 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.7.2.3.4 Включите OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами.

```
RouterC(config)#router ospf 1
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
RouterC(config-router)#end
```

11.7.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах

11.7.3 Проверка настроек

11.7.3.1 Выполните команду show ldp session на RouterA для вывода на экран LDP-сессии

```
Peer IP Address     IF Name     My Role     State          KeepAlive     Uptime
2.2.2.2             eth2        Active      OPERATIONAL    30            1d19h21m
```

11.7.3.2 Выполните команду show ldp session на RouterB для вывода на экран LDP-сессии

```
Peer IP Address     IF Name     My Role     State          KeepAlive     Uptime
1.1.1.1             eth1        Active      OPERATIONAL    30            1d00h06m
```

```
2.2.2.2          eth2        Passive      OPERATIONAL   30          1d19h22m
```

11.7.3.3 Выполните команду show ldp session на RouterC для вывода на экран LDP-сессии

```
Peer IP Address     IF Name    My Role      State            KeepAlive    Uptime
2.2.2.2             eth2       Active       OPERATIONAL      30           1d19h22m
```

11.7.3.4 Выполните команду ping 3.3.3.3 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterC

```
PING 3.3.3.3 (3.3.3.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.96 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.89 ms
64 bytes from 3.3.3.3: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.91 ms
--- 3.3.3.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 5ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.893/1.921/1.964/0.047 ms
```

11.7.3.5 Выполните команду ping 1.1.1.1 на RouterC для проверки связности RouterA и RouterC

```
PING 1.1.1.1 (1.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.91 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.92 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.90 ms
--- 1.1.1.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.897/1.911/1.924/0.051 ms
```

11.7.3.6 Выполните команду show mpls ldp session 1.1.1.1 на RouterB для вывода на экран LDP-сессии

```
Session state              :  OPERATIONAL
Session role               :  Active
TCP Connection             :  Established
IP Address for TCP         :  1.1.1.1
Interface being used       :  eth1
Peer LDP ID                :  1.1.1.1:0
Peer LDP Password          :  Not Set
Adjacencies                :  198.18.0.2
Advertisement mode         :  Downstream Unsolicited
Label retention mode       :  Liberal
Graceful Restart           :  Not Capable
Keepalive Timeout          :  30
Reconnect Interval         :  15
```

```
Address List received      :   1.1.1.1
                               198.18.0.2
Received Labels   :          Fec                Label          Maps To
                       IPV4:198.18.0.0/24       impl-null      impl-null
                       IPV4:1.1.1.1/32          impl-null      53120
Sent Labels :                Fec                Label          Maps To
                       IPV4:198.18.1.0/24       impl-null      impl-null
                       IPV4:198.18.0.0/24       impl-null      none
                       IPV4:3.3.3.3/32          53121          impl-null
                       IPV4:2.2.2.2/32          impl-null      none
```

11.7.3.7 Выполните команду show mpls ldp session 3.3.3.3 на RouterB для вывода на экран LDP-сессии

```
Session state              :  OPERATIONAL
Session role               :  Passive
TCP Connection             :  Established
IP Address for TCP         :  3.3.3.3
Interface being used       :  eth2
Peer LDP ID                :  3.3.3.3:0
Peer LDP Password          :  Not Set
Adjacencies                :  198.18.1.2
Advertisement mode         :  Downstream Unsolicited
Label retention mode       :  Liberal
Graceful Restart           :  Not Capable
Keepalive Timeout          :  30
Reconnect Interval         :  15
Address List received      :  3.3.3.3
                              198.18.1.2
Received Labels   :          Fec                Label          Maps To
                       IPV4:198.18.1.0/24       impl-null      impl-null
                       IPV4:3.3.3.3/32          impl-null      53121
Sent Labels :                Fec                Label          Maps To
                       IPV4:1.1.1.1/32          53120          impl-null
                       IPV4:198.18.0.0/24       impl-null      none
                       IPV4:198.18.1.0/24       impl-null      none
                       IPV4:2.2.2.2/32          impl-null      none
```

11.7.3.8 Выполните команду ping 3.3.3.3 на RouterA для проверки связности loopback между RouterA и RouterC

```
PING 3.3.3.3 (3.3.3.3) 56(84) bytes of data.

--- 3.3.3.3 ping statistics ---

3 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 9ms
```

11.7.3.9 Выполните команду ping 1.1.1.1 на RouterC для проверки связности loopback между RouterC и RouterA

```
PING 1.1.1.1 (1.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.97 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.95 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.93 ms
--- 1.1.1.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.925/1.945/1.965/0.053 ms
```

12 Мультивещание

12.1 Настройка PIM и IGMP

12.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB

Настройка на примере сервера с операционной системой и установленным пакетом vlc который будет вещать в сеть на multicast-адрес 239.255.255.250 видео файл в формате “mp4”. RouterA и RouterB будут выполнять функции multicast маршрутизаторов, а принимать будет VLC-клиент, установленный на компьютере под управлением операционной системой.

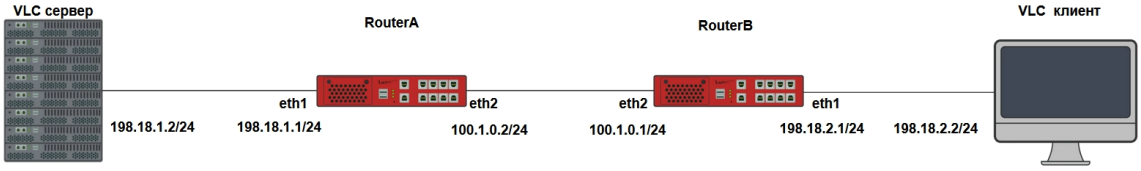

Рисунок 72 – Схема настройки PIM и IGMP

12.1.2 Этапы настройки сети

12.1.2.1 Настройте RouterA

12.1.2.1.1 Настройте интерфейсы

```
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

12.1.2.1.2 Настройте PIM

```
RouterA(config)#ip pim interface eth1 igmp 3
RouterA(config)#ip pim interface eth2 igmp 3
```

```
RouterA(config)#ip pim rp 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
```

12.1.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 198.18.2.0/24 100.1.0.1
RouterA(config)#end
```

12.1.2.2 Настройте RouterB

12.1.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

12.1.2.2.2 Настройте PIM и IGMP

```
RouterB(config)#ip pim interface eth2 igmp 3
RouterB(config)#ip pim interface eth1 igmp 3
RouterB(config)#ip pim rp 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
```

12.1.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 198.18.1.0/24 100.1.0.2
RouterB(config)#end
```

12.1.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

12.1.3 Проверка настроек

12.1.3.1 Выполните команду show ip pim на RouterA для проверки настроек PIM

```
IPv4 PIM state: ON
Enabled interfaces:
  eth2 igmp 3
RP:
  interface 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
BFD state: OFF
```

12.1.3.2 Выполните команду show ip pim на RouterB для проверки настроек PIM

```
IPv4 PIM state: ON
Enabled interfaces:
  eth2 igmp 3
  eth1 igmp 3
RP:
  interface 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
BFD state: OFF
```

На VLC сервере запустите видео поток на мультикаст адрес 239.255.255.250

12.1.3.3 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterB чтобы убедиться, что трафик идет к vlc клиенту

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
18:44:53.682772 IP 198.18.1.2.60278 > 239.255.255.250.1234: UDP, length 1328
18:44:53.696207 IP 198.18.1.2.60278 > 239.255.255.250.1234: UDP, length 1328
18:44:53.709834 IP 198.18.1.2.60278 > 239.255.255.250.1234: UDP, length 1328
18:44:53.723412 IP 198.18.1.2.60278 > 239.255.255.250.1234: UDP, length 1328
```

13 Качество обслуживания

13.1 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания FIFO

13.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA, RouterB, RouterC).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.0.2/24.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterC настроен интерфейс eth2- IP address 198.18.1.2/24.

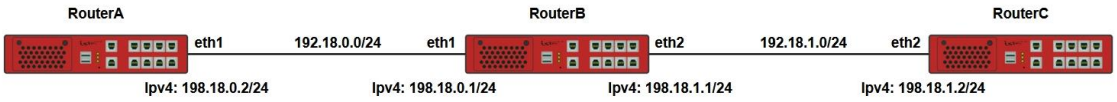

Рисунок 73 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания FIFO

13.1.2 Этапы настройки сети

13.1.2.1 Настройте RouterA

13.1.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.1.2.1.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
```

13.1.2.2 Настройте RouterB

13.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.1.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.1.2.3 Настройте RouterC

13.1.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

13.1.2.3.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
```

13.1.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.1.3 Проверка настроек

13.1.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 на RouterA для проверки связности

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=3.80 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.87 ms
```

13.1.3.2 Выполните команду show qos eth2 на RouterB чтобы посмотреть счетчик пакетов

```
qdisc pfifo_fast 0: root refcnt 2 bands 3 priomap  1 2 2 2 1 2 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
Sent 738 bytes 7 pkt (dropped 0, overlimits 0 requeues 0)
backlog 0b 0p requeues 0
```

13.1.3.3 Выполните команду show qos eth2 на RouterB чтобы убедиться, что счетчик увеличивается

```
qdisc pfifo_fast 0: root refcnt 2 bands 3 priomap  1 2 2 2 1 2 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
Sent 1172 bytes 12 pkt (dropped 0, overlimits 0 requeues 0)
 backlog 0b 0p requeues 0
```

13.2 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HTB

13.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисные маршрутизаторы (далее RouterA, RouterB, RouterC).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.0.2/24.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterC настроен интерфейс eth2- IP address 198.18.1.2/24.

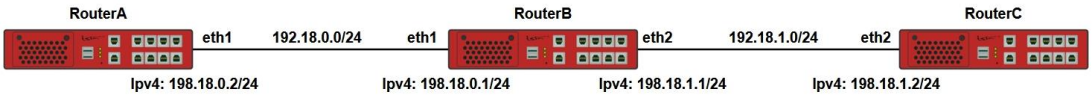

Рисунок 74 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HTB

13.2.2 Этапы настройки сети

13.2.2.1 Настройте RouterA

13.2.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.2.2.1.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
```

13.2.2.2 Настройте RouterB

13.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.2.2.2.3 Настройте HTB классы обработки сетевых пакетов

13.2.2.2.3.1 Настройте дисциплины обслуживания классовой дисциплины HTB

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type htb 1 parent root rate 10Mbit selection-size 1500
RouterB(config-qos[eth2])#class type htb 1:2 parent 1:1 rate 5Mbit selection-size 1500 priority 1
RouterB(config-qos[eth2])#class type htb 1:3 parent 1:1 rate 3Mbit selection-size 1500 priority 2
RouterB(config-qos[eth2])#class type htb 1:4 parent 1:1 rate 1Mbit selection-size 1500 priority 3
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.2.2.2.3.2 Настройте отбор пакетов

```
RouterB(config)#ip access-list 1 protocol udp destinationports 5001
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
RouterB(config)#ip access-list 2 protocol udp destinationports 5002
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
RouterB(config)#ip access-list 3 sourceip 0.0.0.0/0 destinationip 0.0.0.0/0
```

```
RouterB(config)#ip mangle-list PREROUTING position 1 access-list 3 set-flow-id 3
```

13.2.2.2.3.3 Настройте фильтры классов

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:2 include flow 1
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:3 include flow 2
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:4 include flow 3
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.2.2.3 Настройте RouterC

13.2.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

13.2.2.3.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
```

13.2.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.2.3 Проверка настроек

13.2.3.1 Выполните команду iperf server udp port 5001 на RouterC для проверки работы класса 1:2

13.2.3.2 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 udp port 5001 bandwidth 20M на RouterA для запуска трафика между RouterA и RouterC

Внимание! / Важно!

На routerc убедитесь, что значение bandwidth находится в пределах 5 мбит/с.

```
[ 3] local 198.18.1.2 port 5001 connected with 198.18.0.2 port 49527
[ID] Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0-12.4 sec 7.20 MBytes 4.86 Mbits/sec 0.257 ms 12281/17416 (71%)
```

13.2.3.3 Выполните команду iperf server udp port 5002 на RouterC для проверки работы класса 1:3

13.2.3.4 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 udp port 5002 bandwidth 20M на RouterA для проверки работы в режиме клиента

Внимание! / Важно!

На RouterC убедитесь, что значение bandwidth находится в пределах 3 мбит/с

```
[ 3] local 198.18.1.2 port 5002 connected with 198.18.0.2 port 43398
[ ID] Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0-14.0 sec 4.88 Mbytes 2.92 Mbits/sec 0.042 ms 13934/17415 (80%)
```

13.2.3.5 Выполните команду iperf server udp port 5003 на RouterC для проверки работы класса 1:4

13.2.3.6 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 udp port 5003 bandwidth 20M на RouterA для проверки работы в режиме клиента

Внимание! / Важно!

На RouterC убедитесь, что значение bandwidth находится в пределах 1 мбит/с

```
[ 4] local 198.18.1.2 port 5001 connected with 198.18.0.2 port 55204
[ ID] Interval Transfer Bandwidth
[ 4] 0.0-15.2 sec 1.75 Mbytes 966 Kbits/sec
```

13.3 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания SFQ

13.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисные маршрутизаторы (далее RouterA, RouterB, RouterC).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.0.2/24.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterC настроен интерфейс eth2- IP address 198.18.1.2/24.

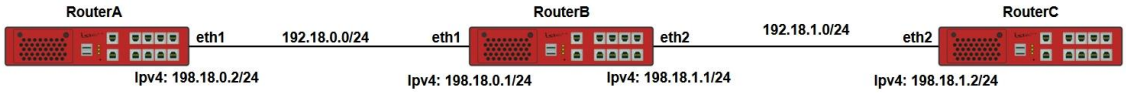

Рисунок 75 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания SFQ

13.3.2 Этапы настройки сети

13.3.2.1 Настройте RouterA

13.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.3.2.1.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
```

13.3.2.2 Настройте RouterB

13.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.3.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.3.2.2.3 Включите бесклассовую дисциплину SFQ

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type sfq 1 parent root queues 2048 rehash-time 120 selection-size 1500
```

13.3.2.3 Настройте RouterC

13.3.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

13.3.2.3.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
```

13.3.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.3.3 Проверка настроек

13.3.3.1 Выполните команду iperf server на RouterC для запуска работы в режиме сервера

13.3.3.2 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 time 60 bandwidth 500M на RouterB для запуска работы в режиме клиента

13.3.3.3 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 parallel 4 bandwidth 200K на RouterA в промежутке с 10 до 20 секунд после запуска iperf на RouterB для проверки работы в режиме клиента

13.3.3.4 Дождитесь завершения работы iperf и на RouterC убедитесь по всем четырем потокам скорость между потоками должна быть примерно одинаковой.

```
[ID] Interval Transfer Bandwidth
[ 5] 0.0-10.1 sec 226 MBytes 188 Mbits/sec
[ 8] 0.0-10.1 sec 226 MBytes 188 Mbits/sec
[ 7] 0.0-10.1 sec 226 MBytes 188 Mbits/sec
[ 6] 0.0-10.1 sec 226 MBytes 188 Mbits/sec
[SUM] 0.0-10.1 sec 903 MBytes 751 Mbits/sec
```

```
[4] 0.0-60.0 sec 3.58 GBytes 512 Mbits/sec
```

13.4 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания CBQ

13.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterB) .

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

Классовая дисциплина обслуживания очередей CBQ (Class Based Queuing). CBQ способна распределять пропускную способность канала между классами в соответствии с заданной конфигурацией.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

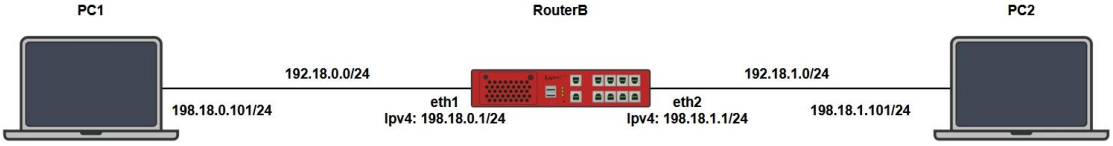

Рисунок 76 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания CBQ

13.4.2 Этапы настройки сети

13.4.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.4.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.4.2.3 Настройте RouterB

13.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.4.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.4.2.3.3 Настройте дисциплины обслуживания очередей CBQ

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type cbq 1 parent root avg-packet-size 1000 selection-size 1500 bandwidth 1000Mbit
RouterB(config-qos[eth2])#class type cbq 1:2 parent 1:1 rate 35Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 100 bounded
RouterB(config-qos[eth2])#class type cbq 1:3 parent 1:2 priority 1 rate 25Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 1000
RouterB(config-qos[eth2])#class type cbq 1:4 parent 1:2 priority 2 rate 15Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 100
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.4.2.3.4 Настройте классификацию трафика по полям DSCP

```
RouterB(config)#ip access-list 1 dscp 8
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
RouterB(config)#ip access-list 2 dscp 16
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
```

13.4.2.3.5 Привяжите фильтры к классам

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:3 include flow 1
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:4 include flow 2
```

13.4.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.4.3 Проверка настроек

13.4.3.1 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5201 & iperf3 iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5202 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.4.3.2 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -p 5201 -u -S 32 -b50m -T Stream1 & iperf3 -c 198.18.1.101 -p 5202 –u -S 64 -b50m -T Stream2 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

Убедитесь, что реальная пропускная способность соответствует конфигурации.

Для трафика с DSCP = 8 пропускная способность будет составлять примерно 25 Мбит/с.

Для трафика с DSCP = 16 пропускная способность будет составлятьпримерно 15 Мбит/с

```
Stream1:- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream1:[ ID] Interval       Transfer     Bitrate         Jitter    Lost/Total
Datagrams
Stream1:[  5]  0.00-10.00 sec  59.6 MBytes  50.0 Mbits/sec   0.000ms 0/43160
(0%)sender
Stream1:[  5]  0.00-10.00 sec  29.2 MBytes  24.5 Mbits/sec   0.464ms 19969/41120
(49%)receiver Stream1:
Stream1:iperf Done.
Stream2:[  5]  9.00-10.00 sec  5.96 MBytes  50.0 Mbits/sec   4317
Stream2:- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream2:[ ID] Interval Transfer          Bitrate         Jitter    Lost/Total
Datagrams
Stream2:[  5]  0.00-10.00 sec  59.6 MBytes  50.0 Mbits/sec   0.000ms 0/43160
(0%)sender
Stream2:[  5]  0.00-10.00  sec 17.5 MBytes  14.7 Mbits/sec   0.340ms 27076/39755
(68%)receiver
Stream2:
Stream2:iperf Done.
```

13.5 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания PQ

13.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания очередей позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

Дисциплина обслуживания очередей PQ (Priority Queuing) обрабатывает очереди согласно их приоритетам.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

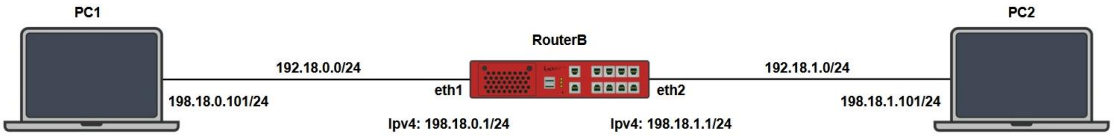

Рисунок 77 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания PQ

13.5.2 Этапы настройки сети

13.5.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.5.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.5.2.3 Настройте RouterB

13.5.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.5.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.5.2.3.3 Настройте дисциплины обслуживания очередей PQ

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type pq 1 parent root queues 8
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.5.2.3.4 Настройте классификацию трафика по значения ToS

```
RouterB(config)#ip access-list 1 tos 224
RouterB(config)#ip access-list 2 tos 192
RouterB(config)#ip access-list 3 tos 160
RouterB(config)#ip access-list 4 tos 128
RouterB(config)#ip access-list 5 tos 96
RouterB(config)#ip access-list 6 tos 64
RouterB(config)#ip access-list 7 tos 32
RouterB(config)#ip access-list 7 tos 0
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 3 set-flow-id 3
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 4 set-flow-id 4
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 5 set-flow-id 5
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 6 set-flow-id 6
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 7 set-flow-id 7
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 8 set-flow-id 8
```

13.5.2.3.5 Настройте привязку фильтров к классам

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:1 include flow 1
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:2 include flow 2
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:3 include flow 3
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:4 include flow 4
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:5 include flow 5
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:6 include flow 6
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:7 include flow 7
RouterB(config-qos[eth2])#class 1:8 include flow 8
```

13.5.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.5.3 Проверка настроек

13.5.3.1 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5201 & iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5202 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.5.3.2 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b60m -p 5201 -S 224 -i 10 -T Stream1 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b100m -p 5202 -S 0 -i 10 -T Stream8 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

Убедитесь что для трафика с ToS = 224 Stream1 пропускная способность будет составлять примерно 60 Мбит/с

Для трафика с ToS = 0 Stream8 пропускная способность будет составлять примерно 40 Мбит/с

```
Stream8:[ ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream8:[ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 86319
Stream8:- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream8:[ ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream8:[ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 0.000 ms 0/86319          (0%) sender
Stream8:[ 5] 0.00-10.13 sec 43.9 Mbytes 36.4 Mbits/sec 0.361 ms 54493/86317 (63%)receiver
Stream8:
Stream8: iperf Done.
Stream1:[ ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream1:[ 5] 0.00-10.00 sec 71.5 Mbytes 60.0 Mbits/sec 51792
Stream1:- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream1:[ ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream1:[ 5] 0.00-10.00 sec 71.5 Mbytes 60.0 Mbits/sec 0.000 ms 0/51792         (0%) sender
Stream1:[ 5]                                                                    (0%)receiver
Stream1:
Stream1: iperf Done.
```

13.6 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WFQ

13.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания очередей позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их

заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

Дисциплина обслуживания очередей WFQ (Weighted Fair Queuing) обеспечивает справедливое распределение полосы пропускания между автоматически формируемыми потоками трафика с учетом их веса.

На RouterB настроены интерфейсы eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

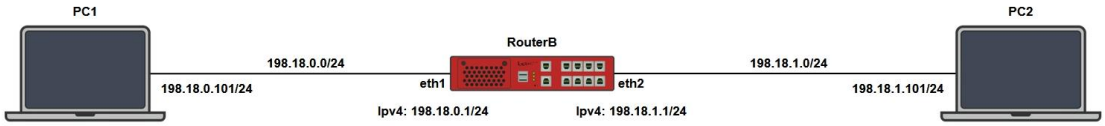

Рисунок 78 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WFQ

13.6.2 Этапы настройки сети

13.6.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.6.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.6.2.3 Настройте RouterB

13.6.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.6.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.6.2.3.3 Настройте дисциплину обслуживания очередей WFQ

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type wfq 1 parent root queue-count 1024 length 512
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.6.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.6.3 Проверка настроек

13.6.3.1 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5201& iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5207& на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.6.3.2 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b100m -p 5201 -S 224 -i 10 -T Stream1& iperf3 -c 198.18.1.101 –u -b100m -p 5207 -S 0 -i 10 -T Stream7 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

Убедитесь, что для трафика с IP Precedence = 7 (Stream1) пропускная способность будет составлять примерно 80 – 85 Мбит/с Для трафика с IP Precedence = 0 (Stream7) пропускная способность будет составлять примерно 10 – 12 Мбит/с Разница пропускной способности между потоками Stream1 и Stream2 отличается примерно в 8 раз.

```
Stream1: [ ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream1: [ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 86319
Stream1: - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream1: [ ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total
Datagrams
Stream1: [ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 0.000 ms 0/86319
(0%) sender
Stream1: [ 5] 0.00-10.13 sec 101 Mbytes 84.0 Mbits/sec 0.216 ms12868/86319
(15%) receiver
Stream1:
Stream1: iperf
Done.
Stream7: [ ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream7: [ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 86319
Stream7:  - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream7: [ ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total
Datagrams
```

```
Stream7: [ 5] 0.00-10.00 sec 119 Mbytes 100 Mbits/sec 0.000 ms 0/86319
(0%) sender
Stream7: [ 5] 0.00-10.13 sec 14.0 Mbytes 11.6 Mbits/sec 1.146 ms 76158/86310
(88%) receiver
Stream7:
Stream7: iperf Done.
```

13.7 Настройка предотвращения перегрузки очередей RED

13.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунок в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания очередей позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

Алгоритм RED (Random Early Detection) используется для управления переполнением очередей. Он обеспечивает выборочное отбрасывание пакетов из очереди при увеличении ее размера, тем самым сглаживая всплески трафика и позволяя добиться предотвращения переполнения.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24

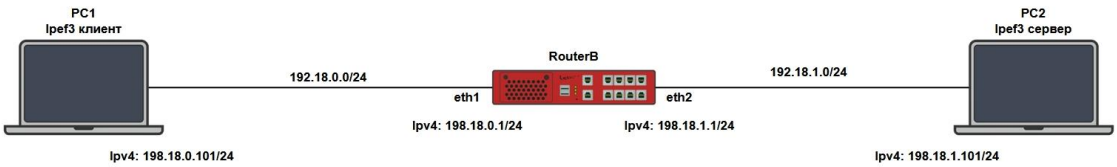

Рисунок 79 – Настройка предотвращения перегрузки очередей RED

13.7.2 Этапы настройки сети

13.7.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.7.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.7.2.3 Настройте RouterB

13.7.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.7.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.7.2.3.3 Настройте алгоритм управления переполнения очередей RED

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type red 1 parent root queue-size 1000000 min 150000 max 300000
avpkt 1000 burst 200 ecn probability 1
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.7.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.7.3 Проверка настроек

13.7.3.1 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5201& iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5202& iperf3 -s –B 198.18.1.101 -p 5203& iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5204 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.7.3.2 Выполните команды iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5203 -S 224 -i 10 -T Stream1 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5204 -S 96 -i 10 -T Stream2 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5205 -S 32 -i 10 -T Stream3 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5206 -S 0 -i 10 -T Stream4 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

Убедитесь, что в строке receiver, в колонке Lost/Total Datagrams одинаковые потери имеются во всех четырех потоках вне зависимости от значения поля ToS

```
Stream1: [ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream1: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 22443
Stream1: - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream1: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream1: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream1: [5] 0.00-10.03 sec 28.7 Mbytes 24.0 Mbits/sec0.278 ms 1688/22443 (7.5%) receiver Stream1:
Stream1: iperf Done.
Stream2: [ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream2: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 22443
Stream2: - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream2: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream2: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream2: [5] 0.00-10.03 sec 28.6 Mbytes 23.9 Mbits/sec 0.304 ms 1723/22443 (7.7%) receiver
Stream2:
Stream2: iperf Done.
Stream3: [ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream3: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 22443
Stream3: - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream3: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream3: [5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream3: [5] 0.00-10.03 sec 28.6 Mbytes 23.9 Mbits/sec 0.246 ms 1726/22443 (7.7%) receiver
Stream3:
Stream3: iperf Done.
Stream4: [ID] Interval Transfer Bitrate Total Datagrams
Stream4: [5] 0.00-10.01 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 22443
Stream4: - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Stream4: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream4: [5] 0.00-10.01 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mbits/sec 0.000 ms 0/22443 (0%)  sender
Stream4: [5] 0.00-10.03 sec 28.4 Mbytes 23.8 Mbits/sec 0.271 ms 1844/22442 (8.2%) receiver
Stream4:
Stream4: iperf Done.
```

13.8 Настройка предотвращения перегрузки очередей GRED

13.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

Дисциплины обслуживания очередей позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их

заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

Алгоритм GRED (Gentle RED) является расширением алгоритма RED и оперирует несколькими очередями, каждая из которых представляет собой RED-очередь.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

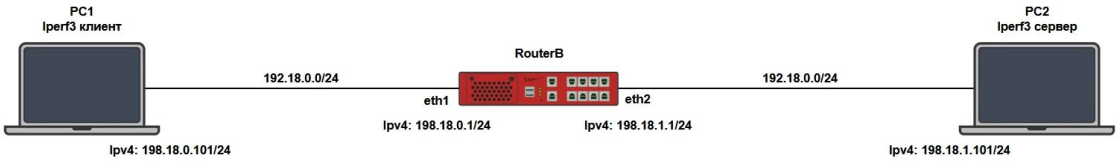

Рисунок 80 – Настройка предотвращения перегрузки очередей GRED

13.8.2 Этапы настройки сети

13.8.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.8.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.8.2.3 Настройте RouterB

13.8.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.8.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.8.2.3.3 Настройте алгоритм управления переполнения очередей GRED

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type gred 1 parent root queues 4 default-queue 0
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 0 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 1 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 2 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 3 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.8.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.8.3 Проверка настроек

13.8.3.1 Выполните команду show qos eth2 на RouterB для проверки статистики

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 4 default 0
vq 0 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 13 (978b)
vq 1 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
vq 2 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
vq 3 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
Sent 978 bytes 13 pkt (dropped 0, overlimits 0 requeues 0)
backlog 0b 0p requeues 0
```

13.8.3.2 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5201 & iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5202 & iperf3 -s –B 198.18.1.101 -p 5203 & iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 5204 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.8.3.3 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5201 -S 16 -i 10 -T Stream1 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента с Tos=16

13.8.3.4 Выполните команду show qos eth2 на RouterB для проверки статистики

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 4 default 0
vq 0 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 22481
(33443193b)
vq 1 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
vq 2 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
vq 3 prio 8 limit 1000000b min 150000b max 300000b ewma 6 probability 0.02
Scell_log 16
Queue size: average 0b current 0b
Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0 Total packets: 0 (0b)
Sent 33443193 bytes 22481 pkt (dropped 0, overlimits 0 requeues 0)
backlog 0b 0p requeues 0
```

Убедитесь, что потоки со значениями ToS = 0 и ToS >12 попадают в vq 0 очередь. Поток со значением ToS=4 попадает в vq 1. Поток со значением ToS = 8 попадает в vq 2. Поток со значением ToS = 12 попадает в vq 3 трафик с Tos=16 попал в vq 0 очередь

13.9 Настройка перемаркировки приоритетов

13.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки. Дисциплины обслуживания очередей позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.0.2/24.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterC настроен интерфейс eth2 - IP address 198.18.1.2/24.

Рисунок 81 – Схема настройки перемаркировки приоритетов

13.9.2 Этапы настройки сети

13.9.2.1 Настройте RouterA

13.9.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.9.2.1.2 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
```

13.9.2.1.3 Настройте перемаркирову

```
RouterA(config)#ip access-list 1 tos 32
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
RouterA(config)#exit
```

13.9.2.2 Настройте RouterB

13.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.9.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.9.2.2.3 Настроить перемаркировку

```
RouterB(config)#ip access-list 1 tos 32
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
```

13.9.2.3 Настройте RouterC

13.9.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

13.9.2.3.2 Настройте маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
```

13.9.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.9.3 Проверка настроек

13.9.3.1 Выполните команду ping ip 198.18.1.2 tos 32 на RouterA для запуска утилиты ping

13.9.3.2 Выполните команду tcpdump eth2 verbose filter "ip and(ip[1]&0xfc)>>2==40" на RouterB для запуска утилиты tcpdump с фильтром, убедитесь что трафик был перемаркирован в новое значение DSCP = 40.

Значению ToS (Hex) = 0xa0 соответствует значение DSCP (Dec) = 40.

```
08:21:37.014929 IP (tos 0xa0, ttl 63, id 21797, offset 0, flags [DF], proto ICMP (1), length 84)
198.18.0.2 > 198.18.1.2: ICMP echo request, id 6414, seq 1, length 64
08:21:37.015431 IP (tos 0xa0, ttl 64, id 41846, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
198.18.1.2 > 198.18.0.2: ICMP echo reply, id 6414, seq 1, length 64
08:21:38.016602 IP (tos 0xa0, ttl 63, id 21879, offset 0, flags [DF], proto ICMP (1), length 84)
```

```
198.18.0.2 > 198.18.1.2: ICMP echo request, id 6414, seq 2, length 64
```

13.10 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания TBF

13.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

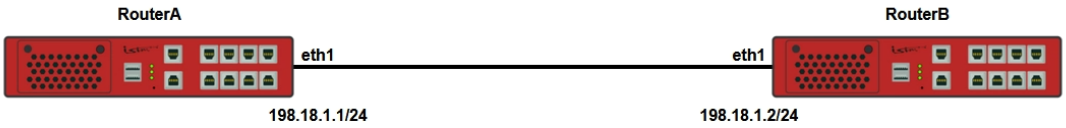

Рисунок 82 – Настройка работы QoS дисциплины обслуживания TBF

13.10.2 Этапы настройки

13.10.2.1 Настройте RouterA

13.10.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.10.2.1.2 Настройте дисциплину сглаживания трафика

```
RouterA(config)#qos eth1
```

```
RouterA(config-qos[eth1])#qos type tbf 1 parent root rate 10Mbit maxburst 12500 latency-limit 50
RouterA(config-qos[eth1])#end
```

13.10.2.2 Настройте RouterB

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#end
```

13.10.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.10.3 Проверка настроек

13.10.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.1 repeat 4 на RouterA для вывода на экран связности между RouterA и RouterB

```
PING 198.18.1.1 (198.18.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.059 ms
64 bytes from 198.18.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.042 ms
64 bytes from 198.18.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.079 ms
64 bytes from 198.18.1.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.069 ms

--- 198.18.1.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 1000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.042/0.062/0.079/0.014 ms
```

13.10.3.2 Выполните команду iperf server udp bind 198.18.1.2 на RouterB для запуска улитилиты iperf в режиме сервера

13.10.3.3 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 udp bandwidth 1000M на RouterA для запуска улитилиты iperf в режиме клиента

Убедитесь, что пропускная способность для исходящего трафика ограничивается до ~10 Мбит в секунду, iperf-сервер RouterB получает ~10 Мбит в секунду от RouterA

```
------------------------------------------------------------
Server listening on UDP port 5001
UDP buffer size: 176 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[ 1] local 198.18.1.2 port 5001 connected with 198.18.1.1 port 40776
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth       Jitter   Lost/Total Datagrams
[ 1] 0.0000-10.0119 sec  9.86 MBytes  8.26 Mbits/sec   0.768 ms  863715/870749 (99%)
```

13.11 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей WRED

13.11.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.18.0.10/24, eth2 - IP address 198.18.1.101/24.

На устройстве настроен алгоритм переполнения очередей WRED.

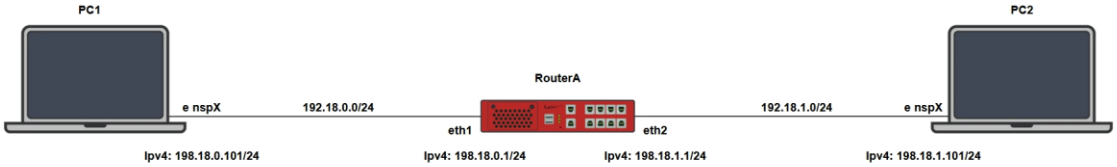

Рисунок 83 – Схема настройки дисциплины WRED

13.11.2 Этапы настройки

13.11.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.11.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.11.2.3 Настройте RouterA

13.11.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip mtu 570
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

13.11.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
```

```
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

13.11.2.3.3 Настройте алгоритм управления переполненим очередей WRED

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type wred 1 parent root queues 15 default-queue 0
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type wred parent 1 0 queue-size 100000 min 50000 max
80000 avpkt 1000 burst 60 probability 1
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type wred parent 1 1 queue-size 100000 min 50000 max
80000 avpkt 1000 burst 60 probability 5
RouterA(config-qos[eth2])#exit
```

13.11.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.11.3 Проверка настроек

13.11.3.1 Выполните команду show qos eth2 на RouterA для вывода на экран статистики после настройки WGRED

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 15 default 0
    vq 0 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.01
Scell_log 14
    Queue size: average 0b current 0b
    Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0
    Total packets: 0 (0b)
    vq 1 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.05
Scell_log 14
    Queue size: average 0b current 0b
    Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0
    Total packets: 0 (0b)
Sent 0 bytes 0 pkt (dropped 0, overlimits 0 requeues 0)
backlog 0b 0p requeues 0
```

13.11.3.2 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 6000 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.11.3.3 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -b 470m -p 6000 --tos 4 -i 10 -P 2 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

13.11.3.4 Выполните команду show qos eth2 на RouterA для вывода на экран статистики после настройки WGRED

Убедитесь, что пакеты отброшены и поток попал в очередь vq 1

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 15 default 0
      vq 0 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.01
Scell_log 14
      Queue size: average 0b current 0b
      Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0
      Total packets: 25 (2279b)
      vq 1 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.05
Scell_log 14
      Queue size: average 0b current 0b
      Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 35 other 0
      Total packets: 66600 (1227411874b)
Sent 1226707115 bytes 810363 pkt (dropped 35, overlimits 0 requeues 1153)
backlog 0b 0p requeues 1153
```

13.12 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей RIO

13.12.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1 - IP address 192.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На устройстве настроен алгоритм переполнения очередей RIO.

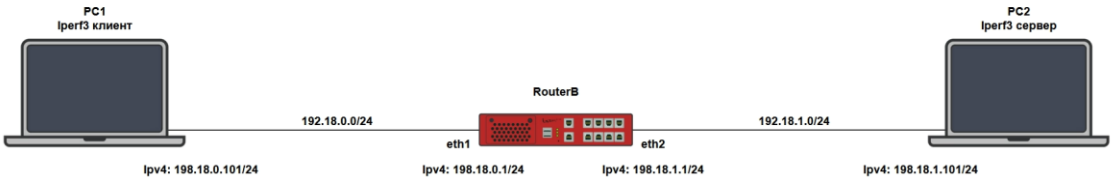

Рисунок 84 – Схема настройки

13.12.2 Этапы настройки

13.12.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.12.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.12.2.3 Настройте RouterB

13.12.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.12.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.12.2.3.3 Настройте алгоритм управления переполнения очередей RIO

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type rio 1 parent root queues 16 default-queue 2
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type rio parent 1 0 queue-size 100000 min 40000 max 85000
avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio 1
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type rio parent 1 8 queue-size 100000 min 40000 max 85000
avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio 3
RouterB(config-qos[eth2])#virtual-queue type rio parent 1 4 queue-size 100000 min 40000 max 85000
avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio 2
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.12.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.12.3 Проверка настроек

13.12.3.1 Выполните команду show qos eth2 на RouterB для проверки статистики

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 15 default 0
   vq 0 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.01
Scell_log 14
  Queue size: average 0b current 0b
  Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0
  Total packets: 0 (0b)
  vq 1 prio 8 limit 100000b min 50000b max 80000b ewma 4 probability 0.05
Scell_log 14
  Queue size: average 0b current 0b
  Dropped packets: forced 0 early 0 pdrop 0 other 0
  Total packets: 0 (0b)
```

13.12.3.2 Выполните команду iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 6000 & iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 7000 & iperf3 -s -B 198.18.1.101 -p 8000 на PC2 для запуска утилиты iperf в режиме сервера

13.12.3.3 Выполните команду iperf3 -c 198.18.1.101 -b 400m -p 6000 -u -i 10 -–bytes 150m –T T1 & iperf3 -c 198.18.1.101 -b 400m -p 7000 -u --tos 32 -i 10 -–bytes 150m –T T2 & iperf3 -c 198.18.1.101 -b 400m -p 6000 -u --tos 16 -i 10 -–bytes 150m –T T3 на PC1 для запуска утилиты iperf в режиме клиента

13.12.3.4 Выполните команду show qos eth2 на RouterB для проверки статистики

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 16 default 2 grio
vq 0 prio 1 limit 100000b min 40000b max 83Kb ewma 5 probability 0.02 Scell_log 15
  Queue size: average 0b current 0b
  Dropped packets: forced 972 early 5 pdrop 62 other 0
  Total packets: 217358 (323709454b)
vq 4 prio 2 limit 100000b min 40000b max 83Kb ewma 5 probability 0.02 Scell_log 15
  Queue size: average 0b current 0b
  Dropped packets: forced 1138 early 5 pdrop 0 other 0
  Total packets: 217248 (323699520b)
vq 8 prio 3 limit 100000b min 40000b max 83Kb ewma 5 probability 0.02 Scell_log 15
  Queue size: average 0b current 0b
  Dropped packets: forced 1255 early 30 pdrop 0 other 0
  Total packets: 217248 (323699520b)
 Sent 484745177 bytes 325384 pkt (dropped 543, overlimits 513 requeues 0)
backlog 0b 0p requeues 0
```

Убедитесь, что у потока ToS=0 меньше отброшено пакетов чем у ToS=16 и ToS=32, а у Tos=16 меньше чем у ToS=32.

13.13 Настройка дисциплины WRR

13.13.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB. Все устройства подключены к RouterB - PC1, PC2.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

На RouterA и RouterB настроены интерфейсы.

На RouterB настроена дисциплина QoS Weighted Round Robin.

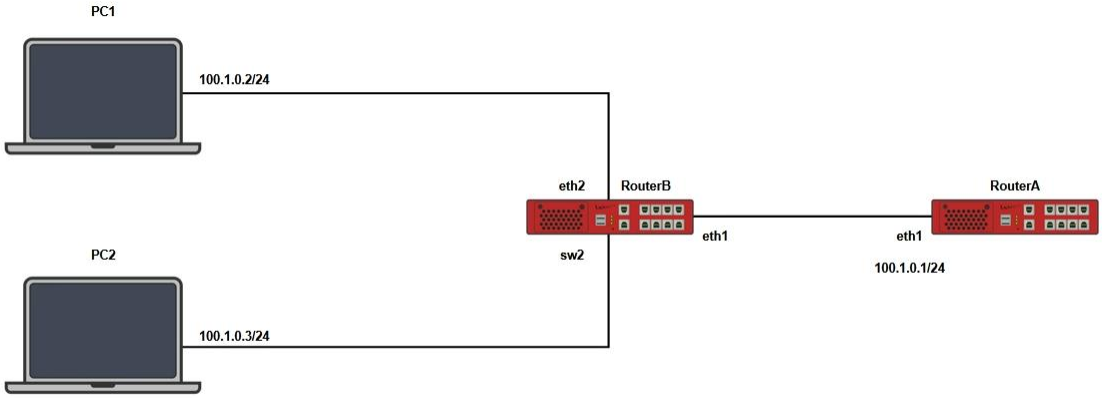

Рисунок 85 – Схема настройки дисциплины WRR

13.13.2 Этапы настройки

13.13.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 100.1.0.2/24

13.13.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 100.1.0.3/24

13.13.2.3 Настройте RouterA

13.13.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.13.2.3.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1.10])#exit
```

13.13.2.4 Настройте RouterB

13.13.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.13.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

13.13.2.4.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterB(config)#interface switchport2
RouterB(config-switchport2)#switchport access vlan 10
RouterB(config-switchport2)#no shutdown
RouterB(config-switchport2)#exit
```

13.13.2.4.4 Настройте интерфейс vlan10

```
RouterB(config)#interface vlan10
RouterB(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterB(config-if-[vlan10])#exit
```

13.13.2.4.5 Настройте интерфейс eth1.10 и подключите карты для маркировки поля PCP

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#egres-map 1 1
RouterB(config-if-[eth1.10])#egres-map 3 3
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
```

13.13.2.4.6 Настройте интерфейс br1

```
RouterB(config)#interface br1
RouterB(config-if-[br1])#include eth1.10
RouterB(config-if-[br1])#include vlan10
RouterB(config-if-[br1])#include eth2
RouterB(config-if-[br1])#no shutdown
RouterB(config-if-[br1])#exit
```

13.13.2.4.7 Задайте L2 ACL для каждого клиента

```
RouterB(config)#l2 access-list 1 in-interface eth2
RouterB(config)#l2 access-list 3 in-interface vlan10
RouterB(config)#l2 mangle-list PREROUTING access-list 1 set-skb-prio 1
RouterB(config)#l2 mangle-list PREROUTING access-list 3 set-skb-prio 3
```

13.13.2.4.8 Настройте WRR

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type wrr 1 parent root length 1024 w1 10 w3 40
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.13.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

13.13.3 Проверка настроек

13.13.3.1 Выполните команду iperf server bind 100.1.0.1 port 6000 udp на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме сервера и после запуска клиентов Iperf, убедитесь, что пакеты были отброшены и клиентские скорости распределились в приблизительной пропорции 1:3

```
[ 1] local 100.1.0.4 port 6000 connected with 100.1.0.2 port 59263
[ 2] local 100.1.0.4 port 6000 connected with 100.1.0.3 port 54511
[ ID] Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total
Datagrams
[ 1] 0.0000-10.0672 sec 318 MBytes 265 Mbits/sec 0.081 ms 583663/810743 (72%)
[ 2] 0.0000-10.0141 sec 892 MBytes 747 Mbits/sec 0.025 ms 177603/813764 (22%)
```

13.13.3.2 Выполните команду iperf -c 100.1.0.1 -b 1000m -p 6000 -u на PC1 для запуска iperf в режиме клиента

13.13.3.3 Выполните команду iperf -c 100.1.0.1 -b 1000m -p 6000 -u на PC2 для запуска iperf в режиме клиента

14 Средства обеспечения надежности сети

14.1 Настройка Bond (bonding lacp)

14.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (далее RouterB).

На RouterB настроены интерфейсы и агрегирование каналов (bonding) - интерфейс Bond0 - IP address 192.168.0.2.

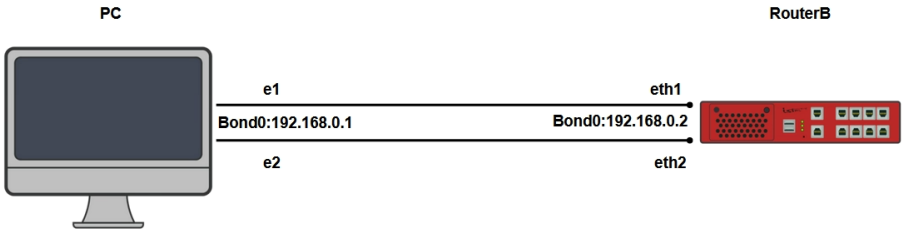

Рисунок 86 – Схема настройки протокола Bond

14.1.2 Этапы настройки сети

14.1.2.1 Настройте конечные устройства - PC

14.1.2.2 Настройка RouterB

14.1.2.2.1 Включите интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.1.2.2.2 Включите интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.1.2.2.3 Настройте интерфейс Bond0

```
RouterB(config)#interface bond 0
RouterB(config-if-[bond0])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[bond0])#enslave eth1
RouterB(config-if-[bond0])#enslave eth2
RouterB(config-if-[bond0])#hash-policy layer3+4
```

```
RouterB(config-if-[bond0])#mode 802.3ad
RouterB(config-if-[bond0])#lacp-rate fast
RouterB(config-if-[bond0])#no shutdown
RouterB(config-if-[bond0])#end
```

14.1.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

14.1.3 Проверка настроек

14.1.3.1 Проверьте настройки bond на PC

14.1.3.2 Выполните команду iperf server bind 192.168.0.2 interval 1 на RouterB для проверки пропускной способности

```
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
[  1] local 192.168.0.2 port 5001 connected with 192.168.0.1 port 53554 (icwnd/mss/irtt=14/1460/630)
[  2] local 192.168.0.2 port 5001 connected with 192.168.0.1 port 53568 (icwnd/mss/irtt=14/1460/555)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-1.0000 sec  97.7 MBytes   819 Mbits/sec
[  2] 0.0000-1.0000 sec  93.1 MBytes   781 Mbits/sec
[SUM] 0.0000-1.0000 sec   191 MBytes  1.60 Gbits/sec
[  1] 1.0000-2.0000 sec   113 MBytes   949 Mbits/sec
[  2] 1.0000-2.0000 sec   113 MBytes   949 Mbits/sec
[SUM] 1.0000-2.0000 sec   226 MBytes  1.90 Gbits/sec
[  1] 2.0000-3.0000 sec   113 MBytes   950 Mbits/sec
[  2] 2.0000-3.0000 sec   113 MBytes   949 Mbits/sec
[SUM] 2.0000-3.0000 sec   226 MBytes  1.90 Gbits/sec
```

14.1.3.3 Выполните команду iperf server bind 192.168.0.2 interval 1 для проверки агрегации каналов. Перед проверкой выключите eth1 на RouterB и посмотрите пойдет ли трафик.

14.1.3.3.1 Выключите eth1 на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.1.3.3.2 Выполните проверку

```
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

```
[  1] local 192.168.0.2 port 5001 connected with 192.168.0.1 port 48282 (icwnd/mss/irtt=14/1460/629)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-1.0000 sec  96.7 MBytes   811 Mbits/sec
[  2] local 192.168.0.2 port 5001 connected with 192.168.0.1 port 48298 (icwnd/mss/irtt=14/1460/422)
[  2] 0.0000-1.0000 sec  48.6 MBytes   408 Mbits/sec
[  1] 1.0000-2.0000 sec  62.5 MBytes   524 Mbits/sec
[SUM] 1.0000-2.0000 sec   111 MBytes   932 Mbits/sec
```

14.2 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах CARP

14.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD.

На маршрутизаторах настроены интерфйсы и маршрутизация.

На RouterA и RouterB настроен Протокол Дупликации Общего Адреса (CARP).

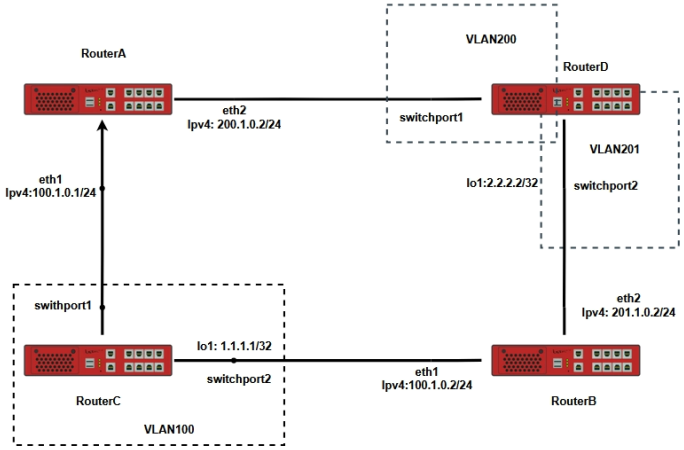

Рисунок 87 – Схема настройки протокола CARP

14.2.2 Этапы настройки сети

14.2.2.1 Настройте RouterA

14.2.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

14.2.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 200.1.0.2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

14.2.2.1.3 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 200.1.0.1
RouterA(config)#ip route 1.1.1.1/32 100.1.0.5
```

14.2.2.1.4 Введите команды для запуска Протокола Дупликации Общего Адреса (CARP) на интерфейсе

```
RouterA(config)#carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3
RouterA(config)#end
```

14.2.2.2 Настройте RouterB

14.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 201.1.0.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.2.2.2.3 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 100.1.0.5
RouterB(config)#ip route 2.2.2.2/32 201.1.0.1
```

14.2.2.2.4 Введите команды для запуска Протокола Дупликации Общего Адреса (CARP) на интерфейсе

```
RouterB(config)#carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3
RouterB(config)#end
```

14.2.2.3 Настройте RouterC

14.2.2.3.1 Настройте loopack-интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

14.2.2.3.2 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterC(config)#interface switchport1
RouterC(config-if-[switchport1])#no shutdown
RouterC(config-if-[switchport1])#switchport access vlan 100
RouterC(config-if-[switchport1])#exit
```

14.2.2.3.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterC(config)#interface switchport2
RouterC(config-if-[switchport2])#no shutdown
RouterC(config-if-[switchport2])#switchport access vlan 100
RouterC(config-if-[switchport2])#exit
```

14.2.2.3.4 Внесите VLAN в базу данных

```
RouterC(config)#vlan 100
```

14.2.2.3.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 100.1.0.10
```

14.2.2.3.6 Настройте interface vlan100

```
RouterC(config)#interface vlan100
RouterC(config-if-[vlan100])#vid 100 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[vlan100])#no shutdown
RouterC(config-if-[vlan100])#ip address 100.1.0.5/24
RouterC(config-if-[vlan100])#end
```

14.2.2.4 Настройте RouterD

14.2.2.4.1 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterD(config)#interface lo1
RouterDconfig-if-[lo1])#no shutdown
RouterD(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterD(config-if-[lo1])#exit
```

14.2.2.4.2 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterD(config)#interface switchport1
RouterD(config-if-[switchport1])#no shutdown
RouterD(config-if-[switchport1])#switchport access vlan 200
RouterD(config-if-[switchport1])#exit
```

14.2.2.4.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterD(config)#interface switchport2
RouterD(config-if-[switchport2])#no shutdown
RouterD(config-if-[switchport2])#switchport access vlan 201
RouterD(config-if-[switchport2])#exit
```

14.2.2.4.4 Внесите VLAN в базу данных

```
RouterD(config)#vlan 200-201
```

14.2.2.4.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterD(config)#ip route 1.1.1.1/32 201.1.0.2 20
RouterD(config)#ip route 1.1.1.1/32 200.1.0.2 10
```

14.2.2.4.6 Настройте interface vlan200

```
RouterD(config)#interface vlan200
RouterD(config-if-[vlan200])#vid 200 ethertype 0x8100
RouterD(config-if-[vlan200])#no shutdown
RouterD(config-if-[vlan200])#ip address 200.1.0.1/24
RouterD(config-if-[vlan200])#exit
```

14.2.2.4.7 Настройте interface vlan201

```
RouterC(config)#interface vlan201
RouterC(config-if-[vlan201])#vid 201 ethertype 0x8100
RouterC(config-if-[vlan201])#no shutdown
RouterC(config-if-[vlan201])#ip address 201.1.0.1/24
RouterC(config-if-[vlan201])#end
```

14.2.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

14.2.3 Проверка настроек

14.2.3.1 Выполните команду show carp eth1 на RouterA для просмотра вывода настроек протокола CARP

```
ethernet1
  Group ID: 1
  Group IP: 100.1.0.10
  Password: GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA=
  Adv. time: 3
```

14.2.3.2 Выполните команду show carp eth1 на RouterB для просмотра вывода настроек протокола CARP

```
ethernet1
  Group ID: 1
  Group IP: 100.1.0.10
  Password: GQxbNXEmynaED23oFsQ4jAA=
  Adv. time: 3
```

14.2.3.3 Выполните команду ping 2.2.2.2 source 1.1.1.1 на RouterC, чтобы проверить, что трафик проходит через RouterA

```
PING 2.2.2.2 (2.2.2.2) from 1.1.1.1 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.21 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.13 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.12 ms
```

14.2.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterA для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
21:22:19.498426 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 15699, seq 6, length 64
21:22:19.498999 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 15699, seq 6, length 64
```

14.2.3.5 Отключите порт switchport1 на RouterD и убедитесь, что трафик с RouterC идет через RouterB

14.2.3.6 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
06:37:19.021899 IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 15860, seq 26, length 64
06:37:19.022546 IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 15860, seq 26, length 64
```

14.3 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv2

14.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 и PC2 взамодейтвуют через RouterA и RouterB, на которых настроена маршрутизация через VRRP virtual ip.

Virtual ip указывается, как шлюз, по умолчанию и в зависимости от состояния master/backup будет находится на одном из двух Router.

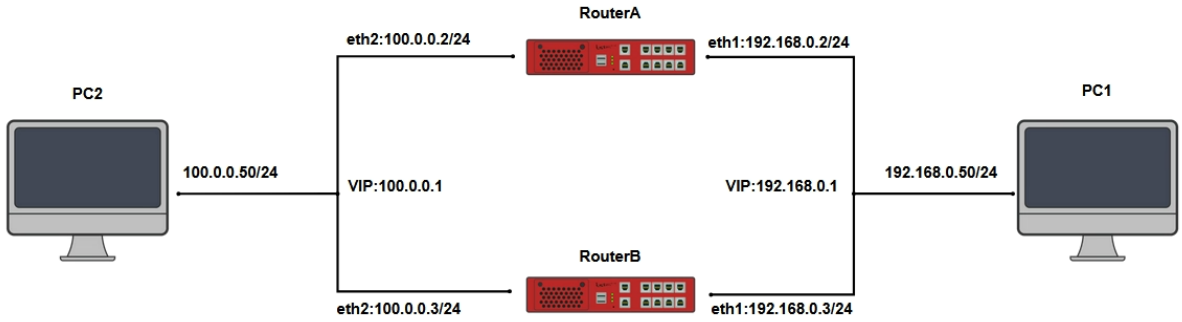

Рисунок 88 – Схема настройки протокола отказоустойчивости VRRPv2

14.3.2 Этапы настройки сети

14.3.2.1 Настройте RouterA

14.3.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

14.3.2.1.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

14.3.2.1.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
```

```
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.0.0.2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

14.3.2.1.4 Создайте и настройте экземпляр VRRP1

```
RouterA(config)#vrrp 1
RouterA(config-vrrp-[1])#advertising-interval 1.0
RouterA(config-vrrp-[1])#interface eth1
RouterA(config-vrrp-[1])#priority 100
RouterA(config-vrrp-[1])#track interface eth2
RouterA(config-vrrp-[1])#version 2
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual ip 192.168.0.1/24
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterA(config-vrrp-[1])#authentication password istokistok
RouterA(config-vrrp-[1])#exit
```

14.3.2.1.5 Создайте и настройте экземпляр VRRP2

```
RouterA(config)#vrrp 2
RouterA(config-vrrp-[2])#advertising-interval 1.0
RouterA(config-vrrp-[2])#interface eth2
RouterA(config-vrrp-[2])#priority 100
RouterA(config-vrrp-[2])#track interface eth1
RouterA(config-vrrp-[2])#version 2
RouterA(config-vrrp-[2])#virtual ip 100.0.0.1/24
RouterA(config-vrrp-[2])#virtual-router-id 102
RouterA(config-vrrp-[2])#authentication password istokistok
RouterA(config-vrrp-[2])#exit
RouterA(config)#vrrp on
```

14.3.2.2 Настройте RouterB

14.3.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

14.3.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.3/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.3.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
```

```
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.0.0.3/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.3.2.2.4 Создайте и настройте экземпляр VRRP1

```
RouterB(config)#vrrp 1
RouterB(config-vrrp-[1])#advertising-interval 1.0
RouterB(config-vrrp-[1])#interface eth1
RouterB(config-vrrp-[1])#priority 50
RouterB(config-vrrp-[1])#track interface eth2
RouterB(config-vrrp-[1])#version 2
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual ip 192.168.0.1/24
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterB(config-vrrp-[1])#authentication password istokistok
RouterB(config-vrrp-[1])#exit
```

14.3.2.2.5 Создайте и настройте экземпляр VRRP2

```
RouterB(config)#vrrp 2
RouterB(config-vrrp-[2])#advertising-interval 1.0
RouterB(config-vrrp-[2])#interface eth2
RouterB(config-vrrp-[2])#priority 50
RouterB(config-vrrp-[2])#track interface eth1
RouterB(config-vrrp-[2])#version 2
RouterB(config-vrrp-[2])#virtual ip 100.0.0.1/24
RouterB(config-vrrp-[2])#authentication password istokistok
RouterB(config-vrrp-[2])#virtual-router-id 102
RouterB(config-vrrp-[2])#exit
RouterB(config)#vrrp on
```

14.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

14.3.3 Проверка настроек

14.3.3.1 Выполните команду show vrrp на RouterA для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER
  Interface: eth1
  Virtual Router ID: 101
  Priority: 100
```

```
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    192.168.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv2 instance: 2
State: MASTER
  Interface: eth2
  Virtual Router ID: 102
  Priority: 100
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    100.0.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth1
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.3.3.2 Выполните команду show vrrp на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: BACKUP
  Interface: eth1
  Virtual Router ID: 101
  Priority: 50
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    192.168.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv2 instance: 2
State: BACKUP
  Interface: eth2
  Virtual Router ID: 102
  Priority: 50
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    100.0.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth1
```

```
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.3.3.3 Проверьте связность между конечными устройствами

14.3.3.4 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterA, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterA (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:18:00.677480 IP 192.168.0.50 > 100.0.0.50: ICMP echo request, id 27975, seq 11, length 64
15:18:00.678052 IP 100.0.0.50 > 192.168.0.50: ICMP echo reply, id 27975, seq 11, length 64
15:18:01.364450 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:18:01.678702 IP 192.168.0.50 > 100.0.0.50: ICMP echo request, id 27975, seq 12, length 64
15:18:01.679284 IP 100.0.0.50 > 192.168.0.50: ICMP echo reply, id 27975, seq 12, length 64
15:18:02.364753 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:18:02.680011 IP 192.168.0.50 > 100.0.0.50: ICMP echo request, id 27975, seq 13, length 64
```

14.3.3.5 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterB, чтобы убедиться, что трафик не идет через RouterB (backup)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:18:16.995113 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:18:17.995123 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:18:18.995145 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:18:19.995159 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype
simple, intvl 1s, length 20
```

14.3.3.6 Извлеките кабель из WAN2 порта RouterA (master) и убедитесь, что RouterB (backup) получит статус VRRP master. Запустите трафик и убедитесь, что он идет через RouterB (master)

14.3.3.7 Выполните команду show vrrp на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER
  Interface: eth1
  Virtual Router ID: 101
  Priority: 50
```

```
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    192.168.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv2 instance: 2
State: MASTER
  Interface: eth2
  Virtual Router ID: 102
  Priority: 50
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    100.0.0.1/24
  Tracking interfaces:
    eth1
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.3.3.8 Проверьте связность между конечными устройствами

14.3.3.9 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterB, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterB (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:20:02.349536 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:20:02.730079 IP 192.168.0.50 > 100.0.0.50: ICMP echo request, id 28024, seq 5, length 64
15:20:02.730669 IP 100.0.0.50 > 192.168.0.50: ICMP echo reply, id 28024, seq 5, length 64
15:20:03.349604 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:20:03.731296 IP 192.168.0.50 > 100.0.0.50: ICMP echo request, id 28024, seq 6, length 64
15:20:03.731855 IP 100.0.0.50 > 192.168.0.50: ICMP echo reply, id 28024, seq 6, length 64
15:20:04.349732 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype
simple, intvl 1s, length 20
```

14.3.3.10 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterA, чтобы убедиться, что трафик не идет через RouterA (backup)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:20:41.727641 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype
simple, intvl 1s, length 20
15:20:42.727718 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype
simple, intvl 1s, length 20
```

14.4 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv3

14.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 и PC2 взамодейтвуют через RouterA и RouterB, на которых настроена маршрутизация через VRRP virtual ip.

Virtual ip указывается, как шлюз, по умолчанию и в зависимости от состояния master/backup будет находится на одном из двух Router.

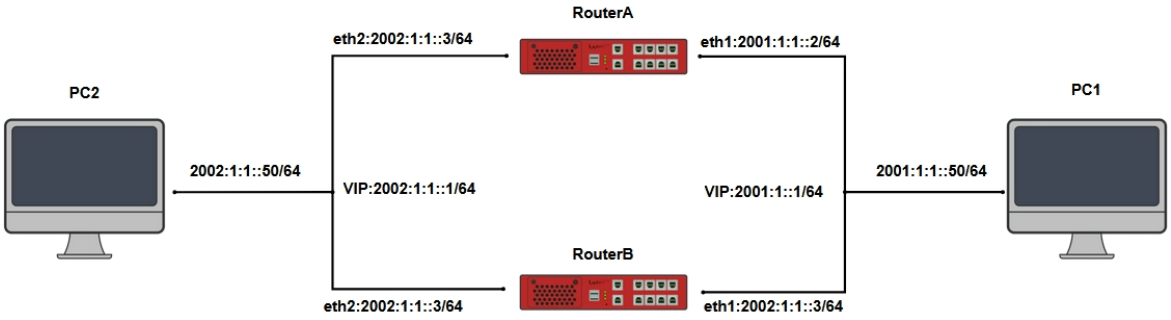

Рисунок 89 – Схема настройки VRRPv3

14.4.2 Этапы настройки сети

14.4.2.1 Настройте RouterA

14.4.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:1:1::2/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

14.4.2.1.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ipv6 address 2002:1:1::2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

14.4.2.1.3 Создайте и настройте экземпляр VRRP1

```
RouterA(config)#vrrp 1
RouterA(config-vrrp-[1])#advertising-interval 1.0
RouterA(config-vrrp-[1])#authentication password istokistok
RouterA(config-vrrp-[1])#interface eth1
RouterA(config-vrrp-[1])#priority 100
RouterA(config-vrrp-[1])#track interface eth2
RouterA(config-vrrp-[1])#version 3
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual ip 2001:1:1::1/64
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterA(config-vrrp-[1])#exit
```

14.4.2.1.4 Создайте и настройте экземпляр VRRP2

```
RouterA(config)#vrrp 2
RouterA(config-vrrp-[2])#advertising-interval 1.0
RouterA(config-vrrp-[2])#authentication password istokistok
RouterA(config-vrrp-[2])#interface eth2
RouterA(config-vrrp-[2])#priority 100
RouterA(config-vrrp-[2])#track interface eth1
RouterA(config-vrrp-[2])#version 3
RouterA(config-vrrp-[2])#virtual ip 2002:1:1::1/64
RouterA(config-vrrp-[2])#virtual-router-id 102
RouterA(config-vrrp-[2])#exit
```

14.4.2.1.5 Включите VRRP

```
RouterA(config)#vrrp on
```

14.4.2.2 Настройте RouterB

14.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:1:1::3/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.4.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2002:1:1::3/64
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.4.2.2.3 Создайте и настройте экземпляр VRRP1

```
RouterB(config)#vrrp 1
RouterB(config-vrrp-[1])#advertising-interval 1.0
RouterB(config-vrrp-[1])#authentication password istokistok
RouterB(config-vrrp-[1])#interface eth1
RouterB(config-vrrp-[1])#priority 50
RouterB(config-vrrp-[1])#track interface eth2
RouterB(config-vrrp-[1])#version 3
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual ip 2001:1:1::1/64
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterB(config-vrrp-[1])#exit
```

14.4.2.2.4 Создайте и настройте экземпляр VRRP2

```
RouterB(config)#vrrp 2
RouterB(config-vrrp-[2])#advertising-interval 1.0
RouterB(config-vrrp-[2])#authentication password istokistok
RouterB(config-vrrp-[2])#interface eth2
RouterB(config-vrrp-[2])#priority 50
RouterB(config-vrrp-[2])#track interface eth1
RouterB(config-vrrp-[2])#version 3
RouterB(config-vrrp-[2])#virtual ip 2002:1:1::1/64
RouterB(config-vrrp-[2])#virtual-router-id 102
RouterB(config-vrrp-[2])#exit
```

14.4.2.2.5 Включите VRRP

```
RouterB(config)#vrrp on
```

14.4.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

14.4.3 Проверка настроек

14.4.3.1 Выполните команду show vrrp на RouterA для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv3 instance: 1
State: MASTER
  Interface: eth1
  Virtual Router ID: 101
  Priority: 100
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
```

```
  2001:1:1::1/64
 Tracking interfaces:
  eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv3 instance: 2
State: MASTER
 Interface: eth2
 Virtual Router ID: 102
 Priority: 100
 Advertising interval: 1.0 s
 Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
 Virtual addresses:
  2002:1:1::1/64
 Tracking interfaces:
  eth1
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.4.3.2 Выполните команду show vrrp на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
RouterB(config)#show vrrp
VRRP enabled
VRRPv3 instance: 1
State: BACKUP
 Interface: eth1
 Virtual Router ID: 101
 Priority: 50
 Advertising interval: 1.0 s
 Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
 Virtual addresses:
  2001:1:1::1/64
 Tracking interfaces:
  eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv3 instance: 2
State: BACKUP
 Interface: eth2
 Virtual Router ID: 102
 Priority: 50
 Advertising interval: 1.0 s
 Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
 Virtual addresses:
  2002:1:1::1/64
 Tracking interfaces:
  eth1
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.4.3.3 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterA для анализа трафика. Убедитесь, что трафик идет через RouterA(master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:20:39.948366 IP6 2001:1:1::50 > 2002:1:1::50: ICMP6, echo request, seq 7, length 64
10:20:39.949015 IP6 2002:1:1::50 > 2001:1:1::50: ICMP6, echo reply, seq 7, length 64
10:20:40.283706 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3035 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:20:40.949690 IP6 2001:1:1::50 > 2002:1:1::50: ICMP6, echo request, seq 8, length 64
10:20:40.950278 IP6 2002:1:1::50 > 2001:1:1::50: ICMP6, echo reply, seq 8, length 64
```

14.4.3.4 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterB для анализа трафика. Убедитесь, что трафик не идет через RouterB(backup)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:18:54.822221 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3035 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:18:55.822239 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3035 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:18:56.822243 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3035 > ff02::12: ip-proto-112 24
```

14.4.3.5 Извлеките кабель из WAN2 порта RouterA(master) и убедитесь, что RouterB(backup) получил статус vrrp master. Запустите трафик тем же способом и убедитесь, что он идет через RouterB(master)

14.4.3.6 Выполните команду show vrrp на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv3 instance: 1
State: MASTER
  Interface: eth1
  Virtual Router ID: 101
  Priority: 50
  Advertising interval: 1.0 s
  Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
  Virtual addresses:
    2001:1:1::1/64
  Tracking interfaces:
    eth2
VRRPv2 checksum compatibility: False

VRRPv3 instance: 2
State: MASTER
  Interface: eth2
  Virtual Router ID: 102
  Priority: 50
  Advertising interval: 1.0 s
```

```
 Password: XwUjnmGdVwVkJ91xR8bNugA=
 Virtual addresses:
   2002:1:1::1/64
 Tracking interfaces:
   eth1
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

14.4.3.7 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterB для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:21:20.045627 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3041 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:21:20.494180 IP6 2001:1:1::50 > 2002:1:1::50: ICMP6, echo request, seq 6, length 64
10:21:20.494746 IP6 2002:1:1::50 > 2001:1:1::50: ICMP6, echo reply, seq 6, length 64
10:21:21.045717 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3041 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:21:21.495397 IP6 2001:1:1::50 > 2002:1:1::50: ICMP6, echo request, seq 7, length 64
10:21:21.495983 IP6 2002:1:1::50 > 2001:1:1::50: ICMP6, echo reply, seq 7, length 64
```

14.4.3.8 Выполните команду do tcpdump eth1 на RouterA для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
10:23:56.516861 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3041 > ff02::12: ip-proto-112 24
10:23:57.516929 IP6 fe80::963f:bbff:fe00:3041 > ff02::12: ip-proto-112 24
```

15 Функции сетевой защиты

15.1 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterA - 198.18.10.1/24, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterA - 198.18.20.1/24.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterB - 198.18.10.2/24, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterB - 198.18.20.2/24.

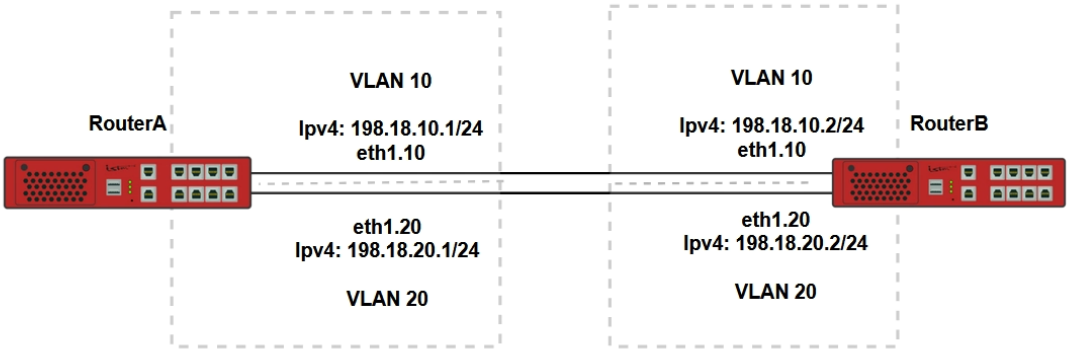

Рисунок 90 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.1.2 Этапы настройки сети

15.1.2.1 Настройте RouterA

15.1.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.1.2.1.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
```

```
RouterA(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.1.2.1.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.20])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.20])#end
```

15.1.2.2 Настройте RouterB

15.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.1.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.1.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.20])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.20])#exit
```

15.1.2.2.4 Настройте список контроля доступа на RouterB

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list sourceip_permit sourceip 198.18.10.1/32
RouterB(config)#ip access-list sourceip_deny sourceip 0.0.0.0/0
```

15.1.2.2.5 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 permit access-list sourceip_permit
```

```
RouterB(config)#ip filter input position 30 deny access-list sourceip_deny
```

15.1.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.1.3 Проверка настроек

15.1.3.1 Выполните команду ping 198.18.10.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 198.18.10.2 (198.18.10.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.977 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.964 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.932 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.999 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.955 ms
64 bytes from 198.18.10.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.989 ms
--- 198.18.10.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms rtt min/avg/max/mdev
= 0.932/0.981/1.029/0.032 ms
```

15.1.3.2 Выполните команду ping 198.18.20.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
--- 198.18.20.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.2 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения

15.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterA - 198.18.10.1/24, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterA - 198.18.20.1/24.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterB - 198.18.10.2/24, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterB - 198.18.20.2/24.

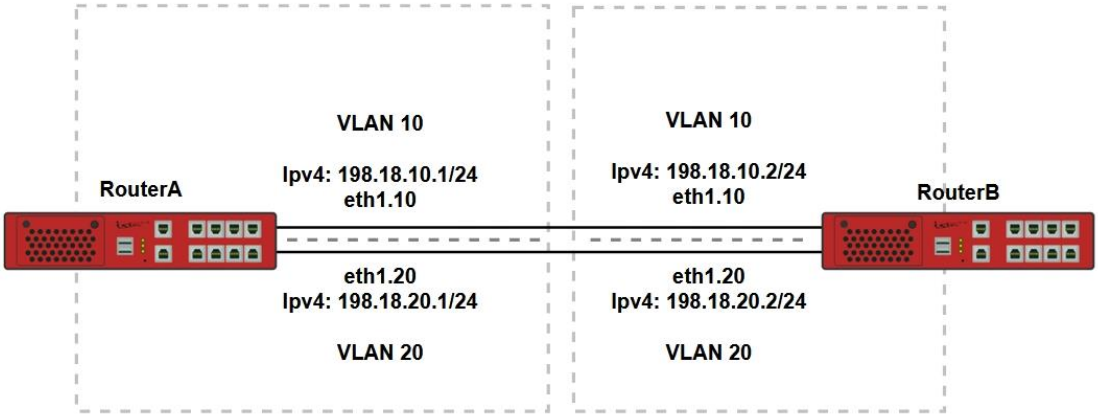

Рисунок 91 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения

15.2.2 Этапы настройки сети

15.2.2.1 Настройте RouterA

15.2.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.2.2.1.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.2.2.1.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.20])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.20])#end
```

15.2.2.2 Настройте RouterB

15.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.2.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth1.20])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.20])#exit
```

15.2.2.2.4 Настройте список контроля доступа на RouterB

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list destinationip_permit destinationip 198.18.20.2/32
RouterB(config)#ip access-list destinationip_deny destinationip 0.0.0.0/0
```

15.2.2.2.5 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 permit access-list destinationip_permit
RouterB(config)#ip filter input position 30 deny access-list destinationip_deny
```

15.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.2.3 Проверка настроек

15.2.3.1 Выполните команду ping 198.18.10.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
--- 198.18.10.2 ping statistics ---
```

```
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.2.3.2 Выполните команду ping 198.18.20.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 198.18.20.2 (198.18.20.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.966 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.988 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.942 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.927 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 198.18.20.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.970 ms
--- 198.18.20.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time
14ms rtt min/avg/max/mdev = 0.927/0.978/1.030/0.049 ms
```

15.3 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника

15.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 198.18.1.2/24.

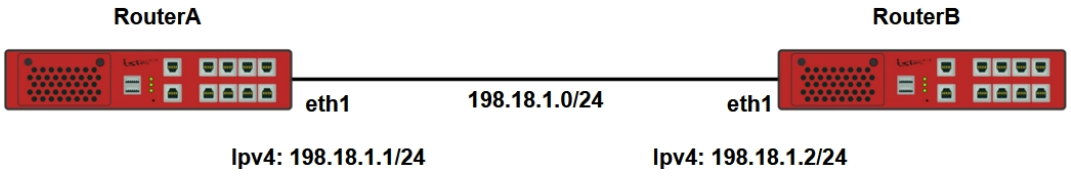

Рисунок 92 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника

15.3.2 Этапы настройки сети

15.3.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.3.2.2 Настройте RouterB

15.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.3.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list tcp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol tcp sourceports 2001
```

15.3.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

15.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.3.3 Проверка настроек

15.3.3.1 Выполните команду iperf server port 5001 bind 198.18.1.1 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp порта 5001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------

[  1] local 198.18.1.1 port 5001 connected with 198.18.1.2 port 60792 (icwnd/mss/irtt=14/1460/999)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.1454 sec  1.10 GBytes   928 Mbits/sec
```

15.3.3.2 Выполните команду iperf client 198.18.1.1 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 198.18.1.1, TCP port 5001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------

[  1] local 198.18.1.2 port 60792 connected with 198.18.1.1 port 5001 (icwnd/mss/irtt=14/1460/1035)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.0135 sec  1.10 GBytes   940 Mbits/sec
```

15.3.3.3 Выполните сочетание клавиш CTRL+C а затем выполните команду iperf server port 2001 bind 198.18.1.1 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp-порта 2001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 2001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.3.3.4 Выполните команду iperf client 198.18.1.1 port 2001 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме клиента, убедитесь что соединение не было установлено

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 198.18.1.1, TCP port 2001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------

tcp connect failed: Connection timed out
[  1] local 0.0.0.0 port 0 connected with 198.18.1.1 port 2001
```

15.3.3.5 Выполните команду show ip filter на RouterB для просмотра счетчика заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 27390 packets, 1096K bytes)
#      Pkts      Bytes      Action      Rule config
1      0         0          permit      src: 0.0.0.0/0 dp: 22 prot: tcp
2      12        624        deny        dst: 198.18.1.2/32 sp: 2001 prot: tcp
```

15.4 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

15.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 198.18.1.2/24.

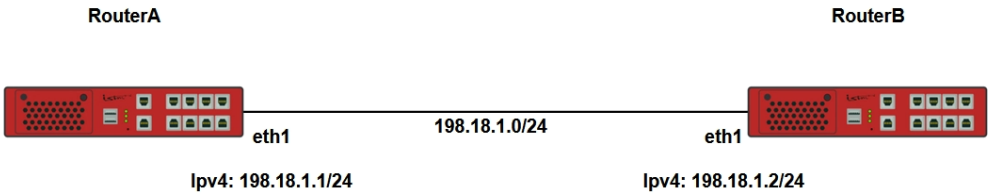

Рисунок 93 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

15.4.2 Этапы настройки сети

15.4.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.4.2.2 Настройте RouterB

15.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.4.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list tcp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol tcp destinationports
2001
```

15.4.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
```

```
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

15.4.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.4.3 Проверка настроек

15.4.3.1 Выполните команду iperf server port 5001 bind 198.18.1.2 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp порта 5001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------

[  1] local 198.18.1.2 port 5001 connected with 198.18.1.1 port 60238 (icwnd/mss/irtt=14/1460/1924)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.1443 sec  1.10 GBytes   929 Mbits/sec
```

15.4.3.2 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 port 5001 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 198.18.1.2, TCP port 5001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------

[  1] local 198.18.1.1 port 60238 connected with 198.18.1.2 port 5001 (icwnd/mss/irtt=14/1460/1967)
[ ID] Interval       Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-10.0138 sec  1.10 GBytes   941 Mbits/sec
```

15.4.3.3 Выполните сочетание клавиш CTRL+C и затем команду iperf server port 2001 bind 198.18.1.2 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp-порта 2001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 2001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.4.3.4 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 port 2001 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 198.18.1.2, TCP port 2001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
```

```
------------------------------------------------------------
tcp connect failed: Connection timed out
[  1] local 0.0.0.0 port 0 connected with 198.18.1.2 port 2001
```

15.4.3.5 Выполните команду show ip filter на RouterB для просмотра счетчика заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 27584 packets, 1179M bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: 0.0.0.0/0 dp: 22 prot: tcp
2     7        364       deny       dst: 198.18.1.2/32 dp: 2001 prot: tcp
```

15.5 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IP

15.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 198.18.1.2/24.

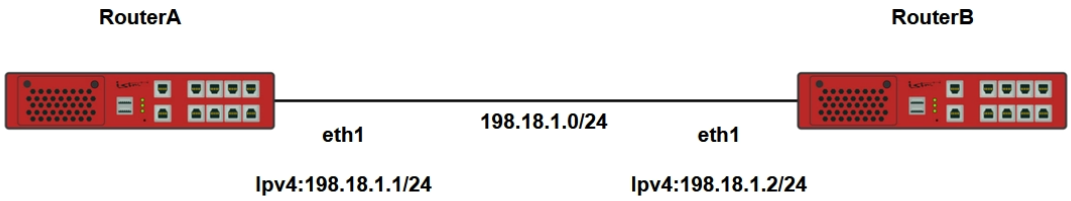

Рисунок 94 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе значения поля "Протокол" заголовка IP

15.5.2 Этапы настройки сети

15.5.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.5.2.2 Настройте RouterB

15.5.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.5.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list icmp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol icmp
```

15.5.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list icmp_deny
```

15.5.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.5.3 Проверка настроек

15.5.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.6 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24, а адрес интерфейса eth2 RouterA - 198.18.2.1/24.

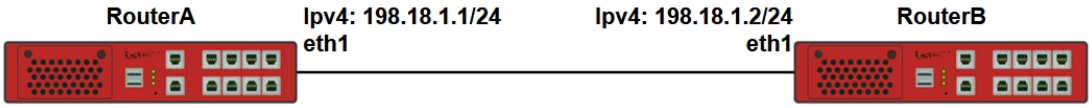

Рисунок 95 – Схема настройки фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.6.2 Этапы настройки сети

15.6.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.6.2.2 Настройте RouterB

15.6.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.6.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list mac macsource 7a:72:6c:4b:7b:b8
```

15.6.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input deny access-list mac
RouterB(config)#end
```

15.6.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.6.3 Проверка настроек

15.6.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA с RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 198.18.2.2 (198.18.2.2) 56(84) bytes of data.
--- 198.18.2.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.6.3.2 Выполните команду show ip filter на RouterB для проверки счетчиков заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     12       960       deny       mac: 94:3f:bb:00:30:35
```

15.7 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 198.18.1.2/24.

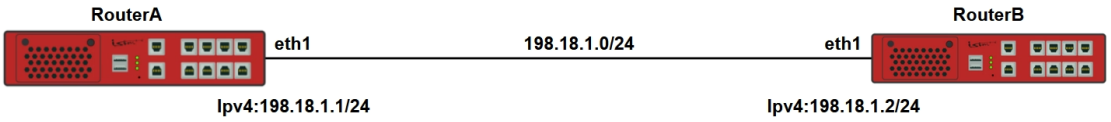

Рисунок 96 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.7.2 Этапы настройки сети

15.7.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.7.2.2 Настройте RouterB

15.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.7.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list tos_deny destinationip 198.18.1.2/32 tos 32
```

15.7.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list tos_deny
```

15.7.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.7.3 Проверка настроек

15.7.3.1 Выполните команду iperf server bind 198.18.1.2 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме сервера

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.7.3.2 Выполните команду iperf client 198.18.1.2 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 198.18.1.2, TCP port 5001
```

```
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------
tcp connect failed: Connection timed out
[  1] local 0.0.0.0 port 0 connected with 198.18.1.2 port 5001
```

15.7.3.3 Выполните сочетание клавиш CTRL+C а затем команду show ip filter для просмотра счетчика заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: 0.0.0.0/0 dp: 22 prot: tcp
2     7        364       deny       dst: 198.18.1.2/32 prot: tcp tcp_flg: +SYN -SYN
```

15.8 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP

15.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 198.18.1.1/24.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 198.18.1.2/24.

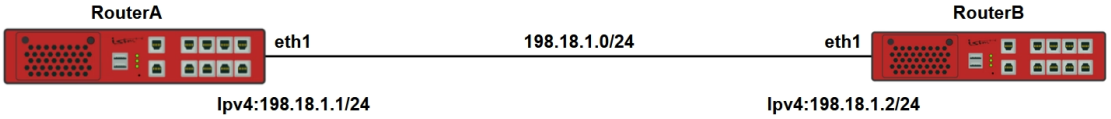

Рисунок 97 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе значения поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP

15.8.2 Этапы настройки сети

15.8.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.8.2.2 Настройте RouterB

15.8.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.8.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list tos_deny destinationip 198.18.1.2/32 tos 32
```

15.8.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list tos_deny
RouterB(config)#end
```

15.8.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.8.3 Проверка настроек

15.8.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 tos 32 на RouterA для запуска утилиты ping для отправки icmp запроса

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.8.3.2 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для запуска утилиты ping для отправки разрешенного трафика

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.110 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.038 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.069 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.054 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.066 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.063 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.073 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.035 ms
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 1003ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.035/0.063/0.110/0.023 ms
```

15.9 Логирование событий, событий срабатывания правил функций сетевой защиты

15.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой проведения проверки.

Дисциплины обслуживания трафика, позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие сетевые пакеты в соответствии с их заданным пользователем приоритетом, а также ограничивать полосу пропускания для различного трафика.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

На сервисном маршрутизаторе RouterB настроена фильтрация трафика и логирование срабатывание правил фильтрации трафика.

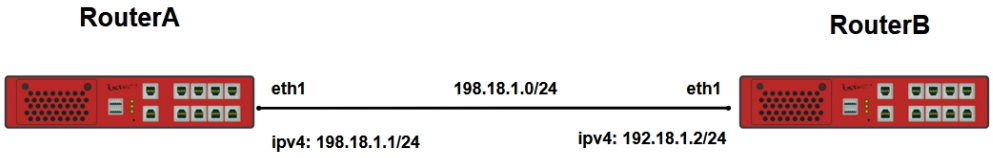

Рисунок 98 – Логирование событий, событий срабатывания правил функций сетевой защиты

15.9.2 Этапы настройки сети

15.9.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.9.2.2 Настройте RouterB

15.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.9.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list ip_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol ip
```

15.9.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#ip filter input position 20 deny access-list ip_deny
```

15.9.2.2.4 Включите логирование срабатывания правил фильтрации трафика

```
RouterB(config)#log ip access-list ip_deny on
RouterB(config)#end
```

15.9.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.9.3 Проверка настроек

15.9.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.9.3.2 Выполните команду show log access-list для проверки срабатывания правил фильтрации трафика

```
[Fri, 02 Jan 1970 22:43:58] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:43:59] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:00] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:01] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
```

```
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:02] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:03] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:04] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
[Fri, 02 Jan 1970 22:44:05] 198.18.1.1: → 198.18.1.2: eth1 84
0x00 ICMP
```

15.10 Настройка работы ACL IPv6

15.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполняется межсетевое экранирование на основе IPv6-адреса источника.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterA - 2001:db8:1::1/64, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterA - 2001:db8:2::1/64.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterB - 2001:db8:1::2/64, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterB - 2001:db8:2::2/64.

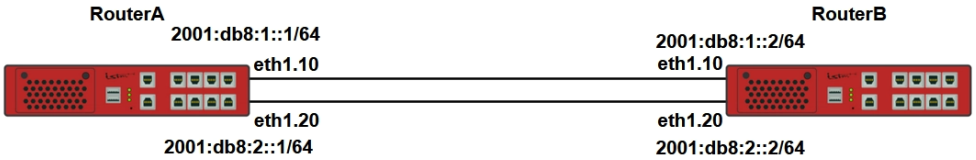

Рисунок 99 – Схема настройки работы ACL IPv6

15.10.2 Этапы настройки сети

15.10.2.1 Настройте RouterA

15.10.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.10.2.1.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterA(config-if-[eth1.10])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.10.2.1.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterA(config-if-[eth1.20])#Ipv6 address 2001:db8:2::1/64
RouterA(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.20])#end
```

15.10.2.2 Настройте RouterB

15.10.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.10.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterB(config-if-[eth1.10])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.10])#exit
```

15.10.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterB(config-if-[eth1.20])#Ipv6 address 2001:db8:2::2/64
RouterB(config-if-[eth1.20])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1.20])#exit
```

15.10.2.2.4 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#Ipv6 access-list sourceip_permit sourceip 2001:db8:2::1/128
RouterB(config)#Ipv6 access-list sourceip_deny sourceip ::/0
```

15.10.2.2.5 Настройте фильтрации трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 permit access-list sourceip_permit
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 30 deny access-list sourceip_deny
```

15.10.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.10.3 Проверка настроек

15.10.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA с RouterB

```
 PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=2 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=3 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=4 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=5 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=6 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=7 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=8 Destination unreachable: Address unreachable

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, +8 errors, 100% packet loss, time 15ms
pipe 3
```

15.10.3.2 Выполните команду ping 2001:db8:2::2 repeat 8 на RouterA для проверки связности RouterA с RouterB

```
RouterA#ping 2001:db8:2::2 repeat 8
PING 2001:db8:2::2(2001:db8:2::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.04 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.976 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.992 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 2001:db8:2::2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.962 ms

--- 2001:db8:2::2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.962/1.135/2.044/0.346 ms
```

15.10.3.3 Выполните команду show ipv6 filter на RouterB для просмотра счетчиков пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2     10       968       permit     src: 2001:db8:2::1/128
3     12       864       deny       src: ::/0
```

15.11 Настройка межсетевого экранирования на основе IPv6-адреса назначения

15.11.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполняется межсетевое экранирование на основе IPv6-адреса источника.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterA - 2001:db8:1::1/64, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterA - 2001:db8:2::1/64.

Адрес саб-интерфейса eth1.10 RouterB - 2001:db8:1::2/64, а адрес саб-интерфейса eth1.20 RouterB - 2001:db8:2::2/64.

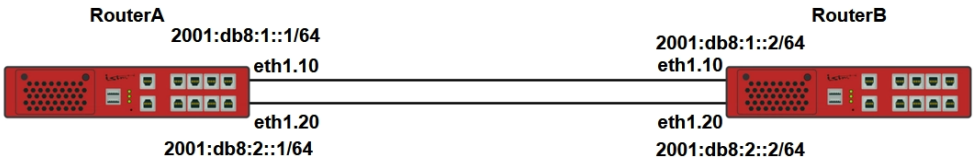

Рисунок 100 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.11.2 Этапы настройки

15.11.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.11.2.2 Настройте RouterB

15.11.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.11.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#Ipv6 access-list destinationip_deny destinationip 2001:db8:1::2/128
```

15.11.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list destinationip_deny
```

15.11.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.11.3 Проверка настроек

15.11.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 4 на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
RouterA#ping 2001:db8:1::2 repeat 4
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 10ms
```

15.11.3.2 Выполните команду show ipv6 filter на RouterA для просмотра счетчиков заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 4 packets, 272 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2     6        624       deny       dst: 2001:db8:1::2/128
```

15.12 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника IPv6

15.12.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64.

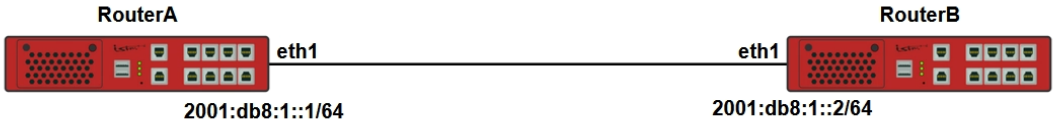

Рисунок 101 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника (IPv6)

15.12.2 Этапы настройки сети

15.12.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.12.2.2 Настройте RouterB

15.12.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.12.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#Ipv6 access-list tcp_deny destinationip 2001:db8:1::1/128 protocol tcp sourceports
2001
```

15.12.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

15.12.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.12.3 Проверка настроек

15.12.3.1 Выполните команду iperf client 2001:db8:1::2 port 2001 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме клиента с настройкой tcp-порта 2001

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 2001:db8:1::2, TCP port 2001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.12.3.2 Выполните команду iperf server bind 2001:db8:1::1 port 2001 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp-порта 2001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 2001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.12.3.3 Выполните команду show ipv6 filter для просмотра счетчиков заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 2 packets, 136 bytes)
#    Pkts    Bytes    Action    Rule config
1    0       0        permit    src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2    3       216      deny      dst: 2001:db8:1::2/128 dp: 2001 prot: tcp
```

15.13 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения IPv6

15.13.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64.

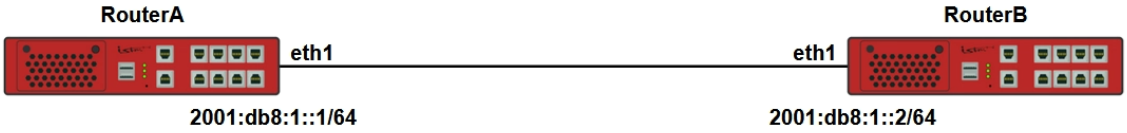

Рисунок 102 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения (IPv6)

15.13.2 Этапы настройки сети

15.13.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/128
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.13.2.2 Настройте RouterB

15.13.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/128
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.13.2.2.2 Настройте списка контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#Ipv6 access-list tcp_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 protocol tcp
destinationports 2001
```

15.13.2.2.3 Включите фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

15.13.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.13.3 Проверка настроек

15.13.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 2 на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.03 ms

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 2ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.015/1.020/1.026/0.032 ms
```

15.13.3.2 Выполните команду iperf server ipv6 port 2001 bind 2001:db8:1::2 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp-порта 2001

```
------------------------------------------------------------

Server listening on TCP port 2001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

------------------------------------------------------------
```

15.13.3.3 Выполните команду iperf client 2001:db8:1::2 port 2001 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------

Client connecting to 2001:db8:1::2, TCP port 2001
TCP window size: 16.0 KByte (default)

------------------------------------------------------------
```

15.13.3.4 Остановите выполнение команды нажатием клавиш CTRL+C, а затем выполните команду show ipv6 filter чтобы посмотреть счетчики заблокированных пакетов на RouterB

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 27347 packets, 1641K bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0          0       permit     src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2     5        360       deny       dst: 2001:db8:1::2/128 dp: 2001 prot: tcp
```

15.14 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IPv6

15.14.1 Описание настройки

Как показано на рисунок в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64.

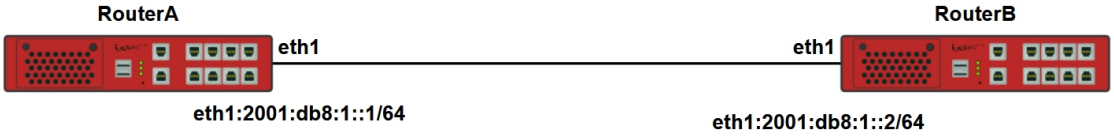

Рисунок 103 – Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта значения поля "Протокол" заголовка IPv6

15.14.2 Этапы настройки сети

15.14.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

При настройке сетевого оборудования, одним из главных шагов, является вход в конфигурационный режим. Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

15.14.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.14.2.3 Настройте RouterB

15.14.2.3.1 Настройте интерфейса eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.14.2.3.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ipv6 access-list icmp_deny destinationip 2001:db8:1::2 protocol ipv6-icmp
```

15.14.2.3.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list icmp_deny
```

15.14.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.14.3 Проверка настроек

15.14.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 8 на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 10ms
```

15.14.3.2 Выполните команду show ipv6 filter на RouterB чтобы посмотреть счетчик блокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2     4        416       deny       dst: 2001:db8:1::2/128 prot: ipv6-icmp
```

15.15 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.15.1 Описание настройки

Как показано на cap в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64, а адрес интерфейса eth2 - 2001:db8:2::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64 а адрес интерфейса eth2 - 2001:db8:2::2/64.

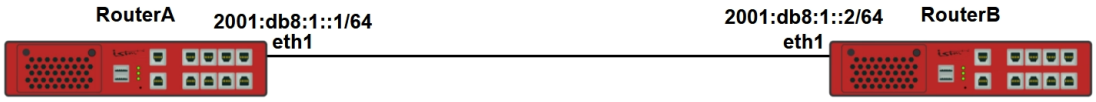

Рисунок 104 – Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя (IPv6)

15.15.2 Этапы настройки сети

15.15.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.15.2.2 Настройте RouterB

15.15.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.15.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list mac macsource  94:3f:bb:00:00:3e
```

15.15.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 filter input deny access-list mac
RouterB(config)#end
```

15.15.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.15.3 Проверка настроек

15.15.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 8 на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB после включения фильтрации списков контроля доступа

```
RouterA#ping 2001:db8:1::2 repeat 8
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=2 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=3 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=4 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=5 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=6 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=7 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:db8:1::1: icmp_seq=8 Destination unreachable: Address unreachable

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, +8 errors, 100% packet loss, time 14ms
pipe 3
```

15.15.3.2 Выполните команду show ipv6 filter на RouterB для проверки счетчиков заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#      Pkts      Bytes      Action      Rule config
1      12        960        deny        mac: 94:3f:bb:00:30:35
```

15.16 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.16.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64.

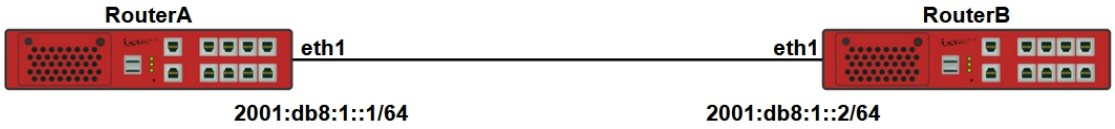

Рисунок 105 – Проверка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP (IPv6)

15.16.2 Этапы настройки сети

15.16.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.16.2.2 Настройте RouterB

15.16.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.16.2.2.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ip access-list tcpflags_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 tcp-flags +SYN -SYN
protocol tcp
```

15.16.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

15.16.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.16.3 Проверка настроек

15.16.3.1 Выполните команду iperf server ipv6 port 5001 bind 2001:db8:1::2 на RouterB для запуска утилиты iperf в режиме сервера с настройкой tcp порта 5001

```
------------------------------------------------------------
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.16.3.2 Выполните команду iperf client 2001:db8:1::2 на RouterA для запуска утилиты iperf в режиме клиента

```
------------------------------------------------------------
Client connecting to 2001:db8:1::2, TCP port 5001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
------------------------------------------------------------
```

15.16.3.3 Завершите работу утилиты iperf на RouterB, затем выполните команду show ipv6 filter для просмотра счетчика заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 10 packets, 896 bytes)
#    Pkts    Bytes    Action    Rule config
1    0       0        permit    src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2    7       504      deny      dst: 2001:db8:1::2/128 prot: tcp
```

15.17 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6

15.17.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

Адрес интерфейса eth1 RouterA - 2001:db8:1::1/64.

Адрес интерфейса eth1 RouterB - 2001:db8:1::2/64.

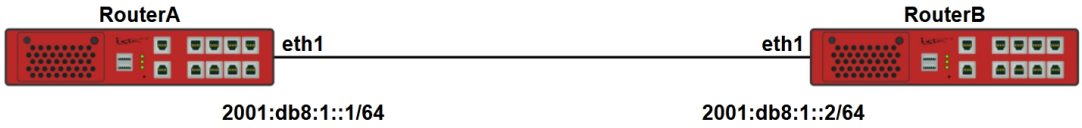

Рисунок 106 – Проверка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6

15.17.2 Этапы настройки

15.17.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.17.2.2 Настройте RouterB

15.17.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.17.2.2.2 Настройте список контроля доступа, значение поля dscp = 8 равно выражению поля tos=32

```
RouterB(config)#Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ipv6 access-list tos_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 dscp 8
```

15.17.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
RouterB(config)#Ipv6 filter input position 20 deny access-list tos_deny
```

15.17.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.17.3 Проверка настроек

15.17.3.1 Выполните команду ping 2001:db8:1::2 repeat 4 на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB

```
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.05 ms
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.07 ms
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 2001:db8:1::2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.962 ms

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.962/1.021/1.070/0.056 ms
```

15.17.3.2 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 4 tos 32 на RouterA для проверки работы фильтрации трафика после включения фильтрации списков контроля доступа

```
PING 2001:db8:1::2(2001:db8:1::2) 56 data bytes

--- 2001:db8:1::2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 10ms
```

15.17.3.3 Выполните команду show ipv6 filter для просмотра счетчиков заблокированных пакетов

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 13 packets, 1096 bytes)
#     Pkts     Bytes     Action     Rule config
1     0        0         permit     src: ::/0 dp: 22 prot: tcp
2     4        416       deny       dscp: 8 dst: 2001:db8:1::2/128
```

15.18 Настройка Snort

15.18.1 Настройка Snort в режиме IDS

15.18.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 192.168.99.1/24, eth2 - IP address 192.168.98.1/24.

На устройстве настроен Snort в режиме IDS.

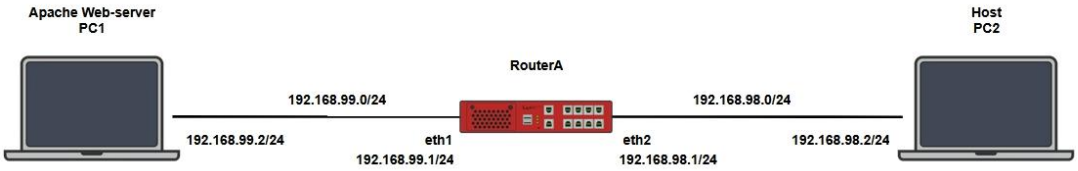

Рисунок 107 – Схема настройки Snort

15.18.1.2 Этапы настройки

15.18.1.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.99.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.18.1.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.98.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.18.1.2.3 Настройте Snort

```
RouterA(config)#snort alert full syslog
RouterA(config)#snort ids eth1
RouterA(config)#snort on
```

Примечания:

Выключение Snort:

1) отключаем Snort

```
RouterA(config)#snort off
```

2) удаляем IDS

```
RouterA(config)#no snort ids eth1
```

15.18.1.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.18.1.3 Проверка настроек

15.18.1.3.1 Выполните команду show snort на RouterA для проверки настройки Snort

```
IDS interface eth1: running
```

15.18.1.3.2 Выполните проверку работы Snort

15.18.1.3.2.1 С PC2 сделайте запрос на PC1

```
user@VM-2:~$ curl http://192.168.99.2/javascript
```

15.18.1.3.2.2 Выполните команду show log snort ids eth1

```
[**] [1:100000010:0] Script Detected, JavaScript [**]
[Priority: 0]
01/06-04:33:07.593831 192.168.99.2:80 -> 192.168.98.2:49498
TCP TTL:64 TOS:0x0 ID:38564 IpLen:20 DgmLen:461 DF
***AP*** Seq: 0xD054621B Ack: 0x75513A42 Win: 0x1FD TcpLen: 32
TCP Options (3) => NOP NOP TS: 221794470 1018298225
```

15.18.2 Настройка Snort в режиме IPS

15.18.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1 - IP address 198.168.99.1/24, IP address 198.168.98.1/24.

На устройстве настроен Snort в режиме IPS.

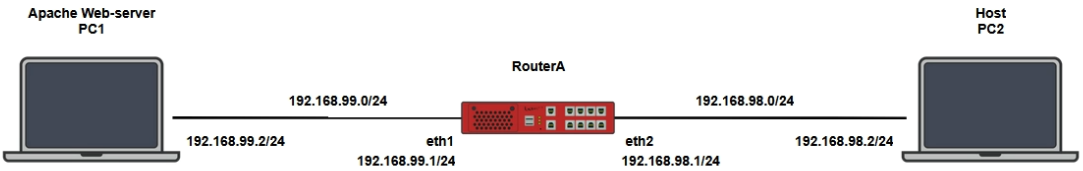

Рисунок 108 – Схема настройки Snort

15.18.2.2 Этапы настройки

15.18.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.99.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.18.2.2.1.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.98.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.18.2.2.1.2 Настройте Snort

```
RouterA(config)#snort alert full syslog
RouterA(config)#snort ips
RouterA(config)#snort on
```

Примечания:

Выключение Snort:

1) отключаем Snort

```
RouterA(config)#snort off
```

2) удаляем IPS

```
RouterA(config)#no snort ips
```

15.18.2.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

15.18.2.3 Проверка настроек

15.18.2.3.1 Выполните команду show snort на RouterA для проверки настройки Snort

```
IPS: running
```

15.18.2.3.2 Выполните проверку работы Snort

15.18.2.3.2.1 С PC2 сделайте запрос на PC1

```
user@PVM-2:~$ curl http://192.168.99.2/javascript
curl: (56) Recv failure: Connection reset by peer
```

15.18.2.3.2.2 Выполните команду show log snort ips

```
[**] [1:100000010:0] Script Detected, JavaScript [**]
[Priority: 0]
01/06-03:39:50.636508 192.168.99.2:80 -> 192.168.98.2:57550
TCP TTL:63 TOS:0x0 ID:17243 IpLen:20 DgmLen:461 DF
***AP*** Seq: 0x9DC72058 Ack: 0xF0FDAFF6 Win: 0x1FD TcpLen: 32
TCP Options (3) => NOP NOP TS: 218598410 1015102164
```

16 Мониторинг сетевого трафика

16.1 Настройка сервера Syslog

16.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (далее RouterA).

К RouterA подключен PC, где настроен сетевой интерфейс.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - 198.18.1.1/24 и адрес сервера Syslog.

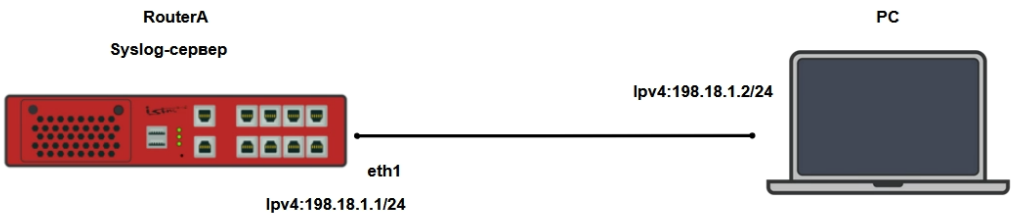

Рисунок 109 – Схема настройки сервера Syslog

16.1.2 Этапы настройки

16.1.2.1 Настройте сетевой интерфейс на PC и запустите tftpd64 от имени администратора

16.1.2.2 Настройте RouterA

16.1.2.2.1 Настройте IP-адрес интерфейса eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

16.1.2.2.2 Настройте адрес сервера Syslog на устройстве

```
RouterA(config)#log syslog remote 198.18.1.2
RouterA(config)#end
```

16.1.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройстве.

16.1.3 Проверка настроек

16.1.3.1 Выполните команду show log syslog на RouterA для проверки настройки Syslog

```
Aug 12 12:54:15 sr-be kernel: Initializing cgroup subsys cpuset
Aug 12 12:54:15 sr-be kernel: Initializing cgroup subsys cpu
Aug 12 12:54:15 sr-be kernel: Initializing cgroup subsys cpuacct
...
```

16.2 Просмотр использования системных ресурсов

16.2.1 Этапы настройки

16.2.1.1 Выполните команду show usage для вывода статистики по использованию ресурсов процессора и оперативной памяти

```
top - 23:15:45 up 5 days, 20:15, 3 users, load average: 0,03, 0,03, 0,05
Tasks: 155 total, 1 running, 153 sleeping, 0 stopped, 1 zombie
%Cpu0 : 5,9 us, 5,9 sy, 0,0 ni, 88,2 id, 0,0 wa, 0,0 hi, 0,0 si, 0,0 st
%Cpu1 : 0,0 us, 0,0 sy, 0,0 ni,100,0 id, 0,0 wa, 0,0 hi, 0,0 si, 0,0 st
MiB Mem : 1889,1 total, 1522,8 free, 102,7 used, 263,6 buff/cache
MiB Swap: 52,0 total, 52,0 free, 0,0 used. 1697,7 avail Mem
```

16.2.1.2 Выполните команду show disks для вывода статистики по использованию внутренней памяти устройства

```
Filesystem              Size      Used      Available    Used%
/dev/vg0/SYSTEM         2.0G      714M      1.1G         40%
/dev/mapper/vg0-CONFIG  974M      112K      907M         1%
/dev/mapper/vg0-VAR     7.4G      13M       7.0G         1%
/dev/sda1               488M      13M       440M         3%
/dev/mapper/vg0-HOME    974M      72K       907M         1%
```

16.2.1.3 Выполните команду show temperature для вывода статистики по датчикам температуры

```
Switch ASIC: 44.3°C
Power: 40.8°C
Nano SSD: 35.1°C
Power2: 45.3°C
CPU core temperature: 44.5°C
```

16.2.1.4 Для вывода статистики пропускной способности изделия используйте утилиту мониторинга с помощью команды show bandwidth-monitor

16.2.1.4.1 Корректный вывод команды содержит в себе таблицу динамически изменяющимися данными.

16.2.1.4.2 Для выхода из утилиты нажмите сочетание клавиш «Ctrl+C».

16.3 Настройка синхронизации времени по протоколу NTP

16.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На RouterA настроен интерфейс eth1 и получен IP-адрес по протоколу DHCP, настроен NTP-клиент и синхронизация с NTP-сервером.

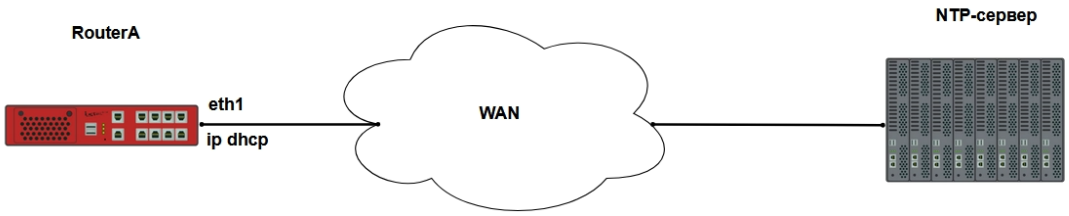

Рисунок 110 – Схема настройки NAT masquarad

16.3.2 Этапы настройки сети

16.3.2.1 Настройте RouterA

16.3.2.1.1 Настройте интерфейс eth1 и получите конфигурацию интерфейса по протоколу DHCP

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

16.3.2.1.2 Настройте NTP-клиент на устройстве.

```
RouterA(config)#system clock timezone Europe Moscow
RouterA(config)#name-server 1.1.1.1
RouterA(config)#name-server 8.8.4.4
RouterA(config)#ntp server 0.ru.pool.ntp.org
RouterA(config)#ntp restrict default ipv4 nomodify kod
RouterA(config)#ntp on
RouterA(config)#end
```

16.3.2.1.3 Синхронизируем с сервером NTP

```
RouterA(config)#system clock synchronize 0.ru.pool.ntp.org
```

16.3.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.3.3 Проверка настроек

16.3.3.1 Выполните команду show ntp для просмотра состояния и настроек NTP сервера

```
NTP server is on
  remote          refid      st t when poll reach   delay   offset  jitter
==============================================================================
*176.215.15.21   91.206.16.3     2 u    2   64   37   79.416    2.284   8.633
```

16.3.3.2 Выполните команду show clock для просмотра времени, даты и часового пояса

Дата и время должны соответствовать текущей дате и времени.

16.4 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv4)

16.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К RouterA подключен PC, где настроен сетевой интерфейс.

На RouterA настроены интерфейсы и сервер Netflow.

На RouterB настроен интерфейс и назначен адрес IPv4.

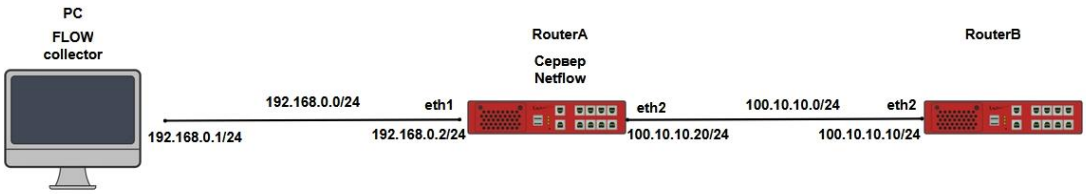

Рисунок 111 – Схема настройки утилиты мониторинга Netflow

16.4.2 Этапы настройки сети

16.4.2.1 Настройте FLOW collector на PC

16.4.2.2 Настройте RouterA

16.4.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

16.4.2.2.2 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config-if-[eth2])#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.20/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.4.2.2.3 Настройте сервер Netflow

```
RouterA(config)#log netflow clear
RouterA(config)#log netflow dumping-time 300
RouterA(config)#log netflow maxlife 30d
RouterA(config)#log netflow maxsize 10MB
RouterA(config)#log netflow set-server 192.168.0.1 9005
RouterA(config)#log netflow ipv4 on
RouterA(config)#log netflow input on
RouterA(config)#log netflow ipv6 off
RouterA(config)#log netflow protocol 10
RouterA(config)#log netflow on
RouterA(config)#end
```

16.4.2.3 Настройте интерфейс на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

16.4.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.4.3 Проверка настроек

16.4.3.1 Выполните команду show running-config на RouterA для проверки настроек Netflow

```
ip access-list _netflow_acl_netflow_input destinationip 0.0.0.0/0 sourceip 0.0.0
ip access-list _netflow_acl_netflow_forward destinationip 0.0.0.0/0 sourceip 0.0
ip access-list _netflow_acl_netflow_output destinationip 0.0.0.0/0 sourceip 0.00
ipv6 access-list _netflow_acl_netflow_input destinationip ::/0 sourceip ::/0

ip filter netflow_input netflow access-list _netflow_acl_netflow_input
ip filter netflow_forward netflow access-list _netflow_acl_netflow_forward
ip filter netflow_output netflow access-list _netflow_acl_netflow_output
ipv6 filter netflow_input netflow access-list _netflow_acl_netflow_input

log netflow protocol 10
log netflow set-server 192.168.0.1 9005
log netflow dumping-time 300
log netflow ipv4 input on
log netflow ipv4 forward on
log netflow ipv4 output on
log netflow maxlife 30d
log netflow maxsize 10MB
```

16.4.3.2 На PC запустите flow collector

16.4.3.3 На RouterA используйте команду iperf server udp

16.4.3.4 На RouterB используйте команду iperf client 100.10.10.20 udp

16.4.3.5 На PC с помощью flow collector убедитесь что информация получена

16.5 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv6)

16.5.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств выбраны 2 сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

К RouterA подключен PC, где настроен сетевой интерфейс.

На RouterA настроены интерфейсы и сервер Netflow.

На RouterB настроен интерфейс и назначен адрес IPv6.

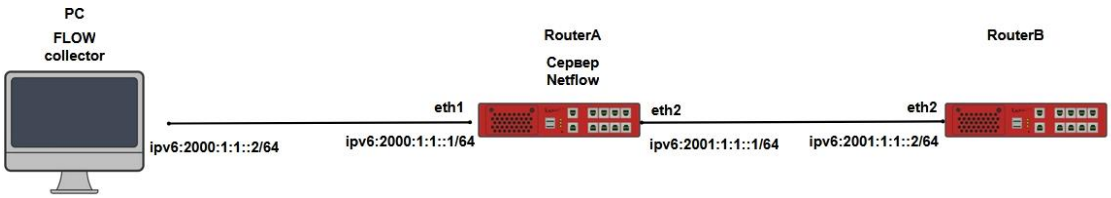

Рисунок 112 – Схема настройки утилиты мониторинга Netflow

16.5.2 Этапы настройки сети

16.5.2.1 Настройте FLOW collector на PC

16.5.2.2 Настройте RouterA

16.5.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000:1:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config-if-[eth2])#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:1:1::1/64
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.5.2.2.2 Настройте сервер Netflow

```
RouterA(config)#log netflow clear
RouterA(config)#log netflow dumping-time 300
RouterA(config)#log netflow maxlife 30d
RouterA(config)#log netflow maxsize 10MB
RouterA(config)#log netflow protocol 10
RouterA(config)#log netflow set-server 2000:1:1::2 9005
RouterA(config)#log netflow ipv4 off
RouterA(config)#log netflow input on
RouterA(config)#log netflow ipv6 on
RouterA(config)#log netflow on
RouterA(config)#end
```

16.5.2.3 Настройте интерфейс на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:1:1::2/64
RouterB(config-if-[eth2])#end
```

16.5.2.4 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.5.3 Проверка настроек

16.5.3.1 Выполните команду ping 2001:1:1::1 repeat 16 на RouterB для пуска ICMP6 трафика на RouterA

```
PING 2001:1:1::1(2001:1:1::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:1:1::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
```

16.5.3.2 Выполните команду tcpdump eth1 verbose для просмотра отправленных потоков на PC

```
12:21:16.032870 IP6 (flowlabel 0x4ff2e, hlim 64, next-header UDP (17) payload length: 884)
2000:1:1::1.35890 > 2000:1:1::2.9005: [bad ud6
12:21:16.033924 IP6 (flowlabel 0x601f9, hlim 64, next-header ICMPv6 (58) payload length: 932)
2000:1:1::2 > 2000:1:1::1: [icmp6 sum ok] 5
12:21:21.217183 IP6 (hlim 255, next-header ICMPv6 (58) payload length: 32) fe80::3648:edff:feb0:5d08
> 2000:1:1::1: [icmp6 sum ok] ICMP61
        source link-address option (1), length 8 (1): 34:48:ed:b0:5d:08
          0x0000:  3448 edb0 5d08
12:21:21.217250 IP6 (hlim 255, next-header ICMPv6 (58) payload length: 24) 2000:1:1::1 >
fe80::3648:edff:feb0:5d08: [icmp6 sum ok] ICMP6]
```

16.5.3.3 На PC с помощью flow collector убедитесь что информация получена

16.6 Настройка функции мониторинга через Console

16.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На устройстве настроен мониторинг CPU, мониторинг температуры, мониторинг состояния диска, мониторинг памяти, мониторинг сетевых интерфейсов.

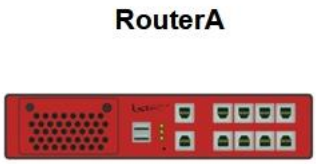

Рисунок 113 – Сервисный маршрутизатор

16.6.2 Этапы настройки на устройстве RouterA

16.6.2.1 Настройка мониторинга CPU

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#cpu
RouterA(monitoring-cpu)#interval info 10
RouterA(monitoring-cpu)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
```

16.6.2.2 Настройка мониторинга температуры

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#temperature
RouterA(monitoring-temperature)#interval info 5
RouterA(monitoring-temperature)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
```

16.6.2.3 Настройка мониторинга состояния диска

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#disk
RouterA(monitoring-disk)#interval poll 10
RouterA(monitoring-disk)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
```

16.6.2.4 Настройка мониторинга памяти

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#memory
RouterA(monitoring-memory)#interval poll 5
```

```
RouterA(monitoring-memory)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
```

16.6.2.5 Настройка мониторинга сетевых интерфейсов

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#network
RouterA(monitoring-net)#interval poll 5
RouterA(monitoring-net)#interface eth1 1
RouterA(monitoring-net)#exit
RouterA(config-emon)#exit
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
```

16.6.2.6 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.6.3 Проверка настроек

16.6.3.1 Результат настройки мониторинга CPU отображается в консоли

```
[Tue, 29 Dec 2015 07:12:12 +0300][INFO]'CPU:total=0.50%,core#1=1.00%,core#2=0.00%'
[Tue, 29 Dec 2015 07:12:17 +0300][INFO]'CPU:total=2.50%,core#1=2.02%,core#2=2.97%'
```

16.6.3.2 Результат настройки мониторинга температуры отображается в консоли

```
[Tue, 29 Dec 2015 07:17:35 +0300][INFO]'TEMPERATURE:Max=47.3%°C,sensor #1=42.5°C,sensor
#2=40.2°C,sensor #3=36.9°C,sensor #4=44.1°C,sensor #5=47.3°C'
[Tue, 29 Dec 2015 07:17:50 +0300][INFO]'TEMPERATURE:Max=47.1%°C,sensor #1=42.4°C,sensor
#2=40.3°C,sensor #3=36.9°C,sensor #4=44.1°C,sensor #5=47.1°C'
```

16.6.3.3 Результат настройки мониторинга состояния диска отображается в консоли

```
[Tue, 29 Dec 2015 07:22:49 +0300][INFO]'HDD:/dev/sda1=OK: total 0.48Gb, used 0.01Gb(2.66%)'
[Tue, 29 Dec 2015 07:23:56 +0300][INFO]'HDD:/dev/sda1=OK: total 0.48Gb, used 0.01Gb(2.66%)'
```

16.6.3.4 Результат настройки мониторинга памяти отображается в консоли

```
[Tue, 29 Dec 2015 07:26:16 +0300][INFO]'RAM:system=37.0%(35/96Mb),total
used=9.8%(185/1888Mb)'
[Tue, 29 Dec 2015 07:26:21 +0300][INFO]'RAM:system=36.8%(35/96Mb),total
used=9.8%(184/1888Mb)'
```

16.6.3.5 Результат настройки мониторинга сетевых интерфейсов отображается в консоли

```
[Tue, 29 Dec 2015 07:30:52 +0300][INFO]'NET:eth1=Link UP, speed 1000 Mb/sec, rx/tx errors 0/0'
```

16.7 Настройка поддержки IP SLA

16.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются четыре сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB, RouterC и RouterD.

Между устройствами настроена статическая маршрутизация. Соседство настраивается между RouterA и RouterB, RouterA и RouterC, RouterB и RouterD, RouterD и RouterC. Прямого соседства нет между устройствами RouterB и RouterC, RouterA и RouterD. На каждом из устройств настроены интерфейсы и назначены IP-адреса.

На устройстве RouterA настроен механизм IP SLA.

На RouterD настроен loopback-интерфейс.

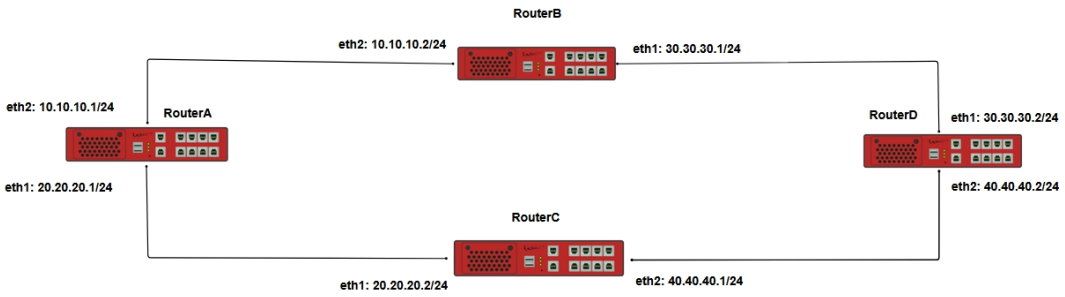

Рисунок 114 – Схема настройки IP SLA

16.7.2 Этапы настройки сети

16.7.2.1 Настройте RouterA

16.7.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 20.20.20.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.1.2 Настройте трекер для отслеживания состояния хоста при помощи ICMP сообщений

```
RouterA(config)#track icmp ICMP host 10.10.10.2 period 3
RouterA(config)#track icmp ICMP on
```

16.7.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 50 track ICMP
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 20.20.20.2 100
RouterA(config)#end
```

16.7.2.2 Настройте RouterB

16.7.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 30.30.30.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.2.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 50.50.50.0/24 30.30.30.2
RouterB(config)#end
```

16.7.2.3 Настройте RouterC

16.7.2.3.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterC(config)#interface eth1
```

```
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 20.20.20.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 40.40.40.1/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.3.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 50.50.50.0/24 40.40.40.2
RouterC(config)#end
```

16.7.2.4 Настройте RouterD

16.7.2.4.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterD(config)#interface eth1
RouterD(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth1])#ip address 30.30.30.2/24
RouterD(config-if-[eth1])#exit
RouterD(config)#interface eth2
RouterD(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterD(config-if-[eth2])#ip address 40.40.40.2/24
RouterD(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.4.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterD(config)#interface lo 1
RouterD(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterD(config-if-[lo1])#ip address 50.50.50.1/24
RouterD(config-if-[lo1])#exit
```

16.7.2.4.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterD(config)#ip route 10.10.10.0/24 30.30.30.1
RouterD(config)#ip route 20.20.20.0/24 40.40.40.1
RouterD(config)#end
```

16.7.2.5 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.7.3 Проверка настроек

16.7.3.1 Выполните команду show ip route track-table на RouterA для просмотра вывода на экран маршрутов, их состояний и подключенных к ним трекеров.

```
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 track ICMP state is up
```

16.7.3.2 Выполните команду show ip route track для просмотра настроенного трекера

```
ICMP-tracker ICMP:
    testing reachability of 10.10.10.2
    period 3 seconds
    state: ON
History of tracking:
    15-02-2024 15:00:17 - host is up
    15-02-2024 15:00:20 - host is up
    15-02-2024 15:00:23 - host is up
    15-02-2024 15:00:26 - host is up
    15-02-2024 15:00:29 - host is up
```

16.7.3.3 Выполните команду show ip route static на RouterA для просмотра настроенного маршрута

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 10.10.10.2 to network 0.0.0.0
S*     0.0.0.0/0 [50/0] via 10.10.10.2, eth2
```

16.7.3.4 Выполните команду ping 50.50.50.1, чтобы убедиться, что трафик проходит через RouterB

```
PING 50.50.50.1 (50.50.50.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.95 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.89 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.94 ms
```

16.7.3.5 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterD для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:09:34.341143 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24172, seq 1, length 64
15:09:34.341202 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24172, seq 1, length 64
15:09:35.342199 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24172, seq 2, length 64
15:09:35.342232 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24172, seq 2, length 64
```

```
15:09:36.343230 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24172, seq 3, length 64
15:09:36.343287 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24172, seq 3, length 64
```

16.7.3.6 Выполните следующие дейтсвия для проверки прохождения трафика по другому настроенному маршруту

16.7.3.6.1 Отключите интерфейс eth2 на RouterB, чтобы разорвать соединение RouterA и RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth1])#shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

16.7.3.6.2 Выполните команды show ip route track-table и show track, чтобы убедиться, что трек отключен

show ip route track-table

```
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 track ICMP state is down
```

show track

```
ICMP-tracker ICMP:
    testing reachability of 10.10.10.2
    period 3 seconds
    state: ON
History of tracking:
    15-02-2024 15:18:47 - host is down
    15-02-2024 15:18:50 - host is down
    15-02-2024 15:18:53 - host is down
    15-02-2024 15:18:56 - host is down
    15-02-2024 15:18:59 - host is down
```

16.7.3.6.3 Выполните команду show ip route static на RouterA для просмотра маршрута к RouterC

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 20.20.20.2 to network 0.0.0.0
S*     0.0.0.0/0 [100/0] via 20.20.20.2, eth1
```

16.7.3.6.4 Выполните команду ping 50.50.50.1 на RouterA, чтобы убедиться, что трафик проходит через RouterC

```
PING 50.50.50.1 (50.50.50.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=2.00 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.91 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.98 ms
```

16.7.3.6.5 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterD для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:20:47.499194 IP 20.20.20.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24539, seq 1, length 64
15:20:47.499270 IP 50.50.50.1 > 20.20.20.1: ICMP echo reply, id 24539, seq 1, length 64
15:20:48.499034 IP 20.20.20.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24539, seq 2, length 64
15:20:48.499074 IP 50.50.50.1 > 20.20.20.1: ICMP echo reply, id 24539, seq 2, length 64
15:20:49.500159 IP 20.20.20.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24539, seq 3, length 64
15:20:49.500208 IP 50.50.50.1 > 20.20.20.1: ICMP echo reply, id 24539, seq 3, length 64
```

16.7.3.7 Выполните следующие дейтсвия для восстановления соединения между RouterA и RouterB

16.7.3.7.1 Включите интерфейс eth2 на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

16.7.3.7.2 Выполните команды show ip route track-table и show track, чтобы убедиться, что трек включен

show ip route track-table

```
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 track ICMP state is up
```

show track

```
ICMP-tracker ICMP:
    testing reachability of 10.10.10.2
    period 3 seconds
    state: ON
History of tracking:
    15-02-2024 15:24:24 - host is up
    15-02-2024 15:24:28 - host is up
    15-02-2024 15:24:31 - host is up
    15-02-2024 15:24:34 - host is up
    15-02-2024 15:24:37 - host is up
```

16.7.3.7.3 Выполните команду show ip route static, чтобы убедиться, что восстановился маршрут к RouterB

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 10.10.10.2 to network 0.0.0.0
S*      0.0.0.0/0 [50/0] via 10.10.10.2, eth2
```

16.7.3.7.4 Выполните команду ping 50.50.50.1, чтобы убедиться, что трафик проходит через RouterB

```
PING 50.50.50.1 (50.50.50.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=2.02 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=1.94 ms
64 bytes from 50.50.50.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.98 ms
```

16.7.3.7.5 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterD для анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:26:16.658213 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24720, seq 1, length 64
15:26:16.658278 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24720, seq 1, length 64
15:26:17.659325 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24720, seq 2, length 64
15:26:17.659380 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24720, seq 2, length 64
15:26:18.660555 IP 10.10.10.1 > 50.50.50.1: ICMP echo request, id 24720, seq 3, length 64
15:26:18.660605 IP 50.50.50.1 > 10.10.10.1: ICMP echo reply, id 24720, seq 3, length 64
```

16.8 Настройка работы debug на примере протокола OSPFv2

16.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На сервисных маршрутизаторах настроены интерфейсы и назначены IP-адреса.

На RouterA настроен режим отладки debug на примере протокола OSPFv2.

На RouterB настроена маршрутизация OSPF.

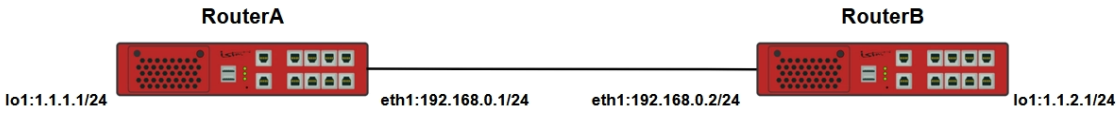

Рисунок 115 – Схема настройки работы debug на примере протокола OSPFv2

16.8.2 Этапы настройки

16.8.2.1 Настройте RouterA

16.8.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

16.8.2.1.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

16.8.2.1.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/24
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

16.8.2.1.4 Настройте режим отладки с протоколом OSPF

```
RouterA(config)#debug control on
RouterA(config)#debug ospf route install
RouterA(config)#logging level ospf 7
RouterA(config)#vlog user admin
RouterA(config)#router ospf 1
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#network 192.168.0.0/24 area 0
RouterA(config-router)#network 1.1.1.1/24 area 0
RouterA(config-router)#end
```

16.8.2.2 Настройте RouterB

16.8.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

16.8.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

16.8.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
```

```
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/24
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

16.8.2.2.4 Настройте маршрутизацию OSPF

```
RouterB(config)router ospf 1
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#network 192.168.0.0/24 area 0
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/24 area 0
RouterB(config-router)#end
```

16.8.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.8.3 Проверка настроек

16.8.3.1 Выполните команду no debug ospf на RouterA для выключения debug

```
All possible debugging has been turned off
```

16.8.3.2 Выполните команду debug ospf packet hello на RouterA для включения debug

```
OSPF packet Hello debugging is on
<pvr> : 2023/02/21 13:01:24 OSPF[ 8767]: RECV[Hello]: From 2.2.2.2 via eth1)
<pvr> : 2023/02/21 13:01:25 OSPF[ 8767]: SEND[Hello]: To 224.0.0.5 via eth1:192.168.0.1, length 48
<pvr> : 2023/02/21 13:01:33 OSPF[ 8767]: RECV[Hello]: From 2.2.2.2 via eth1:192.168.0.1 (192.168.0.)
<pvr> : 2023/02/21 13:01:34 OSPF[8767]:SEND[Hello]:To224.0.0.5 via eth1:192.168.0.1, length 48
<pvr> : 2023/02/21 13:01:43 OSPF[8767]:RECV[Hello]:From2.2.2.2 via eth1:192.168.0.1 (192.168.0.)
<pvr> : 2023/02/21 13:01:44 OSPF[8767]:SEND[Hello]:To224.0.0.5 via eth1:192.168.0.1, length 48
```

16.9 Настройка PoE

16.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

К RouterA подключена Camera через switchport1 работающий в режиме PoE.

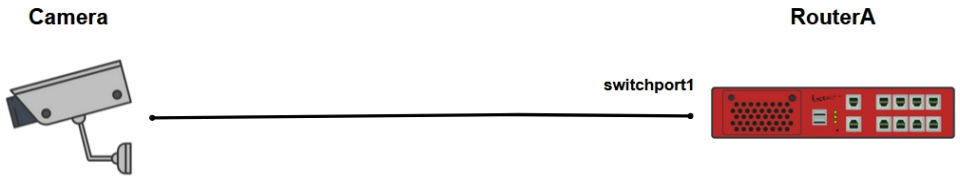

Рисунок 116 – Схема настройки PoE

16.9.2 Этапы настройки

16.9.2.1 Настройте RouterA

16.9.2.1.1 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-if-[switchport1])#no shutdown
RouterA(config-if-[switchport1])#exit
```

16.9.2.1.2 Включите на RouterA режим PoE

```
RouterA(config)#poe on
RouterA(config)#end
```

16.9.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

16.9.3 Проверка настроек

Выполните команду show poe interfaces switchport 1 на RouterA для просмотра состояния порта

```
Power over Ethernet Interfaces: enabled
  Interface switchport7: UP
  Port type: IEEE802.3AF Pre-defined Power Limit: 8000 mW
  Temporary Power Limit: 8000 mW
  Class: 0
  Priority: LOW
  Force Power: off
  Status:
   Port is on: Valid resistor detected
```

16.10 Использование модификаторов GREP

16.10.1 Описание настройки

Команда grep используется для фильтрации выводимых сообщений в стиле утилиты grep в UNIX-подобных системах. Можно задать до 3 шаблонов для поиска, которые можно ввести в конце команды после символа | (ИЛИ). Модификаторы выводы grep позволяют изменять формат и содержание вывода команды.

16.10.2 Примеры вывода команд с использованием модификаторов grep

16.10.2.1 Выполните команду show interfaces brief | grep eth1 or eth2 для вывода на экран краткой сводки по интерфейсам eth1 и eth2

```
eth1 94:3f:bb:00:2d:c5   unassigned   UP/DOWN        ON
eth2 94:3f:bb:00:2d:c6   unassigned   DOWN/DOWN      OFF
```

16.10.2.2 Выполните команду show running-config | grep switchport context after 3, которая выведет все строки с контекстом "switchport" и три строки после каждого совпадения из результата выполнения команды show running-config

```
interface switchport1
description sally
no shutdown
exit
interface switchport2
description Sam
no shutdown
exit
interface switchport3
description Sarah
no shutdown
exit
interface switchport4
description steven
no shutdown
exit
interface switchport5
no shutdown
exit
interface switchport6
no shutdown
exit
interface switchport7
no shutdown
```

```
exit
interface switchport8
no shutdown
exit
```

16.10.2.3 Выполните команду show running-config | grep "no shutdown" context before 2, которая выведет все строки с контекстом "no shutdown" и две строки перед каждым совпадением из результата выполнения команды show running-config

```
interface eth1
no shutdown
--
interface switchport1
description sally
no shutdown
--
interface switchport2
description Sam
no shutdown
--
interface switchport3
description Sarah
no shutdown
--
interface switchport4
description steven
no shutdown
exit
interface switchport5
no shutdown
exit
interface switchport6
no shutdown
exit
interface switchport7
no shutdown
exit
interface switchport8
no shutdown
--
interface vlan1
vid 1 ethertype 0x8100
no shutdown
```

16.10.2.4 Выполните команду show running-config | grep switchport only-matching для вывода только самих совпадений "switchport" без вывода всей строки из результата выполнения команды show running-config

```
switchport
switchport
switchport
switchport
switchport
switchport
switchport
switchport
```

16.10.2.5 Выполните команду show interfaces brief | grep switchport invert-match для вывода всех строк, в которых нет совпадений с "switchport" из результата вывода на экран команды show interfaces brief

```
Interface  HW Address        IPv4 Address      Admin/Link       DHCPv4    Description
eth1       94:3f:bb:00:2d:c5  unassigned        UP/DOWN          ON
eth2       94:3f:bb:00:2d:c6  unassigned        DOWN/DOWN        OFF
vlan1      94:3f:bb:00:2d:c7  192.168.0.1/24    UP/DOWN          OFF
```

16.10.2.6 Выполните команду show interfaces brief | grep SWITCHPORT ignore-case для вывода всех строк, содержащих "switchport", независимо от регистра букв из результата вывода на экран команды show interfaces brief

```
switchport1      n/a     UP/DOWN     n/a     sally
switchport2      n/a     UP/DOWN     n/a     Sam
switchport3      n/a     UP/DOWN     n/a     Sarah
switchport4      n/a     UP/DOWN     n/a     steven
switchport5      n/a     UP/DOWN     n/a
switchport6      n/a     UP/DOWN     n/a
switchport7      n/a     UP/DOWN     n/a
switchport8      n/a     UP/DOWN     n/a
```

16.10.2.7 Выполните команду show log syslog | grep "16\\:2[1-2]" extended-regexp | grep dhcpdiscover ignore-case.

Эта команда сначала выполняет поиск регулярного выражения 16\:2[1-2] из результата вывода команды show log syslog, игнорируя регистр. Затем она передает результат первого поиска во вторую команду grep, которая ищет строку dhcpdiscover в полученных результатах, так же игнорируя регистр.

```
Apr 18 11:16:22 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
Apr 18 12:16:21 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 16
Jul 2 16:21:08 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 13
Jul 2 16:21:21 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 18
Jul 2 16:21:39 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 20
Jul 2 16:21:59 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 20
```

```
Jul 2 16:22:19 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 18
Jul 2 16:22:37 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 9
Jul 2 16:22:46 sr-be dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 17
```

16.10.2.8 Выполните команду show running-config | grep "switchport." extended-regexp context after 2 для вывода на экран всех строк, содержащих "switchport", вместе с двумя строками, следующими за каждым совпадением из результата выполнения команды show running-config

```
interface switchport1
no shutdown
exit
interface switchport2
no shutdown
exit
interface switchport3
no shutdown
exit
interface switchport4
no shutdown
exit
interface switchport5
no shutdown
exit
interface switchport6
no shutdown
exit
interface switchport7
no shutdown
exit
interface switchport8
no shutdown
exit
```

16.10.2.9 Выполните команду show running-config | grep "192.168.[0-9].1" extended-regexp для вывода строк, содержащих шаблон IP-адреса "192.168.x.1" из результата выполнения команды show running-config, учитывая, что каждый октет может содержать одну или более цифр.

```
ip address 192.168.0.1/24
```

17 Управление маршрутизатором

17.1 Настройка LTE-модема

17.1.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используются сервисный маршрутизатор RouterA.

На RouterA настроен интерфейс lte eth и интерфейс eth1 - IP address 198.168.0.2/24.

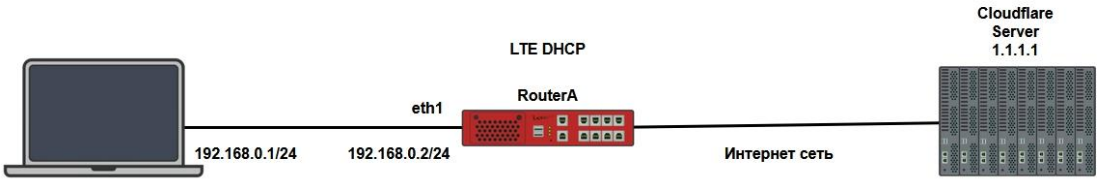

Рисунок 117 – Схема настройки LTE

17.1.2 Этапы настройки сети

17.1.2.1 Настройте RouterA

17.1.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

17.1.2.1.2 Настройте интерфейс lte1

```
RouterA(config)#interface lte1
RouterA(config-if-[lte1])#ip address dhcp
RouterA(config-if-[lte1])#exit
```

17.1.2.1.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.1.2.1.4 Настройте NAT на RouterA

```
RouterA(config)#ip access-list NAT outinterface lte1
RouterA(config)#ip nat access-list NAT source masquerade
```

17.1.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.1.3 Проверка настроек

17.1.3.1 Выполните команду show interfaces brief на RouterA для просмотра полученного адреса

```
Interface    HW Address            IPv4 Address        Admin/Link    DHCPv4     Description
eth1      94:3f:bb:00:30:41      192.168.0.2/24       UP/UP     OFF
eth2      94:3f:bb:00:30:42      unassigned     DOWN/DOWN     OFF
lte1     00:1e:10:1f:00:00     192.168.8.100/24      UP/UP        ON     12d1:14db device
```

17.1.3.2 Выполните команду ping 1.1.1.1 на PC для проверки работы модема

```
PING 1.1.1.1 (1.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=54 time=37.3 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=54 time=25.9 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=54 time=24.8 ms
^C
--- 1.1.1.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 24.849/29.359/37.299/5.631 ms
```

17.2 Настройка Samba-сервера

17.2.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

К RouterA подключен PC, где настроен сетевой интерфейс.

На RouterA настроен интерфейс и назначен статически IP-адрес, настроен Samba-сервер и добавлен пользователь Samba, создано приватное хранилище и гостевая папка.

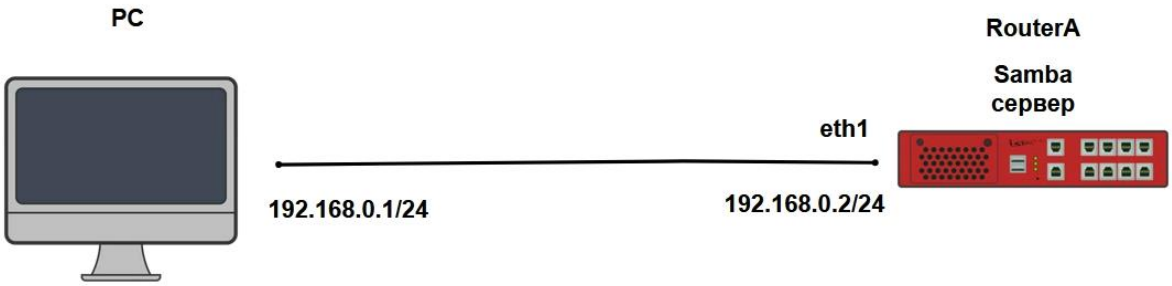

Рисунок 118 – Схема настройки работы сервера Samba

17.2.2 Этапы настройки сети

17.2.2.1 Настройте клиент samba на PC

17.2.2.2 Настройте RouterA

17.2.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

17.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.2.2.2.3 Добавьте пользователя в систему

```
RouterA(config)#username add testuser group service
Enter password:
Repeat password:
```

17.2.2.2.4 Настройте Samba сервер

Примечание

Далее приведена настройка Samba-сервера, который использует USB-flash накопитель для хранения данных.

```
RouterA(config)#samba server
RouterA(config-sambaserver)#mkdir /media/usb0 testshare
RouterA(config-sambaserver)#chmod /media/usb0 testshare/
```

17.2.2.2.5 Подтвердите выбор накопителя

yes

17.2.2.2.6 Настройте приватное хранилище

```
RouterA(config-sambaserver)#interfaces eth1
RouterA(config-sambaserver)#user add testuser
RouterA(config-sambaserver)#share add testshare /media/usb0
RouterA(config-sambashare-[testshare])#writable on
RouterA(config-sambashare-[testshare])#disk /media/usb0
RouterA(config-sambashare-[testshare])#path testshare/
RouterA(config-sambashare-[testshare])#users testuser
RouterA(config-sambashare-[testshare])#enable
RouterA(config-sambashare-[testshare])#exit
```

17.2.2.2.7 Включите сервер Samba

```
RouterA(config-sambaserver)#on
RouterA(config-sambaserver)#end
```

17.2.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.2.3 Проверка настроек

17.2.3.1 Выполните подключение с PC на Samba сервер

```
Try "help" to get a list of possible commands.
smb: \>
```

17.3 Настройка TFTP-сервера

17.3.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На Router B настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и включен протокол tftp.

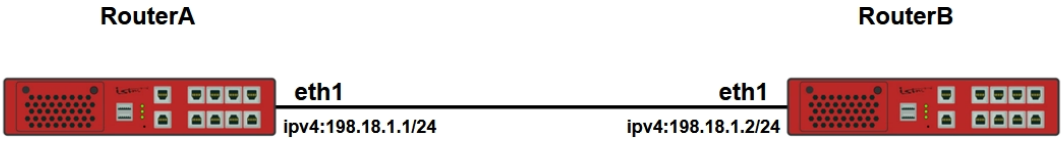

Рисунок 119 – Схема настройки TFTP

17.3.2 Этапы настройки сети

17.3.2.1 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

17.3.2.2 Настройте RouterB

17.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

17.3.2.2.2 Включите TFTP

```
RouterB(config)#tftp on
RouterB(config)#end
```

17.3.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.3.3 Проверка настроек

17.3.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.95 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.951 ms
```

```
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.977 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.924 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.984 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.944 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.974 ms
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.924/1.092/1.949/0.325 ms
```

17.3.3.2 Выполните команду copy profile profile to url tftp 198.18.1.2 на RouterA для отправки файла конфигурации

```
profile exported successfully
```

17.3.3.3 Выполните команду show tftp на RouterB для проверки получения файла на TFTP-сервере устройства

```
TFTP server state: on
Files:
profile.json
```

17.3.3.4 Выполните команду copy profile profile from url tftp 198.18.1.2 на RouterB для импорта профиля с TFTP-сервера

```
Profile imported successfully!
```

17.4 Настройка авторизации по протоколу RADIUS

17.4.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используется сервисный маршрутизатор и PC

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24 и настроен RADIUS-сервер.

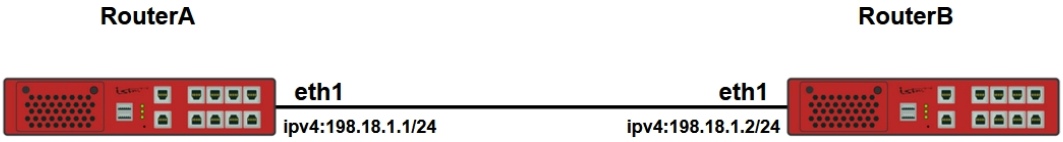

Рисунок 120 – Схема настройки IP SLA

17.4.2 Этапы настройки сети

17.4.2.1 Настройте RouterA

17.4.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.4.2.1.2 Настройте Radius-сервер

```
RouterA(config)#radius server 198.18.1.2 password istok-radius authentication-port 1812 accounting-port 1813 timeout 3
RouterA(config)#system ssh authentication-method radius
RouterA(config)#end
```

17.4.3 Проверка настроек

17.4.3.1 Выполним команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки соединения с PC

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.95 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.951 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.03 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.977 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.924 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.984 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.944 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.974 ms
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 14ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.924/1.092/1.949/0.325 ms
```

17.4.3.2 На виртуальной машине запустите freeradius

17.4.3.3 Выполните вход в учётную запись admin с использование учётных данных RADIUS-сервера (login: admin; password: istok-radius)

```
admin@DUT1#
```

17.4.3.4 Проверьте вывод RADIUS-сервера

Вывод RADIUS-сервера содержит `Access-Request ` и `Sent Access-Accept`

```
Ready to process requests
(0) Received Access-Request Id 13 from 198.18.1.1:55598 to 198.18.1.2:1812 length 78
(0)   User-Name = "admin"
(0)   User-Password = "istok"
(0)   NAS-IP-Address = 127.0.1.1
(0)   NAS-Identifier = "login"
(0)   NAS-Port = 3802
(0)   NAS-Port-Type = Virtual
(0)   Service-Type = Authenticate-Only
(0) # Executing section authorize from file /etc/freeradius/3.0/sites-enabled/default
(0)   authorize {
(0)     policy filter_username {
(0)       if (&User-Name) {
(0)       if (&User-Name)  -> TRUE
(0)       if (&User-Name)  {
(0)         if (&User-Name =~ / /) {
(0)         if (&User-Name =~ / /)  -> FALSE
(0)         if (&User-Name =~ /@[^@]*@/ ) {
(0)         if (&User-Name =~ /@[^@]*@/ )  -> FALSE
(0)         if (&User-Name =~ /\.\./ ) {
(0)         if (&User-Name =~ /\.\./ )  -> FALSE
(0)         if ((&User-Name =~ /@/) && (&User-Name !~ /@(.+)\.(.+)$/))  {
(0)         if ((&User-Name =~ /@/) && (&User-Name !~ /@(.+)\.(.+)$/))   -> FALSE
(0)         if (&User-Name =~ /\.$/)  {
(0)         if (&User-Name =~ /\.$/)   -> FALSE
(0)         if (&User-Name =~ /@\./)  {
(0)         if (&User-Name =~ /@\./)   -> FALSE
(0)       } # if (&User-Name)  = notfound
(0)     } # policy filter_username = notfound
(0)     [preprocess] = ok
(0)     [chap] = noop
(0)     [mschap] = noop
(0)     [digest] = noop
(0) suffix: Checking for suffix after "@"
(0) suffix: No '@' in User-Name = "admin", looking up realm NULL
(0) suffix: No such realm "NULL"
(0)     [suffix] = noop
(0) eap: No EAP-Message, not doing EAP
```

```
(0)     [eap] = noop
(0) files: users: Matched entry admin at line 211
(0)     [files] = ok
(0)     [expiration] = noop
(0)     [logintime] = noop
(0)     [pap] = updated
(0)   } # authorize = updated
(0) Found Auth-Type = PAP
(0) # Executing group from file /etc/freeradius/3.0/sites-enabled/default
(0)   Auth-Type PAP {
(0) pap: Login attempt with password
(0) pap: Comparing with "known good" Cleartext-Password
(0) pap: User authenticated successfully
(0)     [pap] = ok
(0)   } # Auth-Type PAP = ok
(0) # Executing section post-auth from file /etc/freeradius/3.0/sites-enabled/default
(0)   post-auth {
(0)     if (session-state:User-Name && reply:User-Name && request:User-Name && (reply:User-Name
== request:User-Name)) {
(0)     if (session-state:User-Name && reply:User-Name && request:User-Name && (reply:User-Name
== request:User-Name))  -> FALSE
(0)     update {
(0)       No attributes updated for RHS &session-state:
(0)     } # update = noop
(0)     [exec] = noop
(0)     policy remove_reply_message_if_eap {
(0)       if (&reply:EAP-Message && &reply:Reply-Message) {
(0)       if (&reply:EAP-Message && &reply:Reply-Message)  -> FALSE
(0)       else {
(0)         [noop] = noop
(0)       } # else = noop
(0)     } # policy remove_reply_message_if_eap = noop
(0)     if (EAP-Key-Name && &reply:EAP-Session-Id) {
(0)     if (EAP-Key-Name && &reply:EAP-Session-Id)  -> FALSE
(0)   } # post-auth = noop
(0) Sent Access-Accept Id 13 from 198.18.1.2:1812 to 198.18.1.1:55598 length 51
(0)   Service-Type = NAS-Prompt-User
(0)   Cisco-AVPair = "shell:priv-lvl=15"
(0) Finished request
Waking up in 4.9 seconds.
(0) Cleaning up request packet ID 13 with timestamp +9 due to cleanup_delay was reached
Ready to process requests
```

17.5 Настройка авторизации по протоколу TACACS

17.5.1 Описание настройки

На устройстве RouterA настроена авторизация через TACACS+ сервер. При попытке авторизации, устройство RouterA отправляет запрос на TACACS+ сервер, после обработки запроса TACACS+ сервер отправляет ответ на устройство.

Производится попытка авторизации пользователя admin с учетными данными расположенными локально и с учётными данными сконфигурированными на TACACS+ сервере.

Рисунок 121 – Логическая схема протокола TACACS

17.5.2 Этапы настройки

17.5.2.1 Настройте RouterA

17.5.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.5.2.1.2 Настройте tacacs сервер

```
RouterA(config)#tacacs server 198.18.1.2 secret vvzHIclwxT4bRNeetJYTtAA= priority 1
```

17.5.2.1.3 Включите функцию TACACS accounting

```
RouterA(config)#tacacs accounting on
```

17.5.2.1.4 Настройте автоматизацию по ssh

```
RouterA(config)#system ssh authentication-method tacacs
```

17.5.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.5.3 Проверка настроек

17.5.3.1 Выполните команду show tacacs server на RouterA для вывода на экран настройки TACACS+ сервера

```
TACACS servers:
    198.18.1.2 password: vvzHIcIwxT4bRNeetJYTtAA= priority: 1
    accounting: on
```

17.5.3.2 Выполните команду show aaa на RouterA для вывода на экран настройки ssh

```
Service lists:
service name | auth method
--------------------------------------------
   console     | local
    ssh        | tacacs
   telnet       | local
```

17.5.3.3 Выполните вход на PC1 в учетную запись admin по ssh с использование учётных данных TACACS+ сервера;

```
admin@Router-t3-01#
```

17.5.3.4 Выполните команду show privilege на RouterA для вывода на экран настройки ssh

```
Your privilege level is: 15
```

17.5.3.5 Выполните команду show users на RouterA для вывода на экран настройки ssh

```
User    | Group  |   Type   | Privilege
-------------------------------------------------------
admin | admin  | tacacs | 15
```

17.6 Настройка протокола ECMP

17.6.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбраны два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB. Все устройства подключены к RouterA: PC1, PC2.

На RouterA настроены интерфейсы, vlan и настроны все возможные маршруты для работы по протоколу ECMP.

На RouterB настроены интерфейсы и маршрутизация.

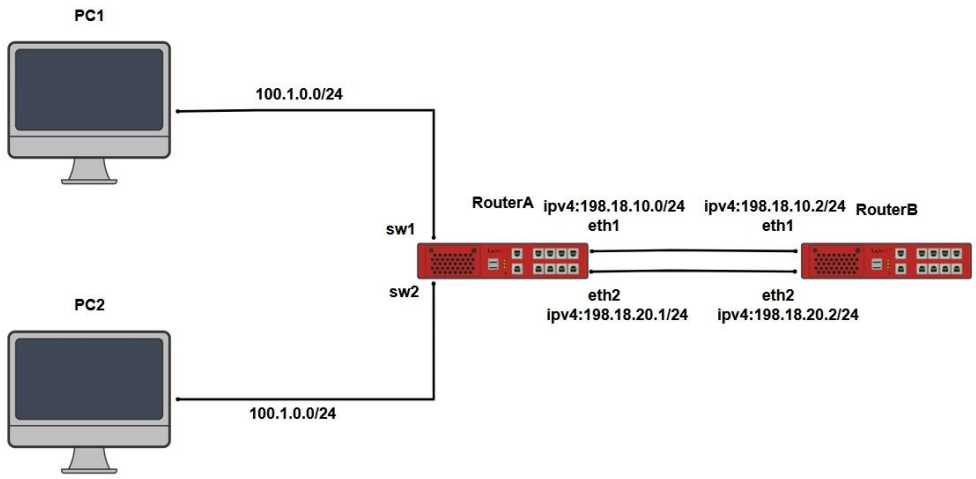

Рисунок 122 – Схема настройки моста

17.6.2 Этапы настройки

17.6.2.1 Настройте RouterA

17.6.2.1.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

17.6.2.1.2 Настройте интерфейсы switchport1 и switchport2, vlan10

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#switchport access vlan 10
RouterA(config-switchport1)#exit
RouterA(config)#interface switchport2
RouterA(config-switchport2)#no shutdown
RouterA(config-switchport2)#switchport access vlan 10
RouterA(config-switchport2)#exit
RouterA(config)#interface vlan10
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
```

17.6.2.1.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.10.2
RouterA(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.20.2
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.10.2
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.20.2
RouterA(config)#maximum-paths 2
RouterA(config)#end
```

17.6.2.2 Настройте RouterB

17.6.2.2.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

17.6.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo 1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

17.6.2.2.3 Настройте интерфейс lo2

```
RouterB(config)#interface lo 2
```

```
RouterB(config-if-[lo2])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo2])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo2])#exit
```

17.6.2.2.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 100.1.0.0/24 198.18.10.1
RouterB(config)#ip route 100.1.0.0/24 198.18.20.1
RouterB(config)#end
```

17.6.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.6.3 Проверка настроек

17.6.3.1 Выполните команду ping 1.1.1.1 с PC1 на RouterB

```
PING 1.1.1.1 (1.1.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.956 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.955 ms
```

17.6.3.2 Выполните команду show ip route static для проверки настройки равнозначных маршрутов

```
IP Route Table for VRF "default"
S      1.1.1.1/32 [1/0] via 198.18.20.2, eth2
        [1/0] via 198.18.10.2, eth1
S      2.2.2.2/32 [1/0] via 198.18.20.2, eth2
        [1/0] via 198.18.10.2, eth1
Gateway of last resort is not set
```

17.6.3.3 Выполните команду show bandwidth-monitor на Router A для проверки текущей проспускной способности интерфейсов

```
bwm-ng v0.6.2 (delay 1.000s);
input: /proc/net/dev; press 'ctrl-c' to end this
 \      iface                Rx              Tx            Total
 ==============================================================================
        eth1:        88.29  B/s        88.29  B/s        176.58  B/s
        eth2:         0.00  B/s         0.00  B/s          0.00  B/s
          lo:         0.00  B/s         0.00  B/s          0.00  B/s
   mpls-master:         0.00  B/s         0.00  B/s          0.00  B/s
   switchport1:        91.89  B/s        91.89  B/s        183.78  B/s
   switchport2:         0.00  B/s         0.00  B/s          0.00  B/s
       vlan10:        75.68  B/s        88.29  B/s        163.96  B/s
```

```
--------------------------------------------------------------------------------
        total:        255.86  B/s        268.47  B/s        524.32  B/s
```

17.6.3.4 Выполните команду tcpdump eth1 на RouterB для просмотра анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
16:08:59.487551 IP 100.1.0.2 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 204, seq 1, length 64
16:08:59.487622 IP 1.1.1.1 > 100.1.0.2: ICMP echo reply, id 204, seq 1, length 64
16:09:00.488942 IP 100.1.0.2 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 204, seq 2, length 64
16:09:00.488977 IP 1.1.1.1 > 100.1.0.2: ICMP echo reply, id 204, seq 2, length 64
16:09:01.490304 IP 100.1.0.2 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 204, seq 3, length 64
16:09:01.490369 IP 1.1.1.1 > 100.1.0.2: ICMP echo reply, id 204, seq 3, length 64
```

17.6.3.5 Выполните команду ping 2.2.2.2 на PC1

```
PING 2.2.2.2 (2.2.2.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.976 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.923 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.920 ms
```

17.6.3.6 Выполните команду show bandwidth-monitor на RouterA для проверки текущей проспускной способности интерфейсов

```
bwm-ng v0.6.2 (delay 1.000s);
input: /proc/net/dev; press 'ctrl-c' to end this
 /       iface                Rx              Tx            Total
 ==============================================================================
         eth1:        88.37  B/s        88.37  B/s       176.74  B/s
         eth2:        88.37  B/s        88.37  B/s       176.74  B/s
           lo:         0.00  B/s         0.00  B/s         0.00  B/s
   mpls-master:         0.00  B/s         0.00  B/s         0.00  B/s
   switchport1:        91.97  B/s        91.97  B/s       183.95  B/s
   switchport2:        91.97  B/s        91.97  B/s       183.95  B/s
       vlan10:       151.49  B/s       176.74  B/s       328.22  B/s
--------------------------------------------------------------------------------
        total:       512.17  B/s       537.42  B/s         1.02 KB/s
```

17.6.3.7 Выполните команду tcpdump eth2 на RouterB для просмотра анализа трафика

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
16:17:26.427941 IP 100.1.0.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 96, seq 1, length 64
16:17:26.427987 IP 2.2.2.2 > 100.1.0.3: ICMP echo reply, id 96, seq 1, length 64
16:17:27.429271 IP 100.1.0.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 96, seq 2, length 64
```

```
16:17:27.429297 IP 2.2.2.2 > 100.1.0.3: ICMP echo reply, id 96, seq 2, length 64
16:17:28.430632 IP 100.1.0.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 96, seq 3, length 64
16:17:28.430673 IP 2.2.2.2 > 100.1.0.3: ICMP echo reply, id 96, seq 3, length 64
```

17.7 Настройка удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP

17.7.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (далее RouterA).

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP-address 198.18.1.1/24.

На PC настроен IP-address - 198.18.1.2/24.

На RouterA произведена настройка удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP.

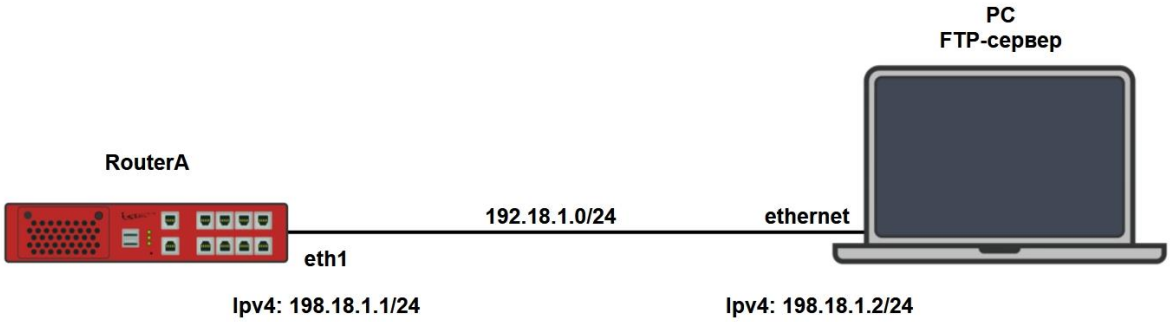

Рисунок 123 – Схема настройки удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP

17.7.2 Этапы настройки

17.7.2.1 Настройте на PC ip адрес 198.18.1.2/24, а так же FTP сервер

17.7.2.2 Настройте RouterA

17.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

17.7.2.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду <**write name**> для сохранения текущей конфигурации в файл.

17.7.3 Проверка настроек

17.7.3.1 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 4 на RouterA для проверки связности с компьютером

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.94 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.939 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.916 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.923 ms

--- 198.18.1.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.916/1.179/1.938/0.438 ms
```

17.7.3.2 Выполните команду copy profile profile to url ftp 198.18.1.2 на RouterA для отправки конфигурации на FTP-сервер

17.7.3.3 Проверьте полученный файл на ftp сервере

17.8 Настройка управления по протколу SNMP

17.8.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

К RouterA подключен PC, где настроен сетевой интерфейс.

На RouterA настроен интерфейс и назначен статически IP-адрес, настроен протокол SNMP.

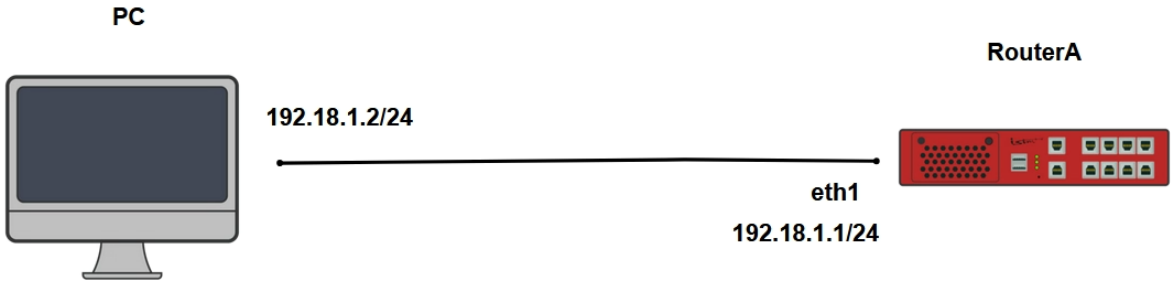

Рисунок 124 – Схема настройки протокола SNMP

17.8.2 Этапы настройки сети

17.8.2.1 Настройте RouterA

17.8.2.1.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.8.2.1.2 Настройте протокол SNMP

```
RouterA(config)#snmp community ro public ip-address 198.18.1.2/32
RouterA(config)#snmp community rw private ip-address 198.18.1.2/32
RouterA(config)#snmp user rw admin password istok_secret
RouterA(config)#snmp on
```

17.8.2.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.8.3 Проверка настроек

17.8.3.1 Выполните команду snmpwalk -v1 -c public 198.18.1.1 1.3.6.1.2.1.2.2.1.2 для получения информации об интерфейсах RouterA

```
IF-MIB::ifDescr.1 = STRING: lo
IF-MIB::ifDescr.2 = STRING: eth0
IF-MIB::ifDescr.3 = STRING: eth1
IF-MIB::ifDescr.4 = STRING: eth2
IF-MIB::ifDescr.5 = STRING: switchport1
IF-MIB::ifDescr.6 = STRING: switchport2
IF-MIB::ifDescr.7 = STRING: switchport3
```

```
IF-MIB::ifDescr.8 = STRING: switchport4
IF-MIB::ifDescr.9 = STRING: switchport5
IF-MIB::ifDescr.10 = STRING: switchport6
IF-MIB::ifDescr.11 = STRING: switchport7
IF-MIB::ifDescr.12 = STRING: switchport8
IF-MIB::ifDescr.16 = STRING: dummy0
IF-MIB::ifDescr.18 = STRING: mpls-master
```

17.9 Настройка управления по протоколу SSH IPv4

17.9.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основного устройства используется один сервисный маршрутизатор - RouterA.

На Router A настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24 и настроен протокол SSH.

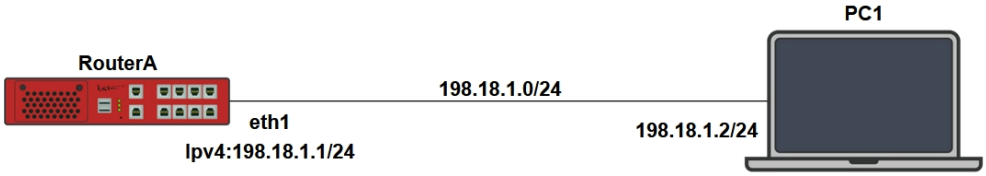

Рисунок 125 – Схема настройки протокола SSH IPv4

17.9.2 Этапы настройки сети

17.9.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.1.2/24

17.9.2.2 Настройте RouterA

17.9.2.2.1 Включите службу SSH

```
RouterA(config)#system ssh on
```

17.9.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.9.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройстве.

17.9.3 Проверка настроек

17.9.3.1 Выполните команду ssh admin@198.18.1.1 на PC1 и дождитесь приглашения ввода учётных данных (login, password)

```
User#ssh admin@198.18.1.1
The authenticity of host '198.18.1.1 (198.18.1.1)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:5DGX/BWLmyFK1cBZLAJGvwrZNQVCMFP65HZdLJEjttU.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '198.18.1.1' (RSA) to the list of known hosts.
admin@198.18.1.1's password:
```

17.10 Настройка управления по протоколу Telnet

17.10.1 Описание настройки

Как показано на рисунке в качестве основных устройств используются сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка состава оборудования в соответствии со схемой.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 192.168.0.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 192.168.0.2/24.

На устройствах настроен протокол Telnet.

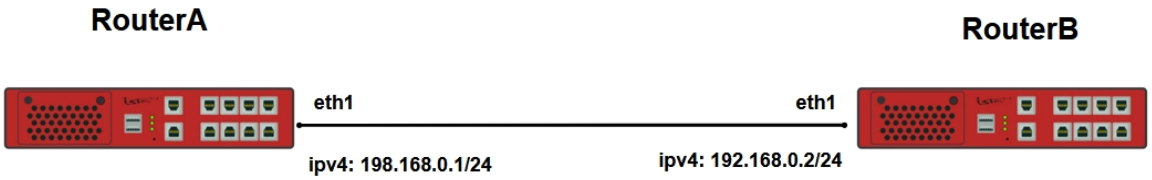

Рисунок 126 – Схема настройки протокола Telnet

17.10.2 Этапы настройки сети

17.10.2.1 Настройте RouterA

17.10.2.1.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterA(config)#no interface vlan1
```

17.10.2.1.2 Назначьте экземпляр VPN Routing Forwarding (VRF)

```
RouterA(config)#ip vrf VRF1
RouterA(config)#exit
```

17.10.2.1.3 Настройте интерфейс eth1 и свяжите интерфейс с указанным VRF

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding VRF1
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.10.2.1.4 Настройте telnet на VRF1

```
RouterA(config)#system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
RouterA(config)#system telnet vrf VRF1 port 100
```

17.10.2.2 Настройте RouterB

17.10.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan1
```

17.10.2.2.2 Назначьте экземпляр VPN Routing Forwarding (VRF)

```
RouterB(config)#ip vrf VRF1
RouterB(config-vrf)#exit
```

17.10.2.2.3 Настройте интерфейс eth1 и свяжите интерфейс с указанным VRF

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding VRF1
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

17.10.2.2.4 Настройте telnet на VRF1

```
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
```

```
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 port 100
```

17.10.2.2.5 Настройте whitelist vrf чтобы разрешить соединения только хостам из определенной сети

```
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 port 100
```

17.10.2.2.6 Настройте whitelist vrf, чтобы разрешить соединения только хостам из определенной сети

```
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 whitelist 10.10.10.0/24
RouterB(config)#system telnet restart
```

17.10.2.3 Сохраните настройки

Используйте команду **write <name>** для сохранения настроек на устройствах.

17.10.3 Проверка настроек

17.10.3.1 Выполните команду do ping 192.168.0.2 vrf VRF1 repeat 2 на RouterA для проверки связности

```
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.930 ms

--- 192.168.0.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 2ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.930/0.967/1.005/0.048 ms
```

17.10.3.2 Выполните команду telnet 192.168.0.2 port 100 vrf VRF1 на RouterA для проверки подключения по telnet

```
Trying 192.168.0.2...
Connected to 192.168.0.2.
Escape character is '^]'.
SR-BE
RouterB login: admin
Password:
Last login: Fri Sep 13 14:25:14 MSK 2024 on ttyS0
14:47:59 up 3 days, 1:52, 1 user, load average: 0.00, 0.00, 0.00
Last login: Fri Sep 13 14:47:59 on pts/0
```

17.10.3.3 Выполните команду show system telnet на RouterB для проверки настроек telenet

```
Telnet configuration

Telnet server enabled
  Port: 23
  Listen address: all IPv4
  Whitelist:
    all-ipv4
    all-ipv6

Telnet server in vrf VRF1 enabled
   Port: 100
   Listen address: 192.168.0.2
   Whitelist:
     10.10.10.0/24
     all-ipv6
Telnet timeout: 600
```

17.10.3.4 Выполните команду telnet 192.168.0.2 port 100 vrf VRF1 на RouterB для проверки подключения по telnet

```
Trying 192.168.0.2...
Connected to 192.168.0.2.
Escape character is '^]'.
Connection closed by foreign host.
```

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУКЦИИ И РУКОВОДСТВА ПО РАБОТЕ С ИЗДЕЛИЕМ

1. RU.07622667.00004-01 34 01-1 «Программное обеспечение сервисного маршрутизатора CS. Руководство оператора».
2. RU.07622667.00004-01 34 01-2 «Программное обеспечение сервисного маршрутизатора CS. Руководство оператора. Приложение 1. Справочник команд CLI».
3. RU.07622667.00004-01 32 01 «Программное обеспечение сервисного маршрутизатора CS. Руководство системного программиста».

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Официальный сайт компании: https://istokmw.ru/

Документацию и программное обеспечение на изделия можно скачать в разделе «Документация и Программное обеспечение» на странице https://istokmw.ru/service-router/

Базовая техническая поддержка осуществляется
5 дней в неделю по будням с 8:00 до 17:00 (время Московское)
тел: +7 (495) 465-86-48
e-mail: support@istokmw.ru
web: https://istokmw.ru/support/

Личный кабинет технической поддержки по функционированию продуктов
https://helpdesk.istokmw.ru/