

СЕРВИСНЫЙ МАРШРУТИЗАТОР СЕРИИ ISN415
ИНСТРУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ
ВЕРСИЯ ПО 3.25.00

СОДЕРЖАНИЕ

История изменений документа.....	8
Введение	9
1 Условные обозначения	10
2 Схема сети и описание общего сценария настройки устройства	11
3 Проверка версии программного обеспечения	12
4 Настройка локальной сети	14
5 Настройка функций обеспечения безопасности локальной сети.....	21
6 Удаленное подключение к сервисному маршрутизатору	24
7 Туннелирование	27
7.1 Настройка PPTP	27
7.2 Настройка PPPoE	33
7.3 Настройка PPPoE IPv6	39
7.4 Настройка GRE.....	45
7.5 Настройка IPIP.....	52
7.6 Настройка L2TP.....	58
7.7 Настройка L2TPv3.....	64
7.8 Настройка OpenVPN.....	70
7.9 Настройка DMVPN.....	78
7.10 Настройка IPsec	89
8 Функции L2.....	97
8.1 Настройка моста (bridge).....	97
8.2 Настройка логических интерфейсов (sub interface) на WAN-портах	100
8.3 Настройка протокола LLDP	103
8.4 Настройка протокола STP.....	106
8.5 Настройка протокола RSTP.....	110
8.6 Настройка протокола MSTP.....	114
8.7 Настройка L2 acl, L2 filter и L2 mangle list	123
8.8 Настройка Storm-control	134
8.9 Настройка L2GRE/GREТАР туннеля	140
8.10 Настройка VLAN	146
8.11 Настройка VoiceVLAN	150

9	Функции L3.....	156
9.1	Назначение статических IP-адресов WAN интерфейсам.....	156
9.2	Создание loopback-интерфейса.....	158
9.3	Настройка статической маршрутизации	160
9.4	Настройка статической маршрутизации IPv6	164
9.5	Настройка протокола динамической маршрутизации RIPv2	168
9.6	Настройка протокола динамической маршрутизации RIPvng.....	173
9.7	Настройка динамической маршрутизации OSPFv2.....	179
9.8	Настройка динамической маршрутизации OSPFv3	182
9.9	Настройка протокола динамической маршрутизации IS-IS	187
9.10	Настройка протокола динамической маршрутизации BGP	192
9.11	Настройка протокола динамической маршрутизации MP-BGP.....	199
9.12	Настройка фильтрации маршрутов с помощью prefix-list.....	205
9.13	Настройка протокола BFD для динамической маршрутизации.....	212
9.14	Настройка протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации	218
9.15	Настройка протокола BFD для статической маршрутизации	226
9.16	Настройка протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации	232
9.17	Настройка Source NAT.....	238
9.18	Настройка Destination NAT.....	244
9.19	Настройка NAT masquerade.....	249
9.20	Настройка VRF Lite.....	255
9.21	Настройка VRF Lite IPv6.....	260
9.22	Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса источника	266
9.23	Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса назначения	271
9.24	Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) источника.....	277
9.25	Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) назначения.....	283
9.26	Настройка физического интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута	291
9.27	Назначение в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов	296

9.28	Настройка loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута	301
9.29	Настройка зеркалирования трафика	306
9.30	Настройка Jumbo Frames на интерфейсах Ethernet	310
10	Управление IP-адресацией	314
10.1	Назначение статических IP-адресов на физические и логические интерфейсы	314
10.2	Настройка DHCP Relay Option 82	317
10.3	Настройка DHCP Snooping	322
10.4	Настройка DHCPv4 relay	325
10.5	Настройка DNS proxy	330
10.6	Настройка DNS-сервера	335
10.7	Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv4	341
10.8	Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv6	344
11	Функции MPLS	348
11.1	Распределение меток с помощью протокола LDP	348
11.2	Создание виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN)	356
11.3	Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS	371
11.4	Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS	382
11.5	Распределения меток с помощью протокола RSVP-TE	393
11.6	Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS с BGP сигнализацией	401
11.7	Настройка MPLS access list	414
12	Мультивещание	424
12.1	Настройка IGMP Snooping	424
12.2	Настройка PIM и IGMP	429
13	Качество обслуживания	434
13.1	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания FIFO	434
13.2	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HTB	438
13.3	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания SFQ	444

13.4	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания CBQ.....	448
13.5	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания PQ.....	452
13.6	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WFQ.....	456
13.7	Настройка предотвращения перегрузки очередей RED.....	459
13.8	Настройка предотвращения перегрузки очередей GRED.....	463
13.9	Настройка перемаркировки приоритетов.....	467
13.10	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания TBF.....	472
13.11	Настройка работы предотвращения перегрузки очередей WRED.....	475
13.12	Настройка работы предотвращения перегрузки очередей RIO.....	478
13.13	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WRR.....	482
13.14	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания Input.....	487
13.15	Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HFSC.....	490
14	Средства обеспечения надежности сети.....	495
14.1	Настройка Bond (bonding lACP).....	495
14.2	Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах CARP.....	498
14.3	Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv2.....	507
14.4	Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv3.....	516
15	Функции сетевой защиты.....	525
15.1	Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника ...	525
15.2	Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения..	529
15.3	Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника.....	534
15.4	Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения.....	538
15.5	Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IP.....	542
15.6	Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя.....	545
15.7	Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP.....	548
15.8	Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP.....	551

15.9	Настройка работы ACL IPv6.....	554
15.10	Настройка межсетевого экранирования на основе IPv6-адреса назначения.....	559
15.11	Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника IPv6.....	563
15.12	Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения IPv6.....	566
15.13	Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IPv6	570
15.14	Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя.....	573
15.15	Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP	576
15.16	Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6	580
15.17	Настройка Snort.....	583
15.18	Настройка приоритета трафика skbprio	590
15.19	Настройка приоритета трафика skbprio (IPv6)	594
15.20	Настройка фильтрации по входному интерфейсу ininterface	598
15.21	Настройка фильтрации по выходному интерфейсу outinterface	602
15.22	Настройка фильтрации для отслеживания соединений conn-state	605
15.23	Настройка фильтра пакета length	609
15.24	Настройка hash-limit rate-above.....	612
15.25	Настройка fail2ban с ACL (защита от спуфинга).....	616
15.26	Настройка списка доступа.....	621
16	Мониторинг сетевого трафика	625
16.1	Настройка сервера Syslog.....	625
16.2	Просмотр использования системных ресурсов.....	627
16.3	Настройка синхронизации времени по протоколу NTP.....	628
16.4	Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv4).....	630
16.5	Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv6).....	634

16.6	Настройка функции мониторинга через Console	637
16.7	Настройка поддержки IP SLA	640
16.8	Настройка PoE	650
16.9	Использование модификаторов GREP	655
16.10	Настройка точки отката действий	659
17	Управление маршрутизатором	664
17.1	Настройка LTE-модема	664
17.2	Настройка Samba-сервера	666
17.3	Настройка TFTP-сервера	670
17.4	Настройка авторизации по протоколу RADIUS	673
17.5	Настройка авторизации по протоколу TACACS+	677
17.6	Настройка протокола ECMP	681
17.7	Настройка удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP	685
17.8	Настройка управления по протоколу SNMP	687
17.9	Настройка управления по протоколу SSH IPv4	690
17.10	Настройка управления по протоколу Telnet	692
18	Резервирование	698
18.1	Резервирование с использованием IP SLA	698
18.2	Резервирование с использованием VRRP BGP	704
18.3	Резервирование с использованием VRRP статические маршруты	712
19	Настройка протокола SNMP для сервисных маршрутизаторов серии ISN41508X и подключение к серверу Zabbix v6	721
20	Настройка протокола SNMP для сервисных маршрутизаторов серии ISN41508X и подключение к серверу Zabbix v7	728
21	Дополнительные инструкции и руководства по работе с изделием	735

История изменений документа

Версия документа	Дата выпуска	Внесены изменения	Версия ПО
Версия 1.0	01.11.2025		3.25.00

Введение

Настоящая инструкция содержит сценарии и настройки сервисного маршрутизатора КРПГ.465614.001 (далее по тексту – маршрутизатор, изделие) и его исполнений – [Таблица 1](#).

Таблица 1 – Исполнения и условные обозначения устройства

Исполнение	Условное обозначение
КРПГ.465614.001-01	ISN41508T3
КРПГ.465614.001-03	ISN41508T3-M
КРПГ.465614.001-05	ISN41508T4
КРПГ.465614.001-06	ISN41508T3-M-AC/ISES1004
КРПГ.465614.001-07	ISN41508T3-M-AC
КРПГ.465614.001-08	ISN41508T3-M/ISES1004
КРПГ.465614.001-09	ISN41508T3-M/ISES0108
КРПГ.465614.001-11	ISN41508T3-M/ISES0116
КРПГ.465614.001-13	ISN41508T3-M-AC/ISES1004
КРПГ.465614.001-14	ISN41508T3-M-AC/ISES0108
КРПГ.465614.001-16	ISN41508T3-M-AC/ISES0116
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 настройки IP-адресации, функций L2 и L3, туннелирования, мультимедиа, качества обслуживания, сетевой защиты, мониторинга и управления.

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.

1 Условные обозначения

Для наглядности в тексте документа использованы различные стили оформления.
Области применения стилей – [Таблица 2](#).

Таблица 2 – Стили оформления в документе

Стиль оформления	Область применения	Пример
Полужирный текст	Выделяет имена команд	команды name
Шрифт Calibri	Выделяет примеры синтаксиса команд	admin@sr-be#configure terminal
Полужирный шрифт Calibri	Выделяет вывод CLI	Name # Rule 100 1 src: 192.168.1.1/32 500 1 src: 0.0.0.0/0

Устройство имеет несколько режимов конфигурации – [Таблица 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	Выполните команду configure terminal	admin@sr-be(config)#	С помощью команды exit, end

2 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 (рисунок 1).

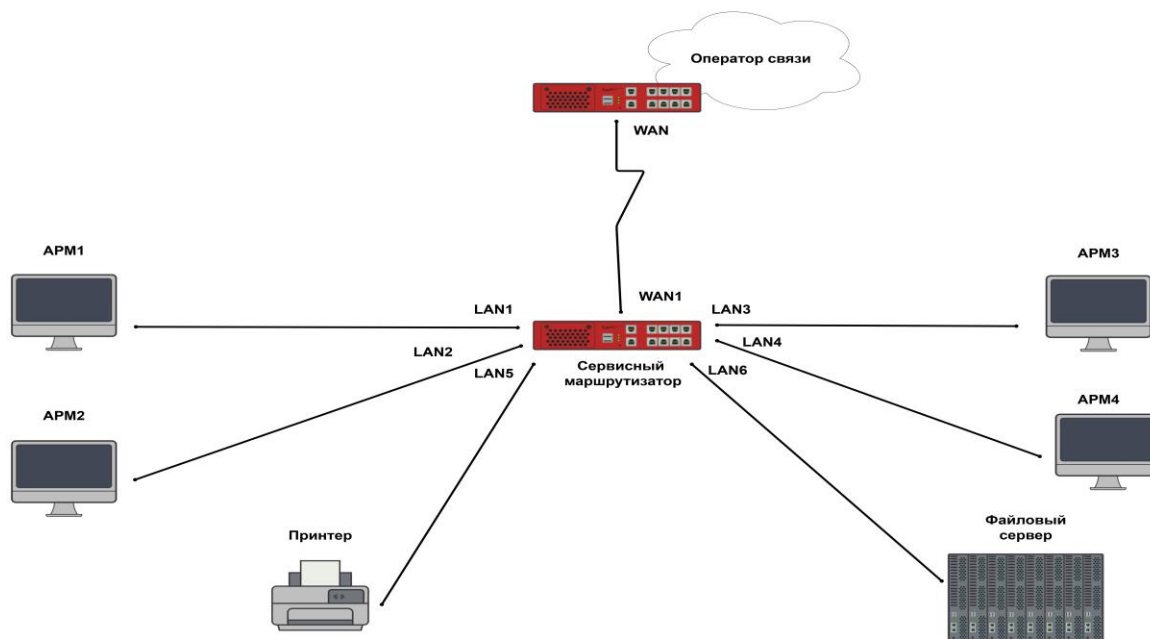


Рисунок 1 – Схема настройки локальной сети

3 Проверка версии программного обеспечения

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

```
admin@sr-be#show version
Version: 3.24.13 mips 4.4.165-bfmx mpls
Build date: Чт июл 24 14:04:25 MSK 2025
Technical support: https://helpdesk.istokmw.ru
Copyright (C) 2021 JCR "RPC "Istok" n.a.Shokin"
```

3.2 Выполните команду в консоли `show platform` для получения информации о конфигурации сервисного маршрутизатора, включая версии U-boot и BMC

```
admin@sr-be#show platform Platform: ISN41508
Serial number: RS2010011B0015
BMC Firmware version: 1.9.6
U-boot version: 1.3.9
MB revision: 1.7
CPU model: Baikal-T1; MIPS P5600 V3.0 FPU V2.0
CPU cores: 2
Memory: 2 GB
Network:
 2 x WAN 1000Base-LX
 8 x LAN 1000Base-TX (speed 10/100/1000)
External HDD: not connected
Internal SSD: connected
USB Flash Drive: no Flash drive connected
LTE USB Modem: no LTE modem connected
Technical support: https://helpdesk.istokmw.ru
Company: JSC "RPC "Istok" n.a.Shokin"
```

Получить информацию о версии U-boot и BMC можно через U-Boot menu, для этого:

Выполните команду **`system reboot`** для перезагрузки сервисного маршрутизатора и попадания в U-Boot menu

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.

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: 1.3.6
Istok BMC build: 1.8.1
```



Примечание

Для возвращения к штатной работе перезагрузите сервисный маршрутизатор

4 Настройка локальной сети

4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 2](#) в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterA). Все устройства, подключенные к RouterA: PC1–PC4, принтер и сервер, объединены в одну виртуальную сеть VLAN100 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).

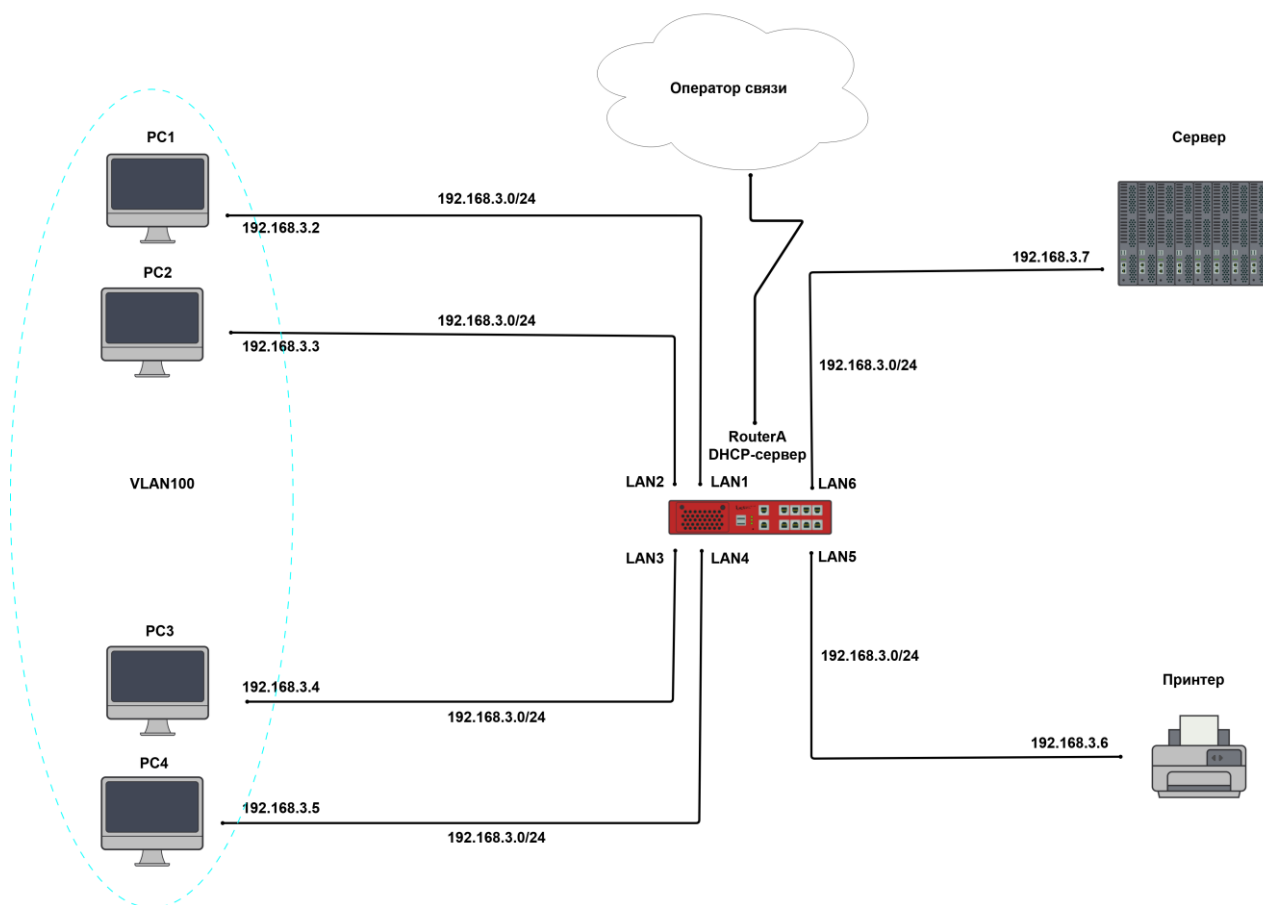


Рисунок 2 – Схема настройки локальной сети

4.2 Этапы настройки сети

Войдите в режим глобальной конфигурации

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

4.2.1 Настройте LAN-интерфейсы на RouterA

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
RouterA(config-switchport1)#exit
RouterA(config)#interface switchport2
RouterA(config-switchport2)#no shutdown
RouterA(config-switchport2)#exit
RouterA(config)#interface switchport3
RouterA(config-switchport3)#no shutdown
RouterA(config-switchport3)#exit
RouterA(config)#interface switchport4
RouterA(config-switchport4)#no shutdown
RouterA(config-switchport4)#exit
RouterA(config)#interface switchport5
RouterA(config-switchport5)#no shutdown
RouterA(config-switchport5)#exit
RouterA(config)#interface switchport6
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 vlan100  
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 switchport1  
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 APM1 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>])#end
```

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#configure terminal
RouterA(config)#ip dhcp server on
RouterA(config)#end
```

Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
RouterA#write <name>
```

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)

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	swp2(u),swp3(u),swp4(u),swp5(u),swp6(u),swp7(u), swp8(u)
100	Vlan0100	swp1(u)

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

```
vlan1 vid 1:
Administrative status: UP
Link: UP
IPv4 Address: 192.168.0.1/24
RX: 32562 bytes / 237 packets
TX: 2664 bytes / 30 packets
MTU: 1500
Tx buffer: 1000
HW Address: 94:3f:bb:00:30:4c
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:304c/64
EtherType: 0x8100
Encapsulation: dot1q
```

```
vlan100 vid 100:
Administrative status: UP
Link: UP
IPv4 Address: 192.168.3.1/24
RX: 18228 bytes / 80 packets
TX: 864 bytes / 10 packets
MTU: 1500
Tx buffer: 1000
HW Address: 94:3f:bb:00:30:4c
IPv6 Address: fe80::963f:bbff:fe00:304c/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;
  }
}
DHCP server is running
```

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;
    }
  }
}
```


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».

5.2 Этапы настройки сети

5.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

5.2.2 Включите Port-Security на интерфейсе LAN 1

```
RouterA(config)#interface switchport 1  
RouterA(config-switchport1)#no shutdown  
RouterA(config-switchport1)#switchport port-security  
RouterA(config-switchport1)#end
```

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
```

5.2.3 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
RouterA#write <name>
```

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: 1
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	1

5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface switchport 1
no shutdown
switchport port-security
end
end
```

write name

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 «LAN1» - «LAN8» и к устройству, предназначенному для управления.

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 = 0ms
```

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 Туннелирование

7.1 Настройка PPTP

7.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 3](#) 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 - 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.

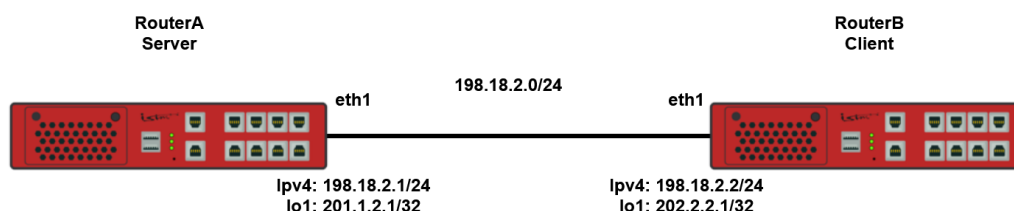


Рисунок 3 – Схема настройки протокола PPTP

7.1.2 Этапы настройки

7.1.2.1 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.

 Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.1.2.2 Настройте PPTP-сервер на RouterA

7.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no ip address dhcp
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

7.1.2.2.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-lo1)#no ip address all
RouterA(config-if-lo1)#ip address 201.1.2.1/32
RouterA(config-if-lo1)#no shutdown
RouterA(config-if-lo1)#exit
```

7.1.2.2.3 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
```

 Примечание

Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой `client authentication name <client> password <istokistok>` задается имя client и

пароль istokistok

7.1.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3
RouterA(config)#end
```

7.1.2.3 Настройте PPTP-клиент на RouterB

7.1.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.1.2.3.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

7.1.2.3.3 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
```

**Примечание**

Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой `client authentication name <client> password <istokistok>` задается имя client и пароль istokistok

7.1.2.3.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2
RouterB(config)#end
```

7.1.2.4 Сохраните настройки

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

**Напоминание**

```
Router#write <name>
```

7.1.3 Проверка настроек

7.1.3.1 Выполните команду `show ptp 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
```

7.1.3.2 Выполните команду `show pptp client` на RouterB для вывода на экран настроек PPTP-клиента

```
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
```

7.1.3.3 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
```

7.1.3.4 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
```

7.1.3.5 Выполните команду `ping 202.2.2.1` на RouterA для проверки передачи пакетов через туннель

```
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
```

7.1.3.6 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
```

7.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no ip address all  
ip address 198.18.2.1/24  
no shutdown  
exit  
interface lo1  
no ip address all  
ip address 201.1.2.1/32  
no shutdown  
exit  
pptp server SERVER  
ppp authentication chap  
ip address 198.18.2.1 port 1723  
ip pool 2.2.2.3-10  
ip pool gateway 2.2.2.2  
client range 198.18.2.0/24
```

```
client authentication name client password istokistok
no shutdown
exit
ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB:

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
no shutdown
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 202.2.2.1/32
no shutdown
exit
pptp client CLIENT
server 198.18.2.1 port 1723
authentication name client password istokistok
unit 1
holdoff 10
maxfail 30
no shutdown
exit
ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2
end
end
write name
```

7.2 Настройка PPPoE

7.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 4](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейсы: eth1, loopback-интерфейс lo1 - 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 4 – Схема настройки протокола PPPoE

7.2.2 Этапы настройки

7.2.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.2.2.2 Настройте сервер PPPoE на RouterA

7.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

```
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.2.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1  
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 201.1.2.1/32  
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

7.2.2.2.3 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
```

Примечание

Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой `username <client> password <istokistok> address 2.2.2.3` задается имя client и пароль istokistok

7.2.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3  
RouterA(config)#end
```

7.2.2.3 Настройте клиент PPPoE на RouterB

7.2.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

```
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.2.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1  
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32  
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

7.2.2.3.3 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
```

7.2.2.3.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2  
RouterB(config)#end
```

7.2.2.4 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```


7.2.3 Проверка настроек

7.2.3.1 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
```

7.2.3.2 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
```

7.2.3.3 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
```

7.2.3.4 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
```

7.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 201.1.2.1/32
no shutdown
exit
pppoe server SERVER
ppp authentication chap
ip pool chap gateway 2.2.2.2
ip pool 2.2.2.3-10
username client password istokistok address 2.2.2.3
use-interface eth1
no shutdown
exit
ip route 202.2.2.1/32 2.2.2.3
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 202.2.2.1/32
no shutdown
exit
pppoe client CLIENT
persistent
chap login client password istokistok
unit 0
use-interface eth1
holdoff 10
maxfail 15
lcp-echo-failure 10
lcp-echo-interval 15
no shutdown
exit
ip route 201.1.2.1/32 2.2.2.2
end
end
write name
```

7.3 Настройка PPPoE IPv6

7.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 5](#) 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::1/128.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001::2/64.

Между устройствами RouterA и RouterB настраивается протокол PPPoE IPv6.

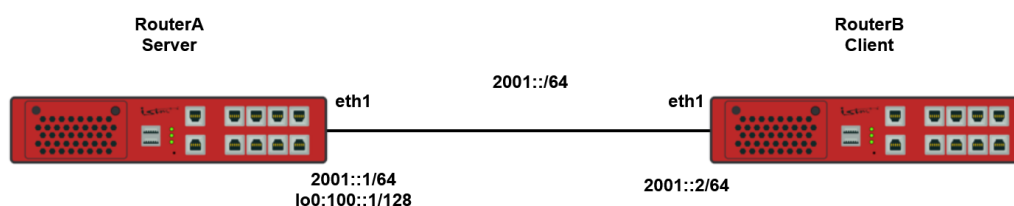


Рисунок 5 – Схема настройки протокола PPPoE IPv6

7.3.2 Этапы настройки

7.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.3.2.2 Настройте сервер PPPoE на RouterA

7.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

7.3.2.2 Настройте loopback-интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo0
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo0])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo0])#ipv6 address 100::1/128
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

7.3.2.3 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])#end
```

Примечание

Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой `username <client> password <istokistok>` задается имя client и пароль istokistok

7.3.2.3 Настройте PPPoE-клиент на RouterB

7.3.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

```
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.3.2.3.2 Настройте PPPoE-клиент

```
RouterB(config)#pppoe client 1
RouterB(config-pppoe-c-[1])#unit 1
RouterB(config-pppoe-c-[1])#use-interface eth1
RouterB(config-pppoe-c-[1])#chap login client password istokistok
RouterB(config-pppoe-c-[1])#persistent
RouterB(config-pppoe-c-[1])#maxfail 0
RouterB(config-pppoe-c-[1])#holdoff 30
RouterB(config-pppoe-c-[1])#lcp-echo-failure 3
RouterB(config-pppoe-c-[1])#lcp-echo-interval 5
RouterB(config-pppoe-c-[1])#use-dns
RouterB(config-pppoe-c-[1])#use-default-route
RouterB(config-pppoe-c-[1])#ipv4 off
RouterB(config-pppoe-c-[1])#ipv6 on
RouterB(config-pppoe-c-[1])#no shutdown
RouterB(config-pppoe-c-[1])#end
```

7.3.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

7.3.3 Проверка настроек

7.3.3.1 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: qehRopxWSvWLI0AxpBU00wA= 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
```

7.3.3.2 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: qehRopxWSvWLI0AxpU00wA=
MTU: 1400
MRU: 1400
Persistent: ON
Maxfail: 0
Holdoff: 30
LCP echo failure: 3
LCP echo interval: 5
DNS usage enabled
Default route enabled
```

7.3.3.3 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
```

7.3.3.4 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
```

7.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::1/64
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 100::1/128
exit
pppoe server 1
ppp authentication chap
ipv4 deny
ipv6 require
ipv6 pool 2001:1:1::/48 64
ipv6 pool delegate 2001:1:1::/36 48
ipv6 dhcp
ipv6 dhcp pref-lifetime 12000
ipv6 dhcp valid-lifetime 240000
ipv6 dhcp route-via-gw on
username client password istokistok
lcp-echo-failure 3
lcp-echo-interval 5
use-interface eth1
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
```



```
no ip address all
ipv6 address 2001::2/64
exit
pppoe client 1
unit 1
use-interface eth1
chap login client password istokistok
persistent
maxfail 0
holdoff 30
lcp-echo-failure 3
lcp-echo-interval 5
use-dns
use-default-route
ipv4 off
ipv6 on
no shutdown
end
end
write name
```

7.4 Настройка GRE

7.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 6](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA настроены интерфейс eth1, суб-интерфейс eth1.2 - 198.18.2.1/24 и loopback-интерфейс - 1.1.1.1/32.

На RouterB настроены интерфейс eth1, суб-интерфейс eth1.2 - 198.18.2.2/24 и loopback-интерфейс - 2.2.2.2/32.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен GRE-туннель.

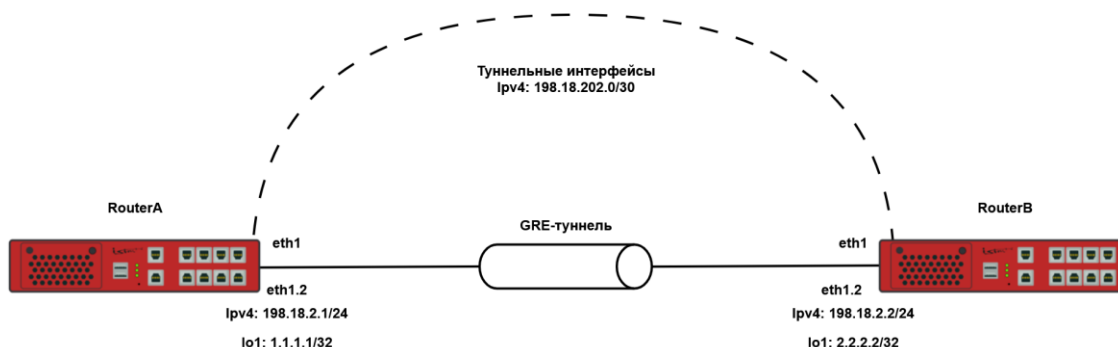


Рисунок 6 – Схема настройки GRE-туннеля

7.4.2 Этапы настройки

7.4.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.4.2.2 Настройте RouterA

7.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

7.4.2.2.2 Настройте суб-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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[eth1.2])#exit
```

7.4.2.2.3 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])#no ip address all
RouterA(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.1/30
RouterA(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterA(config-[tunnel2])#exit
```

7.4.2.2.4 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

7.4.2.2.5 Настройте маршрутизацию через туннельный интерфейс tunnel2

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.202.2
RouterA(config)#end
```

7.4.2.3 Настройте RouterB

7.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

7.4.2.3.2 Настройте суб-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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.2/24
RouterB(config-if-[eth1.2])#exit
```

7.4.2.3.3 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])#no ip address all
RouterB(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.2/30
RouterB(config-[tunnel2])#ip multicast
RouterB(config-[tunnel2])#exit
```

7.4.2.3.4 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

7.4.2.3.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.202.1
RouterB(config)#end
```

7.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

7.4.3 Проверка настроек

7.4.3.1 Выполните команду `ping 2.2.2.2 source 1.1.1.1 repeat 5` на RouterA для проверки связанности RouterA и RouterB

```
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=0.750 ms  
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.609 ms  
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.585 ms  
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.616 ms  
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.611 ms  
--- 2.2.2.2 ping statistics ---  
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 108ms  
rtt min/avg/max/mdev = 0.585/0.634/0.750/0.061 ms
```

7.4.3.2 Выполните команду `show interfaces tunnel 2` на RouterA для вывода на экран настроек GRE туннеля

```
tunnel2  
Administrative status: UP  
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
```

7.4.3.3 Выполните команду `show interfaces tunnel 2` на RouterB для вывода на экран настроек GRE туннеля

```
tunnel2  
Administrative status: UP  
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
```

7.4.3.4 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
17:57:19.687540 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 31938,
seq 1, length 64
17:57:19.687655 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 31938,
seq 1, length 64
17:57:20.719149 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 31938,
seq 2, length 64
17:57:20.719215 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 31938,
seq 2, length 64
17:57:21.743193 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 31938,
seq 3, length 64
17:57:21.743249 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 31938,
seq 3, length 64
17:57:22.767251 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 31938,
seq 4, length 64
17:57:22.767332 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 31938,
seq 4, length 64
17:57:23.791303 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: GREv0, length 88: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 31938,
seq 5, length 64
17:57:23.791382 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: GREv0, length 88: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 31938,
seq 5, length 64
10 packets captured
10 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

7.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.2
vid 2 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
exit
interface tunnel 2
tunnel mode gre source 198.18.2.1 destination 198.18.2.2
no shutdown
ip mtu 1476
```

```
no ip address all
ip address 198.18.202.1/30
ip multicast
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 2.2.2.2/32 198.18.202.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.2
vid 2 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
exit
interface tunnel 2
tunnel mode gre source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1
no shutdown
ip mtu 1476
no ip address all
ip address 198.18.202.2/30
ip multicast
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.202.1
end
end
write name
```

7.5 Настройка IP/IP

7.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 7](#) 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, lo1 - IP address 1.1.1.1/32.

На RouterB настроены интерфейсы: eth1.2 - IP address 198.18.2.2/24, tunnel 2 - IP address 198.18.202.2/30, lo1 - IP address 2.2.2.2/32.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен IP/IP-туннель.

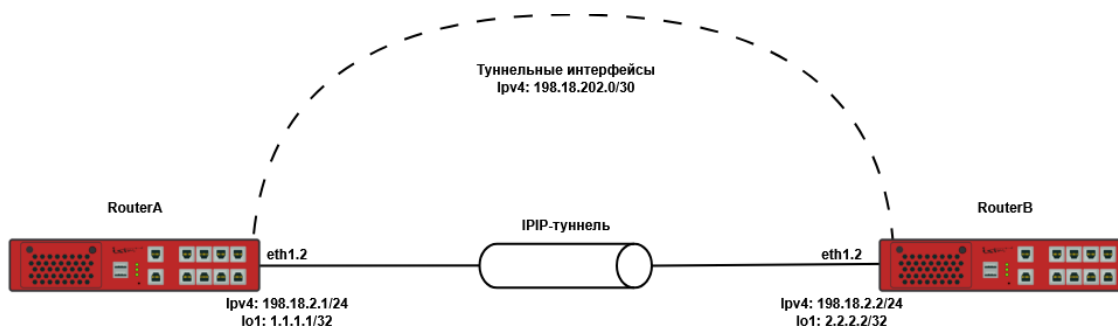


Рисунок 7 – Схема настройки IP/IP-туннеля

7.5.2 Этапы настройки

7.5.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.5.2.2 Выполните настройку RouterA**7.5.2.2.1 Настройте интерфейс eth1**

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

7.5.2.2.2 Настройте суб-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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.1/24  
RouterA(config-if-[eth1.2])#exit
```

7.5.2.2.3 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])#no ip address all  
RouterA(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.1/30  
RouterA(config-[tunnel2])#ip multicast  
RouterA(config-[tunnel2])#exit
```

7.5.2.2.4 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1  
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32  
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

7.5.2.2.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.202.2  
RouterA(config)#end
```

7.5.2.3 Выполните настройку RouterB

7.5.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

7.5.2.3.2 Настройте саб-интерфейс

```
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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1.2])#ip address 198.18.2.2/24  
RouterB(config-if-[eth1.2])#exit
```

7.5.2.3.3 Настройте интерфейс tunnel2

```
RouterB(config)#interface tunnel 2  
RouterB(config-[tunnel2])#tunnel mode ipip source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1  
RouterB(config-[tunnel2])#no shutdown  
RouterB(config-[tunnel2])#ip mtu 1476  
RouterB(config-[tunnel2])#no ip address all  
RouterB(config-[tunnel2])#ip address 198.18.202.2/30  
RouterB(config-[tunnel2])#ip multicast  
RouterB(config-[tunnel2])#exit
```

7.5.2.3.4 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1  
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32  
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

7.5.2.3.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.202.1
RouterB(config)#end
```

7.5.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

7.5.3 Проверка настроек

7.5.3.1 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
```

7.5.3.2 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
```

7.5.3.3 Выполните команду **ping 2.2.2.2 source 1.1.1.1 repeat 5** на RouterA для проверки передачи пакетов через туннель

```
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=0.721 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.632 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.600 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.608 ms
64 bytes from 2.2.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.600 ms
--- 2.2.2.2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 78ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.600/0.632/0.721/0.048 ms
```

7.5.3.4 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
```

7.5.3.5 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
```

7.5.3.6 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
```

```
18:27:57.955626 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 32266, seq 1, length 64 (ipip-proto-4)
18:27:57.955723 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 32266, seq 1, length 64 (ipip-proto-4)
18:27:58.957765 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 32266, seq 2, length 64 (ipip-proto-4)
18:27:58.957850 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 32266, seq 2, length 64 (ipip-proto-4)
18:27:59.981806 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 32266, seq 3, length 64 (ipip-proto-4)
18:27:59.981876 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 32266, seq 3, length 64 (ipip-proto-4)
18:28:01.005855 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 32266, seq 4, length 64 (ipip-proto-4)
18:28:01.005932 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 32266, seq 4, length 64 (ipip-proto-4)
18:28:02.029909 IP 198.18.2.1 > 198.18.2.2: IP 1.1.1.1 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 32266, seq 5, length 64 (ipip-proto-4)
18:28:02.029978 IP 198.18.2.2 > 198.18.2.1: IP 2.2.2.2 > 1.1.1.1: ICMP echo reply, id 32266, seq 5, length 64 (ipip-proto-4)

10 packets captured
10 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

7.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.2
vid 2 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
exit
interface tunnel 2
tunnel mode ipip source 198.18.2.1 destination 198.18.2.2
no shutdown
ip mtu 1476
no ip address all
ip address 198.18.202.1/30
ip multicast
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
```

```
exit
ip route 2.2.2.2/32 198.18.202.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.2
vid 2 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
exit
interface tunnel 2
tunnel mode ipip source 198.18.2.2 destination 198.18.2.1
no shutdown
ip mtu 1476
no ip address all
ip address 198.18.202.2/30
ip multicast
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.202.1
end
end
write name
```

7.6 Настройка L2TP

7.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 8](#) 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.

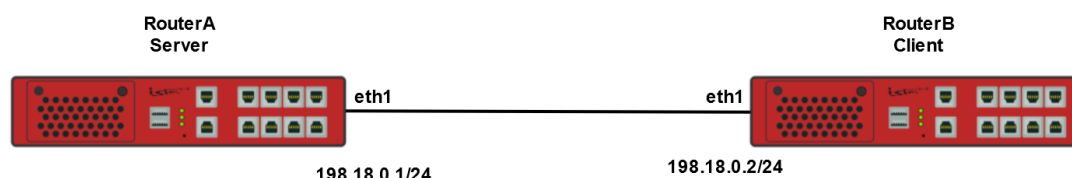


Рисунок 8 – Схема настройки протокола L2TP

7.6.2 Этапы настройки

7.6.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.6.2.2 Настройте L2TP-сервер на RouterA

7.6.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.6.2.2.2 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
```

7.6.2.2.3 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
```



Примечание

Для подключения RouterB на RouterA сохраняются данные клиента. Командой `client authentication name <client> password <istokistok>` задается имя client и пароль istokistok

7.6.2.3 Настройте L2TP-клиент на RouterB

7.6.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
```



```
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.6.2.3.2 Настройте интерфейс ppp10

```
RouterB(config)#interface ppp 10  
RouterB(config-[ppp10])#mtu 1450  
RouterB(config-[ppp10])#ip address expect  
RouterB(config-[ppp10])#exit
```

7.6.2.3.3 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
```

7.6.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

7.6.3 Проверка настроек

7.6.3.1 Выполните команду ping 198.18.2.1 на RouterB для проверки соединения

```
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
```

7.6.3.2 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
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}
```

7.6.3.3 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:qehRopxWSvWLI0AxpU00wA=
PPP interface number: 20
```

7.6.3.4 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: qehRopxWSvWLI0AxpU00wA=
PPP interface number: 10
```

7.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface ppp 20
mtu 1450
ip address local 198.18.2.1
ppp authentication chap
exit
l2tp server SERVER
client lac 0.0.0.0 255.255.255.255
ip pool 198.18.2.10 198.18.2.20
ip pool gateway 198.18.2.1
client authentication name client password istokistok
ppp interface 20
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface ppp 10
mtu 1450
ip address expect
exit
l2tp client CLIENT
server 198.18.0.1
authentication name client password istokistok
ppp interface 10
no shutdown
end
end
write name
```

7.7 Настройка L2TPv3

7.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 9](#) 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 - 202.2.2.1/32, туннельный интерфейс l2tp1 - IP address 1.1.1.2/24.

Между устройствами RouterA и RouterB настроен L2TPv3-туннель.

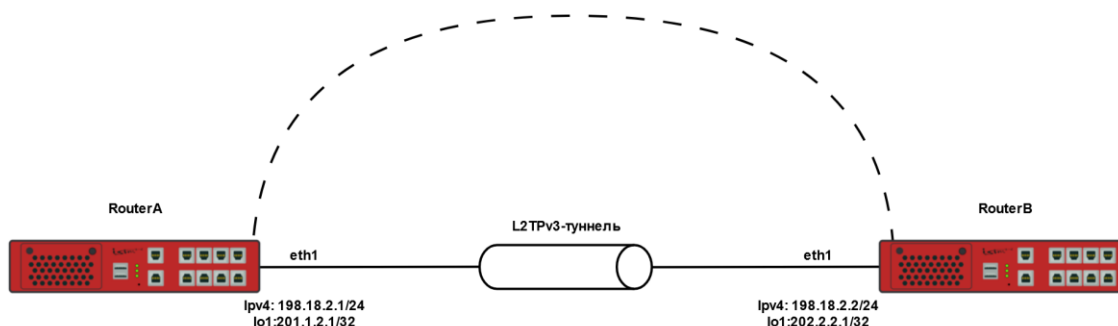


Рисунок 9 – Схема настройки L2TPv3-туннеля

7.7.2 Этапы настройки

7.7.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

7.7.2.2 Настройте L2TPv3 туннель на RouterA

7.7.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

7.7.2.2.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-lo1)#no ip address all
RouterA(config-if-lo1)#ip address 201.1.2.1/32
RouterA(config-if-lo1)#no shutdown
RouterA(config-if-lo1)#exit
```

7.7.2.2.3 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])#no ip address all
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
```

7.7.2.2.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 202.2.2.1/32 1.1.1.2
RouterA(config)#end
```

7.7.2.3 Настройте L2TPv3 туннель на RouterB

7.7.2.3.1 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.7.2.3.2 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1  
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 202.2.2.1/32  
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

7.7.2.3.3 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])#no ip address all  
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
```

7.7.2.3.4 Настройте маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 201.1.2.1/32 1.1.1.1  
RouterB(config)#end
```

7.7.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

7.7.3 Проверка настроек

7.7.3.1 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
```

7.7.3.2 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
```

7.7.3.3 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
```

7.7.3.4 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: 1370 bytes / 13 packets
TX: 1214 bytes / 13 packets
```

7.7.3.5 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
```

7.7.3.6 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
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
```


7.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 201.1.2.1/32
no shutdown
exit
interface 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
session local-id 1 remote-id 2
no ip address all
ip address 1.1.1.1/24
no shutdown
exit
exit
ip route 202.2.2.1/32 1.1.1.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 202.2.2.1/32
no shutdown
exit
interface 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
session local-id 2 remote-id 1
```

```
no ip address all
ip address 1.1.1.2/24
no shutdown
exit
exit
ip route 201.1.2.1/32 1.1.1.1
end
end
write name
```

7.8 Настройка OpenVPN

7.8.1 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.

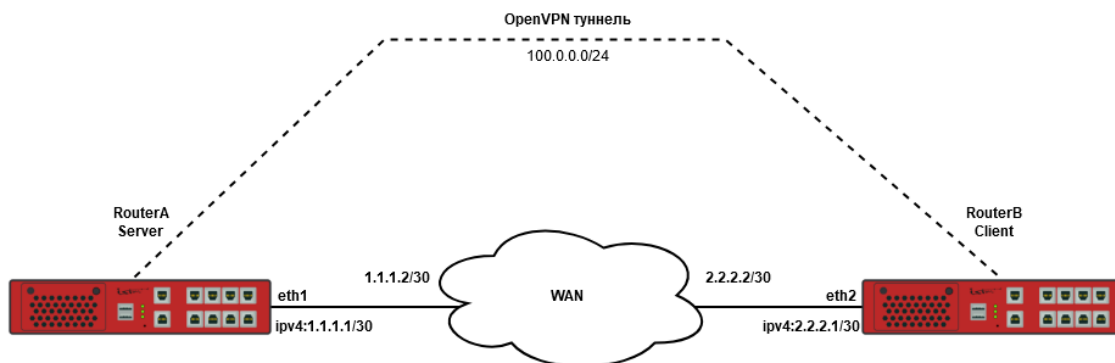


Рисунок 10 – Схема настройки OpenVPN

7.8.2 Этапы настройки OpenVPN

7.8.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.8.2.2 Настройте сервер OpenVPN RouterA

7.8.2.2.1 Включите сервер TFTP для передачи сертификатов и удалите старые ключи, если это необходимо

```
RouterA(config)#tftp on  
RouterA(config)#tftp clear-files
```

7.8.2.2.2 Настройте время на RouterA

```
RouterA(config)#system clock date 01.01.2024  
RouterA(config)#system clock time 10:10
```

7.8.2.2.3 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1  
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp  
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 1.1.1.1/30  
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.8.2.2.4 Настройте маршрутизацию до клиента

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.0/30 1.1.1.2
```

7.8.2.2.5 Настройте OPENVPN сервер

```
RouterA(config)#vpn server SERVER
```

7.8.2.2.5.1 Создайте файлы ключа и сертификата сервера

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#build-key server static
```

7.8.2.2.5.2 Введите информацию о сервере (в квадратных скобках указываются значения по умолчанию).

Примечание

Обязательный параметр Country 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
```

7.8.2.2.5.3 Сгенерируйте параметры Диффи-Хеллмана для сервера

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#build-key server tls verbose
```

Дождитесь окончания генерации параметров.

7.8.2.2.5.4 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 Country 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
```

7.8.2.2.5.5 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 5000  
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#local address 1.1.1.1
```

7.8.2.2.5.6 Укажите адрес подсети из которой сервер будет выдавать IP-адреса для VPN клиентов

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#server-address 100.0.0.0/24
```

7.8.2.2.6 Включите OpenVPN сервер

```
RouterA(config-vpnserver-[SERVER])#no shutdown
```

7.8.2.2.7 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
```

7.8.2.3 Настройте клиент OpenVPN RouterB

7.8.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2  
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 2.2.2.1/30  
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

7.8.2.3.2 Настройте маршрутизацию до сервера

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.0/30 2.2.2.2
```

7.8.2.3.3 Синхронизируйте 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`

7.8.2.3.4 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
```

7.8.2.3.5 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
```

7.8.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

7.8.3 Проверка настроек OpenVPN

7.8.3.1 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
```

7.8.3.2 Проверьте успешный запуск OpenVPN клиента

Проверьте запись в журнале об инициализации выполнив команду **show log vpn client client** на RouterB. При установлении соединения клиента с сервером присутствует запись

```
Mon Nov 27 14:59:22 2023 Initialization Sequence Complete
```

Проверьте связанность RouterB 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
```

7.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
tftp on
tftp clear-files
```



```
system clock date 01.01.2024
system clock time 10:10
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 1.1.1.1/30
no shutdown
exit
ip route 2.2.2.0/30 1.1.1.2
vpn server SERVER
build-key server static
build-key server tls verbose
build-key client CLIENT
device tun
protocol udp
port 5000
local address 1.1.1.1
server-address 100.0.0.0/24
no shutdown
export CLIENT url tftp 127.0.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no ip address all
ip address 2.2.2.1/30
no shutdown
exit
ip route 1.1.1.0/30 2.2.2.2
ntp server 1.1.1.1 iburst
ntp on
system clock synchronize 1.1.1.1
vpn client CLIENT
server-address 1.1.1.1 port 5000
device tun
protocol udp
import url tftp 1.1.1.1
no shutdown
end
end
write name
```

7.9 Настройка DMVPN

7.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 11](#) 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.

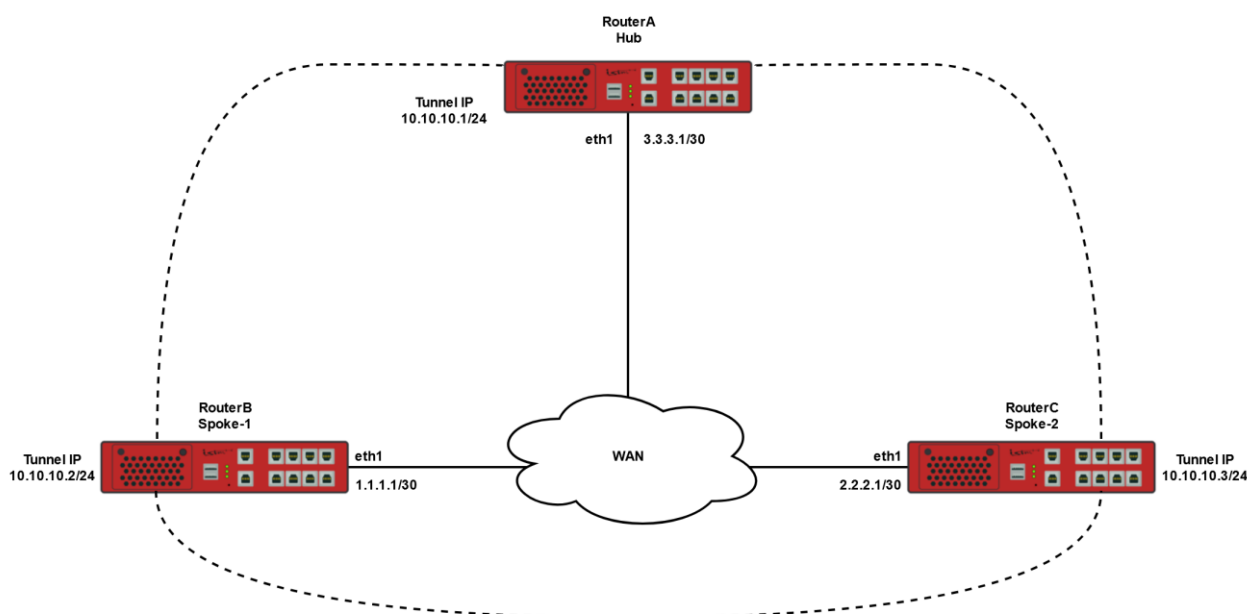


Рисунок 11 – Схема настройки DMVPN

7.9.2 Этапы настройки

7.9.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.9.2.2 Настройте RouterA

7.9.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 3.3.3.1/30  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.2.2 Настройте статический маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 3.3.3.2
```

7.9.2.2.3 Настройте интерфейс tunnel1

```
RouterA(config)#interface tunnel1  
RouterA(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1  
RouterA(config-[tunnel1])#no shutdown  
RouterA(config-[tunnel1])#ip mtu 1400  
RouterA(config-[tunnel1])#no ip address all  
RouterA(config-[tunnel1])#ip address 10.10.10.1/24  
RouterA(config-[tunnel1])#ip ttl 255  
RouterA(config-[tunnel1])#ip nhrp  
RouterA(config-[tunnel1-nhrp])#multicast dynamic  
RouterA(config-[tunnel1-nhrp])#cisco-authentication istok  
RouterA(config-[tunnel1-nhrp])#exit  
RouterA(config-[tunnel1])#exit
```

7.9.2.2.4 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 tunnel1
RouterA(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1
RouterA(config-[tunnel1])#exit
RouterA(config)#ip nhrp on
RouterA(config)#end
```

7.9.2.3 Настройте RouterB

7.9.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 1.1.1.1/30
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.3.2 Настройте статический маршрут

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 1.1.1.2
```

7.9.2.3.3 Настройте интерфейс tunnel1

```
RouterB(config)#interface tunnel1
RouterB(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1
RouterB(config-[tunnel1])#no shutdown
RouterB(config-[tunnel1])#ip mtu 1400
RouterB(config-[tunnel1])#no ip address all
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-[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
```

7.9.2.3.4 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 tunnel1  
RouterB(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1  
RouterB(config-[tunnel1])#exit  
RouterB(config)#ip nhrp on  
RouterB(config)#end
```

7.9.2.4 Настройте RouterC

7.9.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterC(config)#interface eth1  
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address dhcp  
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 2.2.2.1/30  
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

7.9.2.4.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 2.2.2.2
```

7.9.2.4.3 Настройте защищенное туннелирование DMVPN

```
RouterC(config)#interface tunnel1  
RouterC(config-[tunnel1])#tunnel mode gre source eth1  
RouterC(config-[tunnel1])#no shutdown  
RouterC(config-[tunnel1])#ip mtu 1400  
RouterC(config-[tunnel1])#no ip address all  
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-[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
```

7.9.2.4.4 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 tunnel1
RouterC(config-[tunnel1])#ipsec apply ipsec-1
RouterC(config-[tunnel1])#exit
RouterC(config)#ip nhrp on
RouterC(config)#end
```

7.9.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

7.9.3 Проверка настроек

7.9.3.1 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
```

7.9.3.2 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
```

7.9.3.3 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
```

7.9.3.4 Выполните команду `show ipsec status all` на RouterA для вывода информации о состоянии ipsec-соединения.

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkh, 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
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]

```

7.9.3.5 Выполните команду `show ipsec status all` на RouterB для вывода информации о состоянии ipsec-соединения.

```

Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkk, 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
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]
```

7.9.3.6 Выполните команду `show ipsec status all` на RouterC для вывода информации о состоянии ipsec-соединения.

```
Status of IKE charon daemon (strongSwan 5.9.14, Linux 4.4.165-bfkh, 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
10.10.10.3
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]
```

7.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 3.3.3.1/30
exit
ip route 0.0.0.0/0 3.3.3.2
interface tunnel1
tunnel mode gre source eth1
no shutdown
ip mtu 1400
no ip address all
ip address 10.10.10.1/24
ip ttl 255
ip nhrp
multicast dynamic
cisco-authentication istok
exit
exit
ipsec secret any password istokistok
ipsec config ipsec-1
connection start
ike-version 2
mode transport
exit
interface tunnel1
ipsec apply ipsec-1
exit
ip nhrp on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 1.1.1.1/30
exit
ip route 0.0.0.0/0 1.1.1.2
interface tunnel1
tunnel mode gre source eth1
no shutdown
ip mtu 1400
no ip address all
```

```
ip address 10.10.10.2/24
ip ttl 255
ip nhrp
multicast nhs
cisco-authentication istok
map 10.10.10.1/24 3.3.3.1 register
exit
exit
ipsec secret any password istokistok
ipsec config ipsec-1
connection start
ike-version 2
mode transport
exit
interface tunnel1
ipsec apply ipsec-1
exit
ip nhrp on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 2.2.2.1/30
exit
ip route 0.0.0.0/0 2.2.2.2
interface tunnel1
tunnel mode gre source eth1
no shutdown
ip mtu 1400
no ip address all
ip address 10.10.10.3/24
ip ttl 255
ip nhrp
multicast nhs
cisco-authentication istok
map 10.10.10.1/24 3.3.3.1 register
exit
exit
ipsec secret any password istokistok
ipsec config ipsec-1
connection start
ike-version 2
```

```
mode transport
exit
interface tunnel1
ipsec apply ipsec-1
exit
ip nhrp on
end
end
write name
```

7.10 Настройка IPsec

7.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 12](#) 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.

Организовано 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).

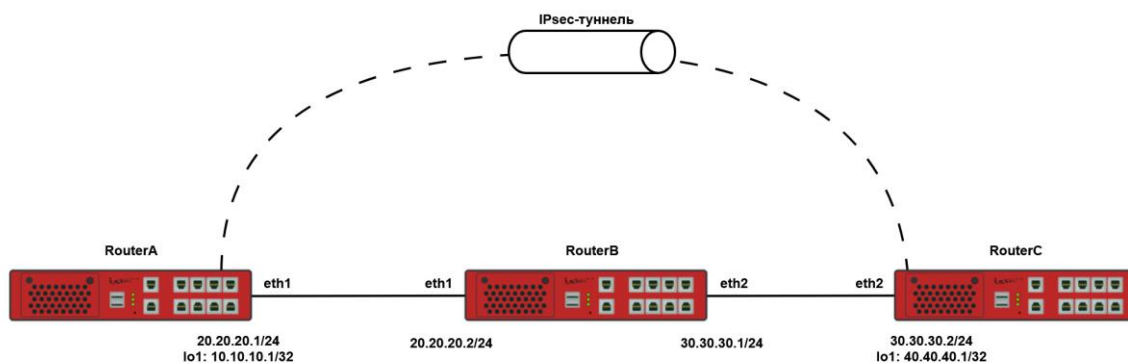


Рисунок 12 – Схема настройки протокола IPsec

7.10.2 Этапы настройки

7.10.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

7.10.2.2 Настройте RouterA

7.10.2.2.1 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
```

7.10.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 10.10.10.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

7.10.2.2.3 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])#no ip address all
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
```

7.10.2.2.4 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
```

7.10.2.3 Настройте RouterB

7.10.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 20.20.20.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

7.10.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 30.30.30.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#end
```

7.10.2.4 Настройте RouterC

7.10.2.4.1 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
```

7.10.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 40.40.40.1/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

7.10.2.4.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

7.10.2.4.4 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
```

7.10.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```


7.10.3 Проверка настроек

7.10.3.1 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-bfkh, 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
```

7.10.3.2 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-bfkh, 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
```

7.10.3.3 Выполните команду `ping 40.40.40.1 source 10.10.10.1` на RouterA для проверки связности 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
```

7.10.3.4 Выполните команду `tcpdump eth1` на RouterB для вывода проверки инкапсуляции проходящих через туннель пакетов

 Примечание

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
```

7.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
ipsec config 1
remote hash-algorithm sha1
remote dh-group modp1536
remote encryption-algorithm aes128
remote authentication-method pre-shared-key
remote exchange-mode main
sa hash-algorithm sha1
sa encryption-algorithm aes128
connection start
exit
ipsec secret 30.30.30.2 password hello
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.1/32
exit
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 20.20.20.1/24
ipsec apply 1
ipsec peer 30.30.30.2 source-subnet 10.10.10.0/24
ipsec peer 30.30.30.2 destination-subnet 40.40.40.0/24
exit
ip route 30.30.30.0/24 20.20.20.2
ip route 40.40.40.0/24 30.30.30.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 20.20.20.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 30.30.30.1/24
end
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
ipsec config 1
remote hash-algorithm sha1
remote dh-group modp1536
remote encryption-algorithm aes128
remote authentication-method pre-shared-key
remote exchange-mode main
sa hash-algorithm sha1
sa encryption-algorithm aes128
connection start
exit
ipsec secret 20.20.20.1 password hello
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 40.40.40.1/32
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 30.30.30.2/24
ipsec apply 1
ipsec peer 20.20.20.1 source-subnet 40.40.40.0/24
ipsec peer 20.20.20.1 destination-subnet 10.10.10.0/24
exit
ip route 20.20.20.0/24 30.30.30.1
ip route 10.10.10.0/24 20.20.20.1
end
end
write name
```

8 Функции L2

8.1 Настройка моста (bridge)

8.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 13](#) 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.

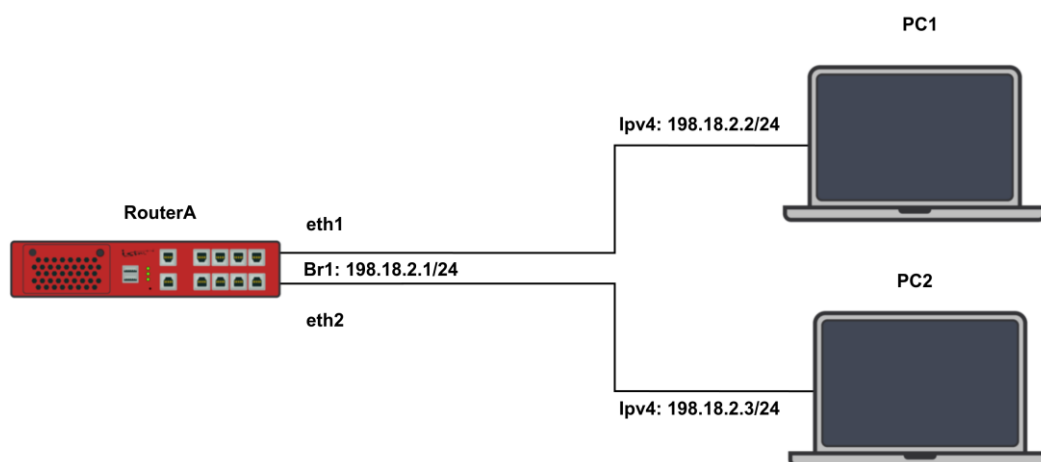


Рисунок 13 – Схема настройки моста

8.1.2 Этапы настройки сети

8.1.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

RouterA#configure terminal

8.1.2.2 Настройте RouterA

8.1.2.2.1 Включите интерфейсы eth1

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

8.1.2.2.2 Включите интерфейсы eth2

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

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

```
RouterA(config)#interface br1
RouterA(config-if-[br1])#no shutdown
RouterA(config-if-[br1])#no ip address all
RouterA(config-if-[br1])#ip address 198.18.2.1/24
RouterA(config-if-[br1])#include eth1
RouterA(config-if-[br1])#include eth2
```

8.1.2.2.4 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
```

8.1.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
RouterA#write <name>
```

8.1.3 Проверка настроек

8.1.3.1 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
```

8.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface br1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
include eth1
include eth2
ageing-time 600
max-mac-addresses 100
no shutdown
end
end
write name
```

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

8.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 14](#) 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 настроен интерфейс eth1.10 - IP address 198.18.2.2/24.



Рисунок 14 – Схема настройки логических интерфейсов (sub interface) на WAN-портах

8.2.2 Этапы настройки сети

8.2.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```


8.2.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA, задайте индикатор 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])#no ip address all
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
```

8.2.2.3 Настройте интерфейс eth1 на RouterB, задайте индикатор 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])#no ip address all
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
```

8.2.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

8.2.3 Проверка настроек

8.2.3.1 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
```

8.2.3.2 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
```

8.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1.10
vid 10 ethertype 0x8100
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
no shutdown
exit
interface eth1
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1.10
```

```
vid 10 ethertype 0x8100
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
no shutdown
exit
interface eth1
no shutdown
end
end
write name
```

8.3 Настройка протокола LLDP

8.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 15](#) 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.

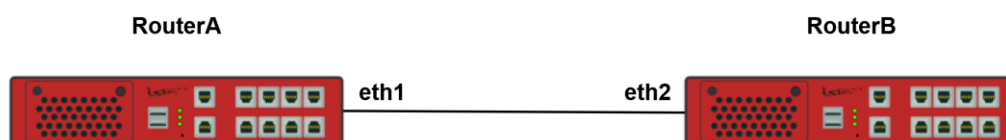


Рисунок 15 – Схема настройки протокола LLDP

8.3.2 Этапы настройки сети

8.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

8.3.2.2 Настройте RouterA

8.3.2.2.1 Настройте интерфейс eth1 и включите протокол LLDP на интерфейсе

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

8.3.2.3 Настройте RouterB

8.3.2.3.1 Настройте интерфейс eth2 и включите протокол LLDP на интерфейсе

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

8.3.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.3.3 Проверка настроек

8.3.3.1 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-bfmx #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  
-----
```

8.3.3.2 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-bfmx #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  
-----
```

8.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
lldp on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
exit
lldp on
end
end
write name
```

8.4 Настройка протокола STP

8.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 16](#) 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.

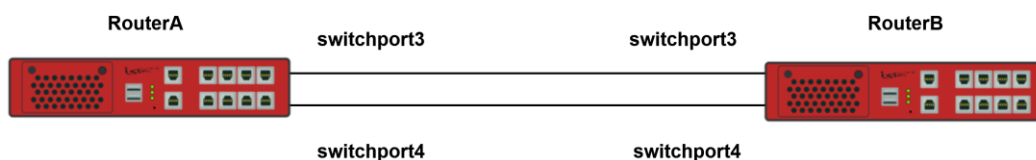


Рисунок 16 – Схема настройки протокола STP

8.4.2 Этапы настройки сети

8.4.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

8.4.2.2 Настройте RouterA

8.4.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейсы switchport3 и switchport4

```
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
```

8.4.2.2.2 Установите тип протокола STP командой spanning-tree mode

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

8.4.2.2.3 Включите алгоритм spanning-tree на устройстве (протокол STP без приоритета)

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

8.4.2.3 Настройте RouterB

8.4.2.3.1 В командной строке включите LAN интерфейсы switchport3 и switchport4

```
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
```

8.4.2.3.2 Установите тип протокола STP командой spanning-tree mode

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

8.4.2.3.3 Включите алгоритм spanning-tree на устройстве

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

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

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

8.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.4.3 Проверка настроек

8.4.3.1 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
```

8.4.3.2 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
```

8.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface switchport 3
no shutdown
exit
interface switchport 4
no shutdown
exit
spanning-tree mode stp
spanning-tree on
```

```
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface switchport 3  
no shutdown  
exit  
interface switchport 4  
no shutdown  
exit  
spanning-tree mode stp  
spanning-tree on  
spanning-tree priority 4096  
end  
end  
write name
```

8.5 Настройка протокола RSTP

8.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 17](#) 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 17 – Схема настройки протокола RSTP

8.5.2 Этапы настройки сети

8.5.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

8.5.2.2 Настройте RouterA

8.5.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейсы switchport3 и switchport4

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

8.5.2.2.2 Установите тип протокола RSTP командой spanning-tree mode

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

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

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

8.5.2.3 Настройте RouterB

8.5.2.3.1 В командной строке включите LAN интерфейсы switchport3 и switchport4

```
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
```

8.5.2.3.2 Установите тип протокола RSTP командой spanning-tree mode

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

8.5.2.3.3 Включите алгоритма spanning-tree на устройстве

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

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

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

8.5.2.4 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.5.3 Проверка настроек

8.5.3.1 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
```

8.5.3.2 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       switchport3
last topology change port  switchport4
```

8.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface switchport3
no shutdown
exit
interface switchport4
no shutdown
exit
spanning-tree mode rstp
spanning-tree on
```

```
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface switchport 3  
no shutdown  
exit  
interface switchport 4  
no shutdown  
exit  
spanning-tree mode rstp  
spanning-tree on  
spanning-tree priority 4096  
end  
end  
write name
```

8.6 Настройка протокола MSTP

8.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 18](#) 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.

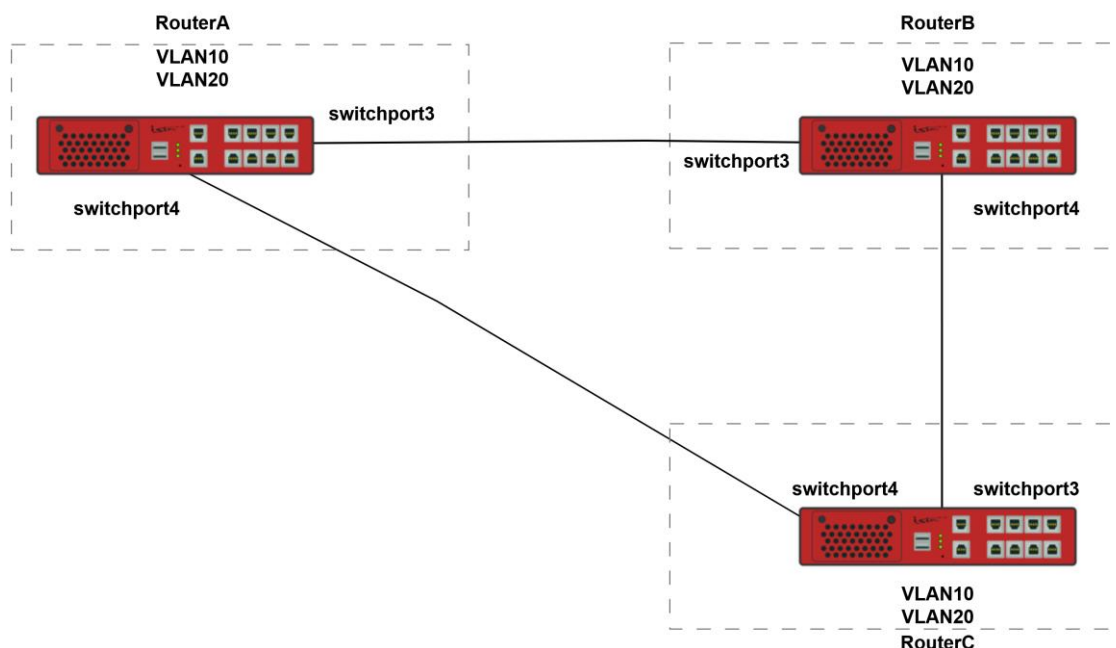


Рисунок 18 – Схема настройки протокола MSTP

8.6.2 Этапы настройки сети

8.6.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

8.6.2.2 Настройте RouterA (с приоритетом 4096 для VLAN10)

8.6.2.2.1 В командной строке включите LAN интерфейс switchport3 на RouterA

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

8.6.2.2.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

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

8.6.2.2.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

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

8.6.2.2.4 Аналогичные действия произведите при настройке switchport4 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
```

8.6.2.2.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

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

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

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

8.6.2.2.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве


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

8.6.2.2.8 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  
RouterA(config)#end
```

8.6.2.3 Настройте RouterB (с приоритетом 16834 для VLAN 20)

8.6.2.3.1 В командной строке включите LAN интерфейс switchport3

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

8.6.2.3.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

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

8.6.2.3.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

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

8.6.2.3.4 Аналогичные действия произведите при настройке switchport4 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
```

8.6.2.3.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

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

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

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

8.6.2.3.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве

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

8.6.2.3.8 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  
RouterB(config)#end
```

8.6.2.4 Настройте RouterC (протокол MSTP)

8.6.2.4.1 В командной строке включите LAN интерфейс switchport3

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

8.6.2.4.2 Назначьте данному порту режим trunk для работы с VLAN

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

8.6.2.4.3 Назначьте VLAN10 и VLAN20 данному trunk-порту

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

8.6.2.4.4 Аналогичные действия произведите при настройке switchport4 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
```

8.6.2.4.5 Внесите VLAN10 и VLAN20 в базу данных

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

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

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

8.6.2.4.7 Задайте имя региона и номер ревизии на данном устройстве

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

8.6.2.4.8 Установите параметры MSTI

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

8.6.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.6.3 Проверка настроек

8.6.3.1 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
```

8.6.3.2 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
```

8.6.3.3 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
```

8.6.3.4 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
```

8.6.3.5 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
```

8.6.3.6 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
```

8.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface switchport3
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
interface switchport4
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
vlan 10,20
spanning-tree on
spanning-tree mode mstp
spanning-tree mst region 1 revision 1
spanning-tree mst instance 10 vlan 10
spanning-tree mst instance 10 priority 4096
spanning-tree mst instance 20 vlan 20
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface switchport3
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
interface switchport4
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
vlan 10,20
spanning-tree on
spanning-tree mode mstp
spanning-tree mst region 1 revision 1
spanning-tree mst instance 10 vlan 10
spanning-tree mst instance 20 vlan 20
spanning-tree mst instance 20 priority 16384
end
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface switchport3
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
interface switchport4
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 10,20
exit
vlan 10,20
spanning-tree on
spanning-tree mode mstp
spanning-tree mst region 1 revision 1
spanning-tree mst instance 10 vlan 10
spanning-tree mst instance 20 vlan 20
end
end
write name
```

8.7 Настройка L2 acl, L2 filter и L2 mangle list

8.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 19](#) 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 vlan 10.

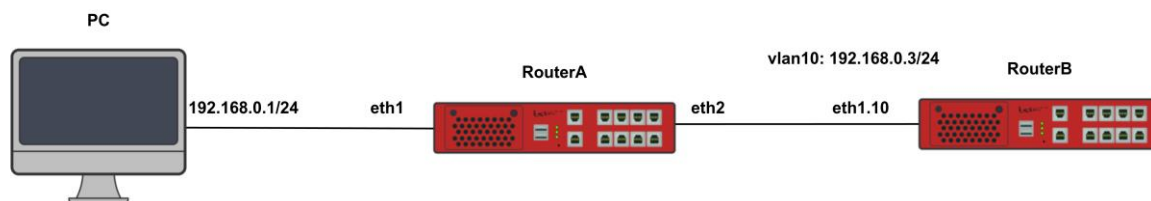


Рисунок 19 – Схема настройки L2 ACL

8.7.1.1 Этапы настройки сети

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

8.7.1.1.2 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

8.7.1.1.3 Настройте RouterA

8.7.1.1.3.1 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-[eth2])#exit
```


8.7.1.1.3.2 Настройте мостовой интерфейс

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

8.7.1.1.3.3 Настройте контроль доступа

```
RouterA(config)#I2 access-list vid protocol 0x8100 vlan-id 10  
RouterA(config)#I2 filter forward deny access-list vid  
RouterA(config)#end
```

8.7.1.1.4 Настройте RouterB

8.7.1.1.4.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

8.7.1.1.4.2 Настройте интерфейс eth1

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

8.7.1.1.4.3 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 192.168.0.3/24  
RouterB(config-if-[eth1.10])#end
```

8.7.1.1.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

8.7.1.2 Проверка настроек

8.7.1.2.1 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
```

8.7.1.2.2 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
```

8.7.1.3 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface br0
no shutdown
include eth1
include eth2
exit
l2 access-list vid protocol 0x8100 vlan-id 10
l2 filter forward deny access-list vid
end
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10 ether-type 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.3/24
end
end
write name
```

8.7.2 Настройка L2 mangle list путем изменения метки vlan-id

8.7.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 20](#) 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.

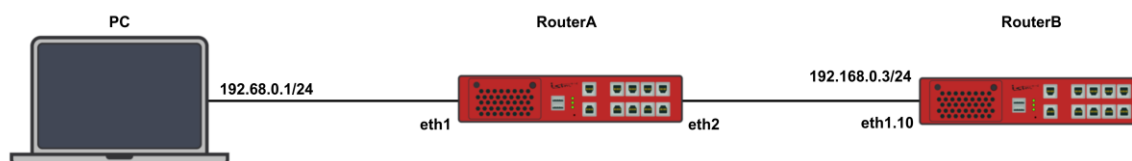


Рисунок 20 – Схема настройки L2 mangle list

8.7.2.2 Этапы настройки сети

8.7.2.2.1 Назначьте IP-адрес - 192.68.0.1/24 на PC

8.7.2.2.2 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

8.7.2.2.3 Настройте RouterA

8.7.2.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

8.7.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

8.7.2.2.3.3 Настройте интерфейс br0

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

8.7.2.2.3.4 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
RouterA(config)#end
```

8.7.2.2.4 Настройте RouterB

8.7.2.2.4.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

```
RouterB(config)#no interface vlan 1
```

8.7.2.2.4.2 Настройте интерфейс eth1

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

8.7.2.2.4.3 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1.10])#ip address 192.168.0.3/24
RouterB(config-if-[eth1.10])#end
```

8.7.2.2.5 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.7.2.3 Проверка настроек

8.7.2.3.1 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
```

8.7.2.3.2 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
```

8.7.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
exit  
interface eth2  
no shutdown  
exit  
interface br0  
no shutdown  
include eth1  
include eth2  
exit  
l2 access-list vid protocol 0x8100 vlan-id 10  
l2 mangle-list PREROUTING access-list vid set-vlan-id 20  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
```

```
no interface vlan 1
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.3/24
end
end
write name
```

8.7.3 Настройка работы L2 filter

8.7.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 21](#) 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.

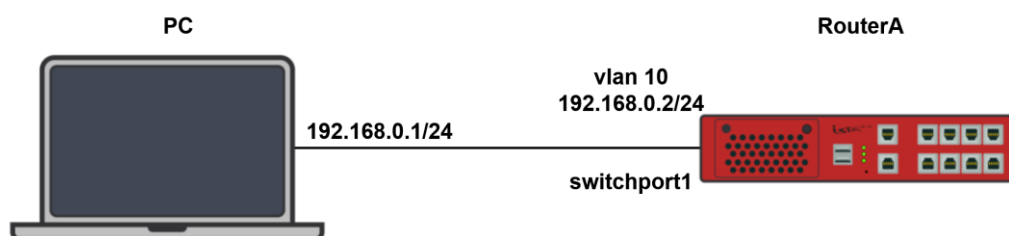


Рисунок 21 – Схема настройки работы L2 filter

8.7.3.2 Этапы настройки сети

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

8.7.3.2.2 Настройте RouterA

8.7.3.2.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации

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.

❗ Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

8.7.3.2.2 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

8.7.3.2.2.3 Настройте интерфейс switchport1

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

8.7.3.2.2.4 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
```

8.7.3.2.2.5 Настройте интерфейс br0

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

8.7.3.2.2.6 Запретите трафик с PC используя not и случайный адрес mac


```
RouterA(config)#I2 access-list macs mac-source not b4:96:91:01:7e:c0
RouterA(config)#I2 filter INPUT deny access-list macs
```

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

```
RouterA(config)#I2 access-list macs2 mac-source b4:96:91:99:7e:c0
RouterA(config)#I2 filter input position 1 permit access-list macs2
RouterA(config)#end
```

8.7.3.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

RouterA#write <name>

8.7.3.3 Проверка настроек

8.7.3.3.1 Выполните команду ping 192.168.0.2 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
```

8.7.3.3.2 Выполните команду show I2 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
```

8.7.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
exit
interface br0
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
include vlan10
exit
l2 access-list macs mac-source not b4:96:91:01:7e:c0
l2 filter INPUT deny access-list macs
l2 access-list macs2 mac-source b4:96:91:99:7e:c0
l2 filter input position 1 permit access-list macs2
end
end
write name
```

8.8 Настройка Storm-control

8.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 22](#) в качестве основных устройств используются сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На RouterA и RouterB настроены интерфейсы и vlan10.

На RouterB настроены опции предотвращения размножения трафика на портах сервисного маршрутизатора - storm-control.

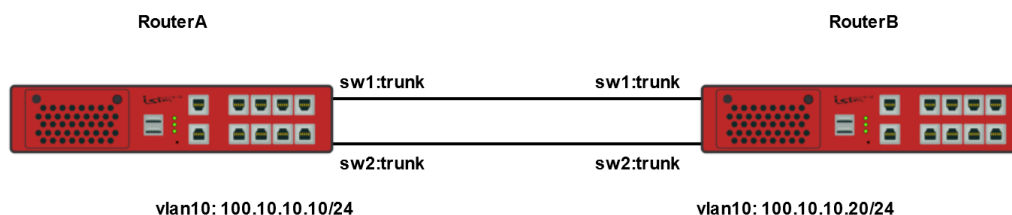


Рисунок 22 – Схема настройки Storm-control

8.8.2 Этапы настройки сети

8.8.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

8.8.2.2 Настройте RouterA

8.8.2.2.1 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])#no ip address all
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)#end
```

8.8.2.3 Настройте RouterB

8.8.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

8.8.2.3.2 Настройте storm-control на интерфейсах switchport1 и switchport2 на RouterB

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

8.8.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

8.8.3 Проверка настроек

8.8.3.1 Выполните команду 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
```

8.8.3.2 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

8.8.3.3 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

8.8.3.4 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

8.8.3.5 Выполните команду no storm-control arp для отмены настройки storm-control на интерфейсах switchport1 и switchport2 на RouterB

```
RouterB(config)#interface switchport 1
RouterB(config-switchport1)#no storm-control arp
RouterB(config-switchport1)#exit
RouterB(config)#interface switchport 2
RouterB(config-switchport2)#no storm-control arp
RouterB(config-switchport2)#end
```

8.8.3.6 Выполните команду show bandwidth-monitor на RouterB для вывода на экран загрузки 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

8.8.3.7 Выполните команду 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
```

8.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan 10
exit
interface switchport2
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan 10
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.20/24
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan 10
exit
interface switchport2
no shutdown
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan 10
exit
interface switchport 1
storm-control arp min-rate 306K max-rate 310K
exit
interface switchport 2
storm-control arp min-rate 306K max-rate 310K
end
end
write name
```

8.9 Настройка L2GRE/GRETAP туннеля

8.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 23](#) 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 23 – Схема настройки L2GRE/GRETAP туннеля

8.9.2 Этапы настройки

8.9.2.1 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.

ⓘ Напоминание

```
Router#configure terminal
```


8.9.2.2 Настройте RouterA

8.9.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

8.9.2.2.2 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

8.9.2.3 Настройте RouterB

8.9.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

8.9.2.3.2 Создайте туннель GREТАР

```
RouterB(config)#interface tunnel1
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
```

8.9.2.3.3 Создайте интерфейс vlan10 и настройте интерфейс br0

```
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 br0
RouterB(config-if-[br0])#no shutdown
```

```
RouterB(config-if-[br0])#include vlan10
RouterB(config-if-[br0])#include tunnel1
RouterB(config-if-[br0])#exit
```

8.9.2.3.4 Настройте интерфейс switchport1

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

8.9.2.3.5 Добавьте маршрут до сети

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

8.9.2.4 Настройте RouterC

8.9.2.4.1 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])#no ip address all
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.20/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

8.9.2.4.2 Создайте туннель GREТАР

```
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
```

8.9.2.4.3 Создайте интерфейс vlan10 и настройте интерфейс br0

```
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
```

8.9.2.4.4 Настройте порт switchport1

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

8.9.2.4.5 Настройте маршрут до сети

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

8.9.2.5 Настройте RouterD

8.9.2.5.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

8.9.2.5.2 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])#no ip address all
RouterD(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterD(config-if-[eth1])#end
```

8.9.2.6 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

8.9.3 Проверка настроек

8.9.3.1 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
```

8.9.3.2 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
```

8.9.3.3 Выполните команду `tcpdump eth1` на RouterC для вывода на экран использования GREТАР 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
```

8.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
no interface vlan1  
interface eth1
```

```
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
exit
interface tunnel1
tunnel mode gretap source 100.10.10.10 destination 100.10.10.20
no shutdown
ip multicast
exit
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
exit
interface br0
no shutdown
include vlan10
include tunnel1
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
ip route 192.168.0.0/24 tunnel1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
```

```
ip address 100.10.10.20/24
exit
interface tunnel 1
tunnel mode gretap source 100.10.10.20 destination 100.10.10.10
no shutdown
ip multicast
exit
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
exit
interface br0
no shutdown
include vlan10
include tunnel1
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
ip route 192.168.0.0/24 tunnel1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
end
end
write name
```

8.10 Настройка VLAN

8.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 24](#) 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.

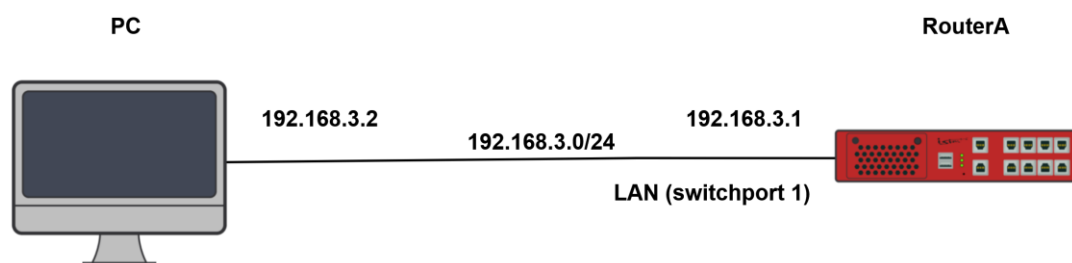


Рисунок 24 – Схема настройки VLAN

8.10.2 Этапы настройки сети

8.10.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

8.10.2.2 Создайте VLAN на устройстве

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

8.10.2.3 Назначим VLAN20 интерфейсу switchport1

```
RouterA(config)#interface switchport1
```

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

8.10.2.4 Настройте IP-адрес на VLAN-интерфейсе

8.10.2.4.1 Назначьте статический IP-адрес

```
RouterA(config)#interface vlan20
RouterA(config-if-[vlan20])#vid 20
RouterA(config-if-[vlan20])#no ip address all
RouterA(config-if-[vlan20])#ip address 192.168.3.1/24
RouterA(config-if-[vlan20])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan20])#exit
```

8.10.2.5 Настройте интерфейс в режиме Trunk

8.10.2.5.1 Настройте switchport5 в качестве магистрального порта

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

8.10.2.6 Назначьте trunk-порту список разрешенных VLAN

8.10.2.6.1 Назначьте перечень разрешенных VLAN для trunk-порта

```
RouterA(config)#interface switchport5
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
```

8.10.2.7 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
RouterA#write <name>
```


8.10.3 Проверка настроек

8.10.3.1 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

8.10.3.2 Выполните команду show interfaces switchport1 для проверки состояния switchport1

```
switchport1:
Link: UP
MTU: 10240
Duplex: full
AUTonegotiation: on
Speed: 1000
Supported speed (Mb/s): 10, 100, 1000
Switchport mode access
Switchport access vlan: 20
```

8.10.3.3 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: dot1q
```

8.10.3.4 Выполните команду `show interfaces switchport5` для проверки состояния switchport5

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

8.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
vlan 20  
interface switchport1  
switchport mode access  
switchport access vlan 20  
no shutdown  
exit  
interface vlan20  
vid 20  
no ip address all  
ip address 192.168.3.1/24  
no shutdown  
exit  
interface switchport5  
switchport mode trunk  
exit  
interface switchport5  
switchport trunk allowed vlan none  
switchport trunk allowed vlan add 20  
no shutdown  
end  
end  
write name
```

8.11 Настройка VoiceVLAN

8.11.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 25](#) в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На маршрутизаторе RouterA настроены интерфейсы VLAN 10 и VLAN 20 с IP-адресами 4.4.4.1/24 и 5.5.5.1/24 соответственно, которые являются шлюзами по умолчанию для соответствующих VLAN. На устройстве так же включен DHCP-сервер, который предоставляет адреса из пулов для VLAN 10 и VLAN 20 (раздача адресов осуществляется из подсетей 4.4.4.0/24 и 5.5.5.0/24). На switchport4 включен режим voice-vlan: телефон определяется по MAC-адресу и получает VLAN 10, в то время как ПК подключается к VLAN 20. Интерфейс eth1 на RouterA настроен с IP-адресом 3.3.3.2/24 и соединяется с голосовым сервером, имеющим IP-адрес 3.3.3.1/24.

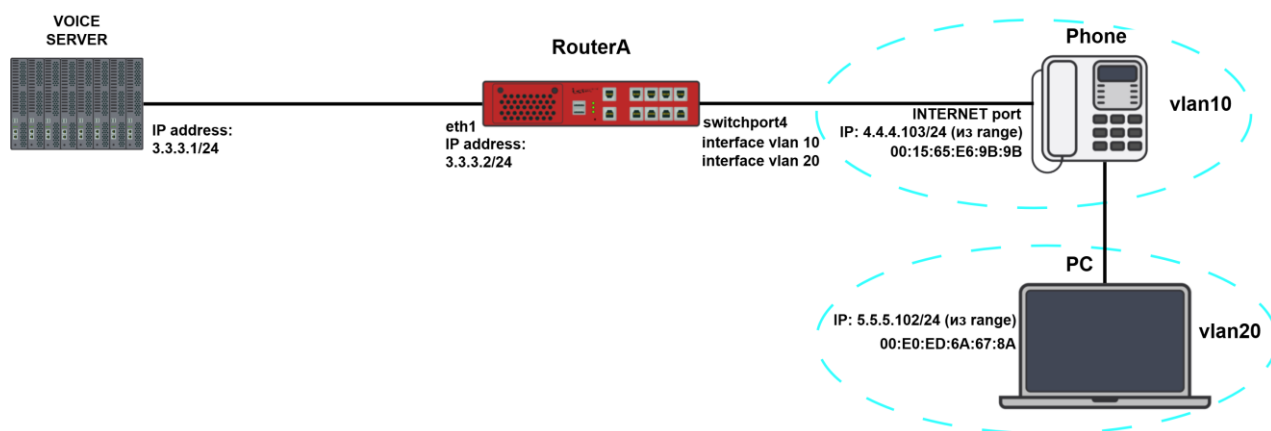


Рисунок 25 – Схема настройки VoiceVLAN

8.11.2 Этапы настройки сети

8.11.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

8.11.2.2 Настройте RouterA**8.11.2.2.1 Создайте VLAN на устройстве**

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

8.11.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1  
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 3.3.3.2/24  
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

8.11.2.2.3 Включите на интерфейсе switchport 4 режим voice-vlan

```
RouterA(config)#interface switchport 4  
RouterA(config-switchport4)#switchport mode voicevlan  
RouterA(config-switchport4)#exit
```

8.11.2.2.4 Создайте интерфейс для VLAN 10, указав стандартный тег vlan - ethertype 0x8100, и установите IP-адрес 4.4.4.1/24 в качестве шлюза для VLAN 10

```
RouterA(config)#interface vlan 10  
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10 ethertype 0x8100  
RouterA(config-if-[vlan10])#no ip address all  
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 4.4.4.1/24  
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown  
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
```

Создайте интерфейс для VLAN 20, указав стандартный тип vlan - ethertype 0x8100, и установите IP-адрес 5.5.5.1/24 в качестве шлюза для VLAN 20

```
RouterA(config)#interface vlan 20
RouterA(config-if-[vlan20])#vid 20 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[vlan20])#ip address 5.5.5.1/24
RouterA(config-if-[vlan20])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan20])#exit
```

8.11.2.2.5 Настройте пул DHCP для VLAN 10 с разрешенными IP-адресами в диапазоне 4.4.4.101 - 4.4.4.201

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 10
RouterA(config-dhcp[10])#network 4.4.4.0/24
RouterA(config-dhcp[10])#range 4.4.4.101 4.4.4.201
RouterA(config-dhcp[10])#option routers 4.4.4.1
RouterA(config-dhcp[10])#exit
```

8.11.2.2.6 Настройте пул DHCP для VLAN 20 с разрешенными IP-адресами в диапазоне 5.5.5.101 - 5.5.5.201

```
RouterA(config)#ip dhcp pool 20
RouterA(config-dhcp[20])#network 5.5.5.0/24
RouterA(config-dhcp[20])#range 5.5.5.101 5.5.5.201
RouterA(config-dhcp[20])#option routers 5.5.5.1
RouterA(config-dhcp[20])#exit
```

8.11.2.2.7 Настройте правила классификации по MAC для каждого VLAN (если MAC устройства совпадает с шаблоном, поместить в указанную VLAN)

```
RouterA(config)#switchport voicevlan mac-map 00:15:65:00:00:00 ff:ff:ff:00:00:00 vlan 10
RouterA(config)#switchport voicevlan mac-map 00:e0:00:00:00:00 ff:ff:00:00:00:00 vlan 20
```

8.11.2.2.8 Включите DHCP-сервер на устройстве и перезапустите его

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

Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

RouterA#write <name>

8.11.3 Проверка настроек**8.11.3.1 Выполните команду ping 4.4.4.103 для проверки связности**

```
PING 4.4.4.103 (4.4.4.103) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 4.4.4.103: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.806 ms  
64 bytes from 4.4.4.103: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.781 ms  
64 bytes from 4.4.4.103: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.945 ms  
64 bytes from 4.4.4.103: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.06 ms
```

8.11.3.2 Выполните команду ping 5.5.5.102 для проверки связности

```
PING 5.5.5.102 (5.5.5.102) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 5.5.5.102: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.691 ms  
64 bytes from 5.5.5.102: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.707 ms  
64 bytes from 5.5.5.102: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.942 ms  
64 bytes from 5.5.5.102: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.02 ms
```

8.11.4 Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
vlan 10,20  
interface eth1  
no ip address all  
no ip address dhcp  
ip address 3.3.3.2/24  
no shutdown  
exit  
interface switchport 4  
switchport mode voicevlan  
exit  
interface vlan 10  
vid 10 ethertype 0x8100  
no ip address all  
ip address 4.4.4.1/24  
no shutdown  
exit  
interface vlan 20  
vid 20 ethertype 0x8100  
ip address 5.5.5.1/24
```

```
no shutdown
exit
ip dhcp pool 10
network 4.4.4.0/24
range 4.4.4.101 4.4.4.201
option routers 4.4.4.1
exit
ip dhcp pool 20
network 5.5.5.0/24
range 5.5.5.101 5.5.5.201
option routers 5.5.5.1
exit
switchport voicevlan mac-map 00:15:65:00:00:00 ff:ff:ff:00:00:00 vlan 10
switchport voicevlan mac-map 00:e0:00:00:00:00 ff:ff:00:00:00:00 vlan 20
ip dhcp server on
ip dhcp server restart end write name
```

9 Функции L3

9.1 Назначение статических IP-адресов WAN интерфейсам

9.1.1 Описание настройки

В качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA. На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 172.16.0.2/16.

9.1.2 Этапы настройки сети

9.1.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

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

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

9.1.2.3 Для отмены статического IP-адреса введите команды:

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no ip address
RouterA(config-if-eth1)#exit
```


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

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 172.16.0.2/16
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#end
```

9.1.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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

9.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 172.16.0.2 255.255.0.0
no shutdown
exit
interface eth1
no ip address
exit
interface eth1
no ip address all
ip address 172.16.0.2/16
no shutdown
end
end
write name
```

9.2 Создание loopback-интерфейса

9.2.1 Описание настройки

В качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На устройстве создан и настроен loopback интерфейс lo1 - IP address 198.18.100.10/32 .

9.2.2 Этапы настройки RouterA

9.2.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.2.2.2 Создайте и настройте интерфейс loopback

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 198.18.100.10/32
RouterA(config-if-[lo1])#end
```

9.2.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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
```

9.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.100.10/32
end
end
write name
```

9.3 Настройка статической маршрутизации

9.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 26](#) в качестве основного устройства выбран сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

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

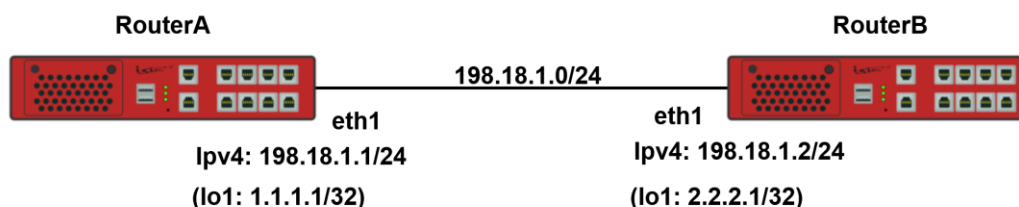


Рисунок 26 – Схема настройки статической маршрутизации

9.3.2 Этапы настройки сети

9.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.3.2.2 Настройте RouterA

9.3.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.3.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1  
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32  
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.3.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

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

9.3.2.3 Настройте RouterB

9.3.2.3.1 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])#no ip address all
```

```
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.3.2.3.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.3.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

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

9.3.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

9.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
no shutdown
exit
ip route 2.2.2.0/24 198.18.1.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
```

```
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 2.2.2.1/32
no shutdown
exit
ip route 1.1.1.0/24 198.18.1.1
end
end
write name
```

9.4 Настройка статической маршрутизации IPv6

9.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 27](#) в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

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

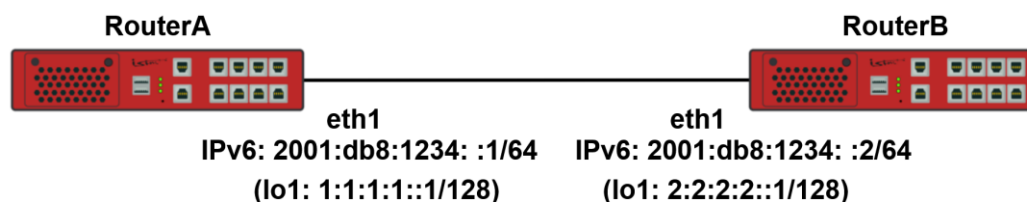


Рисунок 27 – Схема настройки статической маршрутизации IPv6

9.4.2 Этапы настройки сети

9.4.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.4.2.2 Настройте RouterA

9.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.4.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

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

9.4.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ipv6 route 2::2:2::1/64 2001:db8:1234::2
RouterA(config)#end
```

9.4.2.3 Настройте RouterB

9.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.4.2.3.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ipv6 address 2:2:2::1/128
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.4.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ipv6 route 1:1:1:1::/64 2001:db8:1234::1
RouterB(config)#end
```

9.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 ipv6 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
```

9.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1234::1/64
exit
interface lo1
no ip address all
ipv6 address 1:1:1:1::1/128
no shutdown
exit
ipv6 route 2:2:2:2::1/64 2001:db8:1234::2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1234::2/64
exit
interface lo1
no ip address all
ipv6 address 2:2:2:2::1/128
no shutdown
exit
ipv6 route 1:1:1:1::/64 2001:db8:1234::1
end
end
write name
```

9.5 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPv2

9.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 28](#) в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

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

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24, loopback интерфейсы - IP address 200.1.1.1/32 и 200.1.1.3/32.

На устройстве настроен RIP протокол.

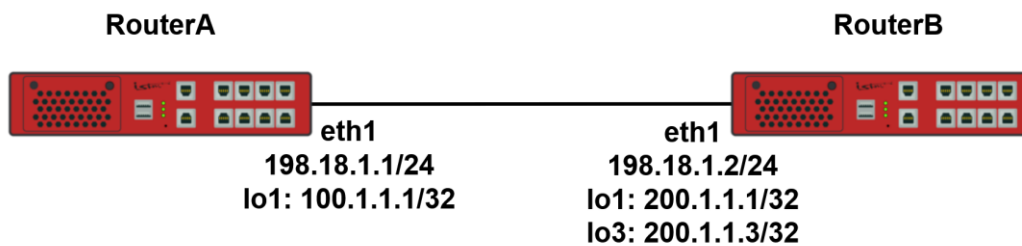


Рисунок 28 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации

9.5.2 Этапы настройки сети

9.5.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

9.5.2.2 Настройте RouterA

9.5.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.5.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.5.2.2.3 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
```

9.5.2.3 Настройте RouterB

9.5.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.5.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.5.2.3.3 Настройте интерфейс lo3

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

9.5.2.3.4 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
```

9.5.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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	198.18.1.2	2	198.18.1.2	eth1	01:04
R	200.1.1.3/32	198.18.1.2	2	198.18.1.2	eth1	01:04

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   eth1
Rc  198.18.1.0/24              1              eth1
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
```

9.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
exit  
interface lo1  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 100.1.1.1/32  
exit  
router rip  
network eth1  
network lo1  
default-information originate  
timers basic 15 90 150  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB


```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.1.1/32
exit
interface lo3
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.1.3/32
exit
router rip
network eth1
network lo1
network lo3
default-information originate
timers basic 15 90 150
end
end
write name
```

9.6 Настройка протокола динамической маршрутизации RIPvng

9.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 29](#) в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

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

На RouterB 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 RIPvng протокол.

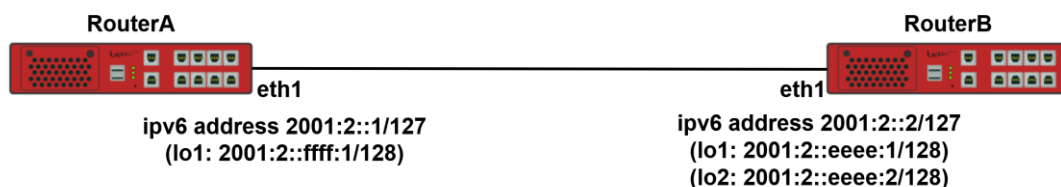


Рисунок 29 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации RIPvng

9.6.2 Этапы настройки сети

9.6.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

9.6.2.2 Настройте RouterA

9.6.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.6.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.6.2.2.3 Настройте протокол RIP

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

9.6.2.3 Настройте RouterB

9.6.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1  
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all  
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
```

9.6.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.6.2.3.3 Настройте интерфейс lo2

```
RouterB(config)#interface lo2  
RouterB(config-if-[lo2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo2])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo2])#ipv6 address 2001:2::eeee:2/128  
RouterB(config-if-[lo2])#ipv6 router rip  
RouterB(config-if-[lo2])#exit
```

9.6.2.3.4 Настройте протокол RIP

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

9.6.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 ipv6 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 ipv6 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 ipv6 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
```

9.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
```

```
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:2::1/127
ipv6 router rip
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:2::ffff:1/128
ipv6 router rip
exit
router ipv6 rip
redistribute connected
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address all
ipv6 address 2001:2::2/127
no shutdown
ipv6 router rip
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:2::eeee:1/128
ipv6 router rip
exit
interface lo2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:2::eeee:2/128
ipv6 router rip
exit
router ipv6 rip
redistribute connected
end
end
write name
```

9.7 Настройка динамической маршрутизации OSPFv2

9.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 30](#) 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.

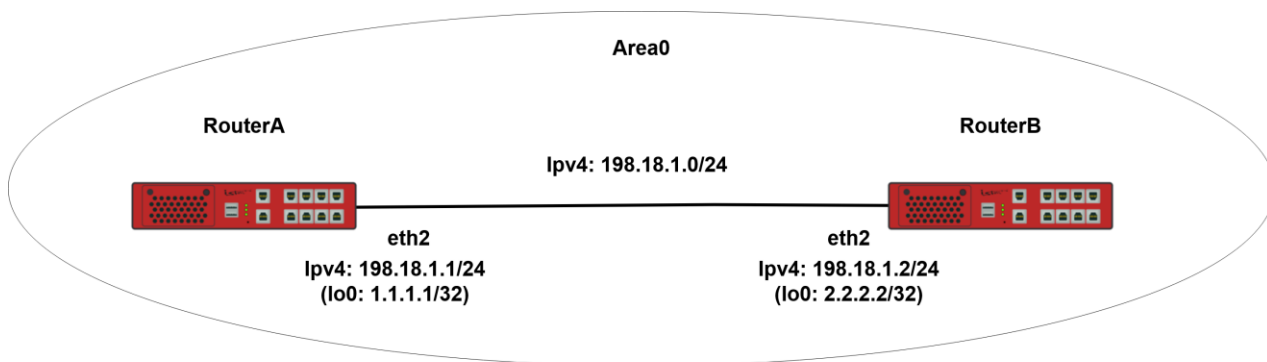


Рисунок 30 – Схема настройки динамической маршрутизации OSPFv2

9.7.2 Этапы настройки сети

9.7.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.7.2.2 Настройте RouterA

9.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.7.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.7.2.2.3 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 shutdown  
RouterA(config-router)#end
```

9.7.2.3 Настройте RouterB

9.7.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.7.2.3.2 Настройте интерфейс lo0

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



```
RouterB(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo0])#exit
```

9.7.2.3.3 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
```

9.7.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

9.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo0
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
no shutdown
exit
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
network 198.18.1.0/24 area 0
network 1.1.1.1/32 area 0
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
no shutdown
exit
router ospf 1
router-id 2.2.2.2
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.1.0/24 area 0
no shutdown
end
end
write name
```

9.8 Настройка динамической маршрутизации OSPFv3

9.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 31](#) 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.

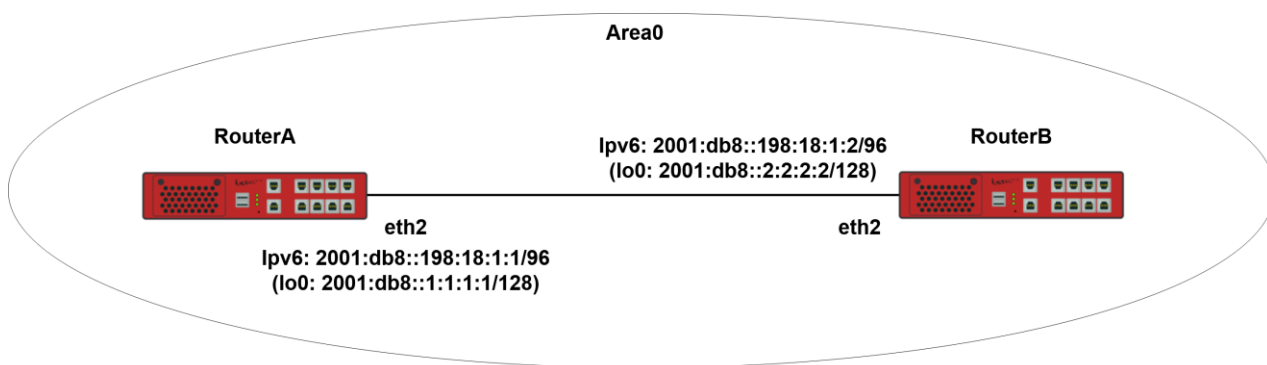


Рисунок 31 – Схема настройки динамической маршрутизации OSPFv3

9.8.2 Этапы настройки сети

9.8.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

9.8.2.2 Настройте RouterA

9.8.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
```

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

9.8.2.2.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo0  
RouterA(config-if-[lo0])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo0])#ipv6 address 2001:db8::1:1:1:1/128  
RouterA(config-if-[lo0])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo0])#exit
```

9.8.2.2.3 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
```

9.8.2.2.4 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.

9.8.2.3 Настройте RouterB

9.8.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.8.2.3.2 Настройте loopback интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-lo0)#no shutdown
RouterB(config-if-lo0)#no ip address all
RouterB(config-if-lo0)#ipv6 address 2001:db8::2:2:2:2/128
RouterB(config-if-lo0)#exit
```

9.8.2.3.3 Настройте маршрутизатор с уникальным ID для процессов OSPF

```
RouterB(config)#router ipv6 ospf
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2
RouterB(config-router)#exit
```

9.8.2.3.4 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
```

9.8.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

9.8.3 Проверка настроек

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

```
IP Route Table for VRF "default"
O   2001:db8::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::1:1:1/128` получен по протоколу OSPF

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

9.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth2
no ip address all
ipv6 address 2001:db8::198:18:1:1/96
no shutdown
exit
interface lo0
no ip address all
ipv6 address 2001:db8::1:1:1:1/128
no shutdown
exit
router ipv6 ospf
router-id 1.1.1.1
exit
interface eth2
shutdown
ipv6 router ospf area 0
no shutdown
exit
interface lo0
ipv6 router ospf area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8::198:18:1:2/96
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8::2:2:2:2/128
exit
router ipv6 ospf
router-id 2.2.2.2
exit
interface eth2
shutdown
ipv6 router ospf area 0
no shutdown
exit
interface lo0
ipv6 router ospf area 0
end
end
write name
```

9.9 Настройка протокола динамической маршрутизации IS-IS

9.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 32](#) 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.

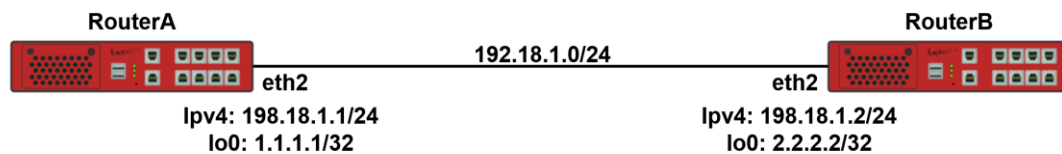


Рисунок 32 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации IS-IS

9.9.2 Этапы настройки сети

9.9.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

9.9.2.2 Настройте RouterA

9.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth2

```

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

9.9.2.2.2 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
```

9.9.2.2.3 Включите маршрутизацию IS-IS на интерфейсе eth2

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

9.9.2.2.4 Настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo0  
RouterA(config-if-[lo0])#no ip address all  
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
```

9.9.2.3 Настройте RouterB

9.9.2.3.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.9.2.3.2 Настройте протокол ISIS

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

9.9.2.3.3 Включите маршрутизацию IS-IS на интерфейсе eth2

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

9.9.2.3.4 Включите маршрутизацию IS-IS на loopback-интерфейсе

```
RouterB(config)#interface lo0
RouterB(config-if-[lo0])#no ip address all
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
```

9.9.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

Router#write <name>

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
```

9.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
router isis
net 49.0010.0255.0000.0001.00
is-type level-1
metric-style wide
exit
interface eth2
ip router isis
exit
interface lo0
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
ip router isis
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
router isis
net 49.0010.0001.0000.0010.00
is-type level-1
metric-style wide
exit
interface eth2
ip router isis
exit
interface lo0
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
ip router isis
no shutdown
end
end
write name
```

9.10 Настройка протокола динамической маршрутизации BGP

9.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 33](#) 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.

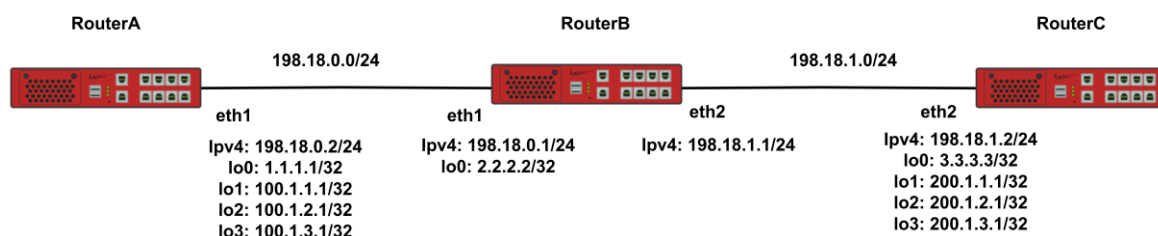


Рисунок 33 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации BGP

9.10.2 Этапы настройки сети

9.10.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

9.10.2.2 Настройте RouterA

9.10.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.10.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.10.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

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

9.10.2.2.4 Настройте интерфейс lo2

```
RouterA(config)#interface lo2  
RouterA(config-if-[lo2])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo2])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo2])#ip address 100.1.2.1/32  
RouterA(config-if-[lo2])#exit
```

9.10.2.2.5 Настройте интерфейс lo3

```
RouterA(config)#interface lo3  
RouterA(config-if-[lo3])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo3])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo3])#ip address 100.1.3.1/32
```

```
RouterA(config-if-[lo3])#exit
```

9.10.2.2.6 Настройте протокол BGP

```
RouterA(config)#router bgp 64501  
RouterA(config-router)#bgp router-id 1.1.1.1  
RouterA(config-router)#network 100.1.1.1/32  
RouterA(config-router)#network 100.1.2.1/32  
RouterA(config-router)#network 100.1.3.1/32  
RouterA(config-router)#neighbor 198.18.0.1 remote-as 64502  
RouterA(config-router)#end
```

9.10.2.3 Настройте RouterB

9.10.2.3.1 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
```

9.10.2.3.2 Настройте интерфейсы eth2

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

9.10.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

9.10.2.3.4 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
```

9.10.2.4 Настройте RouterC

9.10.2.4.1 Настройте интерфейсы eth2

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

9.10.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.10.2.4.3 Настройте интерфейс lo1

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

9.10.2.4.4 Настройте интерфейс lo2

```
RouterC(config)#interface lo2  
RouterC(config-if-[lo2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo2])#ip address 200.1.2.1/32  
RouterC(config-if-[lo2])#exit
```

9.10.2.4.5 Настройте интерфейс lo3

```
RouterC(config)#interface lo3
RouterC(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo3])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo3])#ip address 200.1.3.1/32
RouterC(config-if-[lo3])#exit
```

9.10.2.4.6 Настройте протокол BGP

```
RouterC(config)#router bgp 64503
RouterC(config-router)#bgp router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#network 200.1.1.1/32
RouterC(config-router)#network 200.1.2.1/32
RouterC(config-router)#network 200.1.3.1/32
RouterC(config-router)#neighbor 198.18.1.1 remote-as 64502
RouterC(config-router)#end
```

9.10.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
*>  100.1.1.1/32          198.18.0.2      0         100      0      64501   i
*>  100.1.2.1/32          198.18.0.2      0         100      0      64501   i
*>  100.1.3.1/32          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
*>  200.1.1.1/32          198.18.1.2      0         100        0       64501    i
*>  200.1.2.1/32          198.18.1.2      0         100        0       64501    i
*>  200.1.3.1/32          198.18.1.2      0         100        0       64501    i
Total number of prefixes 3
```

9.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.1.1/32
exit
interface lo2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.2.1/32
exit
interface lo3
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.3.1/32
exit
router bgp 64501
bgp router-id 1.1.1.1
network 100.1.1.1/32
network 100.1.2.1/32
network 100.1.3.1/32
```

```
neighbor 198.18.0.1 remote-as 64502
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router bgp 64502
bgp router-id 2.2.2.2
network 2.2.2.2/32
neighbor 198.18.0.2 remote-as 64501
neighbor 198.18.1.2 remote-as 64503
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
interface lo1
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 200.1.1.1/32
exit
interface lo2
no shutdown
ip address 200.1.2.1/32
exit
interface lo3
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.3.1/32
exit
router bgp 64503
bgp router-id 3.3.3.3
network 200.1.1.1/32
network 200.1.2.1/32
network 200.1.3.1/32
neighbor 198.18.1.1 remote-as 64502
end
end
write name
```

9.11 Настройка протокола динамической маршрутизации MP-BGP

9.11.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 34](#) 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.

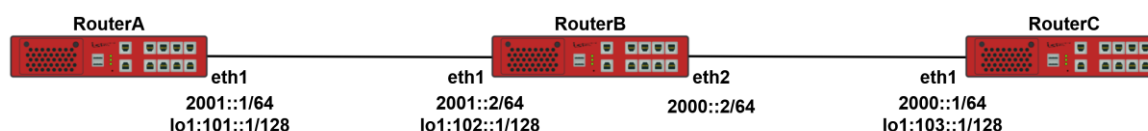


Рисунок 34 – Схема настройки протокола динамической маршрутизации MP-BGP

9.11.2 Этапы настройки сети

9.11.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.11.2.2 Настройте RouterA

9.11.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.11.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.11.2.2.3 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::1/128
RouterA(config-router-af)#neighbor 2001::2 activate
```

```
RouterA(config-router-af)#exit-address-family
RouterA(config-router)#end
```

9.11.2.3 Настройте RouterB

9.11.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.11.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.11.2.3.3 Настройте интерфейс lo1

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

9.11.2.3.4 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::1/128
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)#end
```

9.11.2.4 Настройте RouterC

9.11.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.11.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1  
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[lo1])#ipv6 address 103::1/128  
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.11.2.4.3 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::1/128  
RouterC(config-router-af)#neighbor 2000::2 activate  
RouterC(config-router-af)#exit-address-family  
RouterC(config-router)#end
```

9.11.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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::1/128  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::1/128  2001::2(fe80::963f:bbff:fe00:2e)      0        100     0   300 i
Total number of prefixes 1
```

9.11.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::1/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 101::1/128
exit
router bgp 100
bgp router-id 1.1.1.1
neighbor 2001::2 remote-as 200
address-family ipv6 unicast
network 101::1/128
neighbor 2001::2 activate
exit-address-family
```

```
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::2/64
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::2/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 102::1/128
exit
router bgp 200
bgp router-id 2.2.2.2
neighbor 2001::1 remote-as 100
neighbor 2000::1 remote-as 300
address-family ipv6 unicast
network 102::1/128
neighbor 2000::1 activate
neighbor 2001::1 activate
exit-address-family
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::1/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 103::1/128
```



```
exit
router bgp 300
bgp router-id 3.3.3.3
neighbor 2000::2 remote-as 200
address-family ipv6 unicast
network 103::1/128
neighbor 2000::2 activate
exit-address-family
end
end
write name
```

9.12 Настройка фильтрации маршрутов с помощью prefix-list

9.12.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 35](#) 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. Прямое соседства между RouterA и RouterC нет.

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

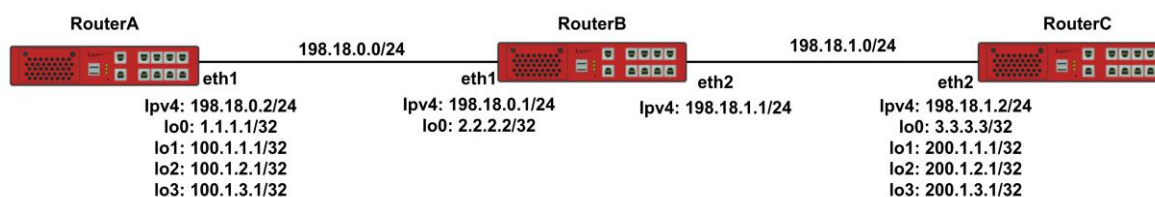


Рисунок 35 – Схема настройки фильтрации маршрутов с помощью prefix-list

9.12.2 Этапы настройки сети

9.12.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.12.2.2 Настройте RouterA

9.12.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.12.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.12.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

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

9.12.2.2.4 Настройте интерфейс lo2

```
RouterA(config)#interface lo2  
RouterA(config-if-[lo2])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo2])#no ip address all
```

```
RouterA(config-if-[lo2])#ip address 100.1.2.1/24  
RouterA(config-if-[lo2])#exit
```

9.12.2.2.5 Настройте интерфейс lo3

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

9.12.2.2.6 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
```

9.12.2.3 Настройте RouterB

9.12.2.3.1 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.12.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.12.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

9.12.2.3.4 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
```

9.12.2.3.5 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)#bgp router-id 2.2.2.2  
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32  
RouterB(config-router)#neighbor 198.18.0.2 prefix-list 1 in  
RouterB(config-router)#end
```

9.12.2.4 Настройте RouterC

9.12.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.12.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterC(config)#interface lo0  
RouterC(config-if-[lo0])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo0])#no ip address all
```

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

9.12.2.4.3 Настройте интерфейс lo1

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

9.12.2.4.4 Настройте интерфейс lo2

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

9.12.2.4.5 Настройте интерфейс lo3

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

9.12.2.4.6 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
```

9.12.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

9.12.3 Проверка настроек

9.12.3.1 Выполните команду `show ip route bgp` 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, eth4, 00:00:02

B 200.1.1.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth3, 00:00:02

B 200.1.2.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth3, 00:00:02

B 200.1.3.0/24 [20/0] via 198.18.1.2, eth3, 00:00:02

Gateway of last resort is not set

9.12.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.1.1/24
exit
interface lo2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.2.1/24
exit
interface lo3
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.3.1/24
```

```
exit
router bgp 64501
bgp router-id 1.1.1.1
network 100.1.1.0/24
network 100.1.2.0/24
network 100.1.3.0/24
neighbor 198.18.0.1 remote-as 64502
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router bgp 64502
bgp router-id 2.2.2.2
network 2.2.2.2/32
neighbor 198.18.0.2 remote-as 64501
neighbor 198.18.1.2 remote-as 64503
exit
ip prefix-list 1 seq 10 permit 100.1.3.0/24 eq 24
router bgp 64502
bgp router-id 2.2.2.2
network 2.2.2.2/32
neighbor 198.18.0.2 prefix-list 1 in
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
```

```
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.1.1/24
exit
interface lo2
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.2.1/24
exit
interface lo3
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.3.1/24
exit
router bgp 64503
bgp router-id 3.3.3.3
network 200.1.1.0/24
network 200.1.2.0/24
network 200.1.3.0/24
neighbor 198.18.1.1 remote-as 64502
end
end
write name
```

9.13 Настройка протокола BFD для динамической маршрутизации

9.13.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 36](#) 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.

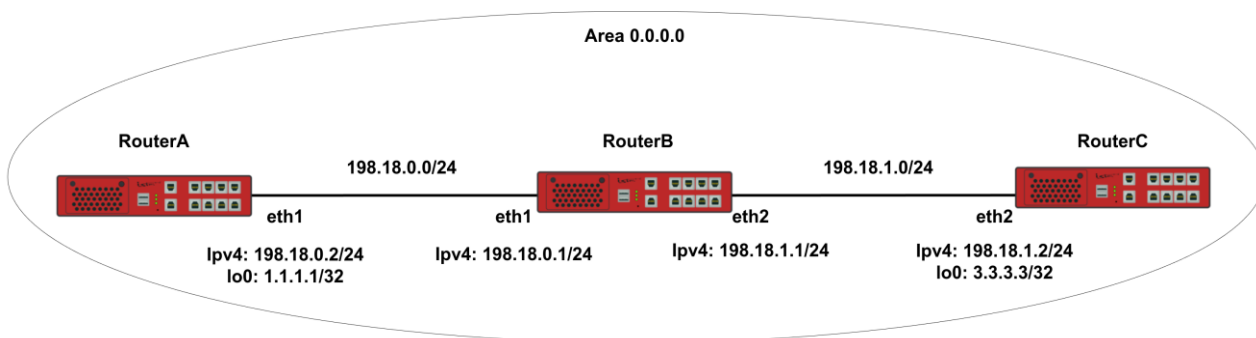


Рисунок 36 – Схема настройки протокола BFD для динамической маршрутизации

9.13.2 Этапы настройки

9.13.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.13.2.2 Настройте RouterA

9.13.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

9.13.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo0
```

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

9.13.2.2.3 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
```

9.13.2.2.4 Настройте протокол BFD

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

9.13.2.3 Настройте RouterB

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

9.13.2.3.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.13.2.3.3 Настройте протокол OSPF

```
RouterB(config)#router ospf 1  
RouterB(config-router)#ospf router-id 2.2.2.2  
RouterB(config-router)#network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0  
RouterB(config-router)#network 198.18.0.0/24 area 0.0.0.0  
RouterB(config-router)#network 198.18.1.0/24 area 0.0.0.0  
RouterB(config-router)#exit
```

9.13.2.3.4 Настройте протокол BFD

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

9.13.2.4 Настройте RouterC

9.13.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.13.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.13.2.4.3 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
```

9.13.2.4.4 Настройте протокол BFD

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

9.13.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.13.3 Проверка настроек

9.13.3.1 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
```

9.13.3.2 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

9.13.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
router ospf 1
ospf router-id 1.1.1.1
network 1.1.1.1/32 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0/24 area 0.0.0.0
exit
router ospf 1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
```

```
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ospf 1
ospf router-id 2.2.2.2
network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0/24 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0/24 area 0.0.0.0
exit
router ospf 1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
router ospf 1
ospf router-id 3.3.3.3
network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0/24 area 0.0.0.0
exit
router ospf 1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

9.14 Настройка протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации

9.14.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 37](#) 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.

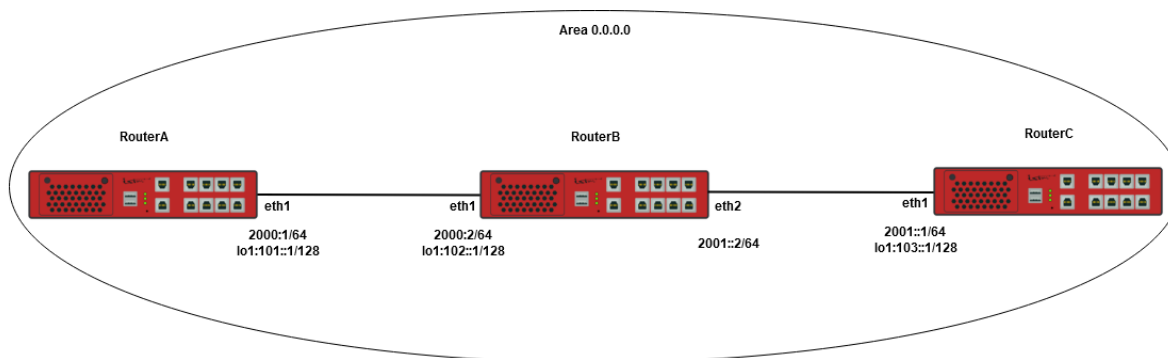


Рисунок 37 – Схема настройки протокола BFD IPv6 для динамической маршрутизации

9.14.2 Этапы настройки

9.14.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.14.2.2 Настройте RouterA

9.14.2.2.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
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
```

9.14.2.2.2 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF

```
RouterA(config)#interface lo1  
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
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
```

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

9.14.2.3 Настройте RouterB

9.14.2.3.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF на интерфейсе

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

9.14.2.3.2 Настройте интерфейс eth2 и протокол OSPF на интерфейсе

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

9.14.2.3.3 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF на интерфейсе


```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
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
```

9.14.2.3.4 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)#bfd all-interfaces
RouterB(config-router)#end
```

9.14.2.4 Настройте RouterC

9.14.2.4.1 Настройте интерфейс eth1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterC(config)#interface eth1
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address all
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
```

9.14.2.4.2 Настройте интерфейс lo1 и протокол OSPF на интерфейсе

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
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
```

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

9.14.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.14.3 Проверка настроек

9.14.3.1 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
```

9.14.3.2 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:

9.14.3.2.1 Отключите интерфейс eth1 на RouterA и засекайте время

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

9.14.3.2.2 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
```

9.14.3.2.3 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
```

9.14.3.3 Выполните следующие команды для включения интерфейса обратно:

9.14.3.3.1 Включите интерфейс `eth1` на RouterA

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

```
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.14.3.3.2 Включите протокол BFD на RouterA

```
RouterA(config)#router ipv6 ospf
```

```
RouterA(config-router)#bfd all-interfaces
```

```
RouterA(config-router)#end
```

9.14.3.3.3 Включите протокол BFD на RouterB

```
RouterB#configure terminal
```

```
RouterB(config)#router ipv6 ospf
```

```
RouterB(config-router)#bfd all-interfaces
```

```
RouterB(config-router)#end
```

9.14.3.3.4 Включите протокол BFD на RouterC

```
RouterC#configure terminal
```

```
RouterC(config)#router ipv6 ospf
```

```
RouterC(config-router)#bfd all-interfaces
```

```
RouterC(config-router)#end
```

9.14.3.3.5 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
```

9.14.3.3.6 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
```

9.14.3.3.7 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
```

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

9.14.3.4.1 Отключите на RouterA интерфейс eth1 и засекайте время

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

9.14.3.4.2 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

9.14.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::1/64
ipv6 ospf network broadcast
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 101::1/128
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
router ipv6 ospf
router-id 191.0.0.1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::2/64
ipv6 ospf network broadcast
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::2/64
ipv6 ospf network broadcast
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
interface lo1
no shutdown
```

```
no ip address all
ipv6 address 102::1/128
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
router ipv6 ospf
router-id 192.0.0.1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::1/64
ipv6 ospf network broadcast
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 103::1/128
ipv6 router ospf area 0.0.0.0
exit
router ipv6 ospf
router-id 193.0.0.1
bfd all-interfaces
end
end
write name
```

9.15 Настройка протокола BFD для статической маршрутизации

9.15.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 38](#) 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.

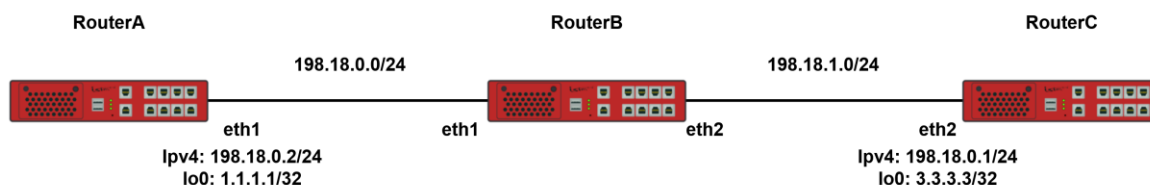


Рисунок 38 – Схема настройки протокола BFD

9.15.2 Этапы настройки сети

9.15.2.1 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

9.15.2.2 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.15.2.3 Настройте RouterA

9.15.2.3.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.2/24
  
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.15.2.3.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

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

9.15.2.3.3 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  
RouterA(config)#end
```

9.15.2.4 Настройте RouterB

9.15.2.4.1 Настройте интерфейсы eth1

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

9.15.2.4.2 Настройте интерфейсы eth2

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

9.15.2.4.3 Создайте интерфейс br1

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


9.15.2.5 Настройте RouterC

9.15.2.5.1 Настройте интерфейсы eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.0.1/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.15.2.5.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

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

9.15.2.5.3 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
RouterC(config)#end
```

9.15.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.15.3 Проверка настроек

9.15.3.1 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
```

9.15.3.2 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
```

9.15.3.3 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
```

9.15.3.4 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
```

9.15.3.5 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
```

9.15.3.6 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
```

Убедитесь, что запись до маршрута 1.1.1.1/32 появилась.

9.15.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
ip bfd static all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface br1
no shutdown
include eth1
include eth2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
ip bfd static all-interfaces
end
end
write name
```

9.16 Настройка протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации

9.16.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 39](#) 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.

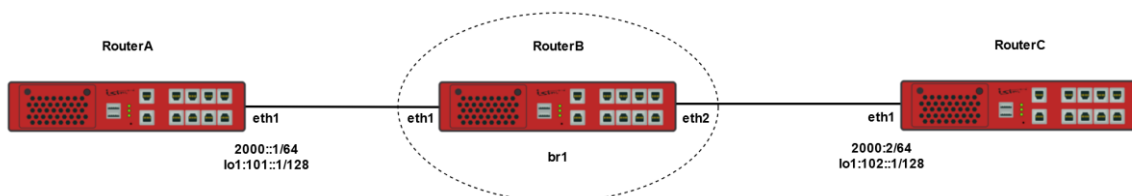


Рисунок 39 – Схема настройки протокола BFD IPv6 для статической маршрутизации

9.16.2 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
```

9.16.2.1 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.

Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.16.2.2 Настройте RouterA

9.16.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.16.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
```

```
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/128  
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.16.2.2.3 Настройте IPv6 маршрут и включите BFD

```
RouterA(config)#ipv6 route 102::1/128 2000::2  
RouterA(config)#ipv6 bfd static all-interfaces  
RouterA(config)#end
```

9.16.2.3 Настройте RouterB

9.16.2.3.1 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
```

9.16.2.3.2 Создайте мостовой интерфейс br1

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

9.16.2.4 Настройте RouterC

9.16.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.16.2.4.2 Создайте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1
```

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

9.16.2.4.3 Создайте ipv6 маршрут и включите BFD

```
RouterC(config)#ipv6 route 101::1/128 2000::1
RouterC(config)#ipv6 bfd static all-interfaces
RouterC(config)#end
```

9.16.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

9.16.3 Проверка настроек

9.16.3.1 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
```

9.16.3.2 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
```

9.16.3.3 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
```

9.16.3.4 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
```

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

9.16.3.5.1 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
```

9.16.3.5.2 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
```

9.16.3.5.3 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

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

9.16.3.6.1 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
```

9.16.3.6.2 Выполните команду show ipv6 route static на RouterC для того, чтобы убедиться, что маршрут снова появился

```
IP Route Table for VRF "default"
S 101::1/128 [1/0] via 2000::1, eth1, 02:38:16
```

9.16.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::1/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 101::1/128
exit
ipv6 route 102::1/128 2000::2
ipv6 bfd static all-interfaces
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
```

```
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface br1
no shutdown
include eth1
include eth2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::2/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 102::1/128
exit
ipv6 route 101::1/128 2000::1
ipv6 bfd static all-interfaces
end
end
write name
```

9.17 Настройка Source NAT

9.17.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 40](#) 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.

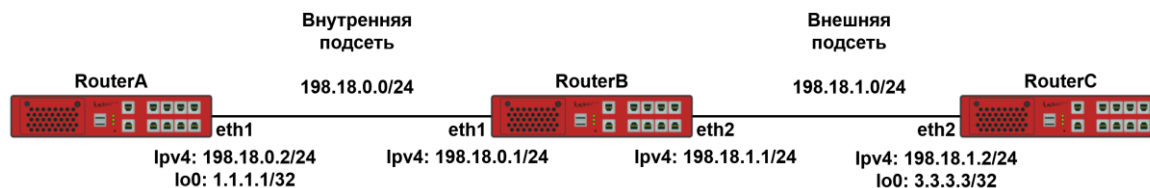


Рисунок 40 – Схема настройки Source NAT

9.17.2 Этапы настройки сети

9.17.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.17.2.2 Настройте RouterA

9.17.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.17.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.17.2.2.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1  
RouterA(config)#end
```

9.17.2.3 Настройте RouterB

9.17.2.3.1 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])#no ip address al  
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.17.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.17.2.3.3 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
```

9.17.2.3.4 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 ip 198.18.1.1 position 10
RouterB(config)#ip connections statistics on
RouterB(config)#end
```

9.17.2.4 Настройте RouterC

9.17.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.17.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.17.2.4.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

9.17.2.5 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.17.3 Проверка настроек

9.17.3.1 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
```

9.17.3.2 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
9 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

9.17.3.3 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
```

9.17.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description INSIDE
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
description OUTSIDE
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2
ip access-list SNAT1 sourceip 198.18.0.0/24
ip nat access-list SNAT1 source ip 198.18.1.1 position 10
ip connections statistics on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
```

```
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
end
end
write name
```

9.18 Настройка Destination NAT

9.18.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 41](#) 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.

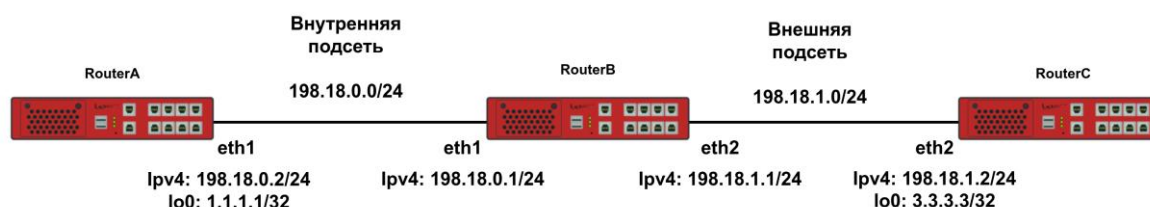


Рисунок 41 – Схема настройки Destination NAT

9.18.2 Этапы настройки сети

9.18.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.18.2.2 Настройте RouterA

9.18.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

9.18.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.18.2.2.3 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
RouterA(config)#end
```

9.18.2.3 Настройте RouterB

9.18.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-eth1)#exitRouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-eth2)#description OUTSIDE
```

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

9.18.2.3.2 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
```

9.18.2.3.3 Настройте правила трансляции адресов из внешней сети во внутреннюю

```
RouterB(config)#ip access-list DNAT1 destinationip 198.18.1.1/32 protocol tcp destinationports 1023
RouterB(config)#ip nat access-list DNAT1 destination ip 1.1.1.1 port 22 position 10
RouterB(config)#ip connections statistics on
RouterB(config)#end
```

9.18.2.4 Настройте RouterC

9.18.2.4.1 Настройте интерфейсы eth2

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

9.18.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.18.2.4.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

9.18.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

9.18.3 Проверка настроек

9.18.3.1 Выполните команду **show ip nat** на RouterB для проверки созданного правила

```
Chain PREROUTING (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#  Pkts Bytes  Action                               Rule config
1   0    0    First IP: 1.1.1.1 Port: 22          dst:198.18.1.1/32 dp: 1023 prot: tcp
                                   Action: dnat
```

9.18.3.2 Запустите утилиту, выполнив команду **ssh admin@198.18.1.1 port 1023** на RouterC, для подключения к RouterA, используя адрес RouterB

9.18.3.3 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
```

9.18.3.4 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
```

9.18.3.5 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.

9.18.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.0.2/24  
exit  
interface lo0  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 1.1.1.1/32  
exit  
ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1  
ip route 198.18.1.0/24 198.18.0.1  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
description INSIDE  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.0.1/24  
exit  
interface eth2  
description OUTSIDE  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
exit
```

```
ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2
ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2
ip access-list DNAT1 destinationip 198.18.1.1/32 protocol tcp destinationports 1023
ip nat access-list DNAT1 destination ip 1.1.1.1 port 22 position 10
ip connections statistics on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
end
end
write name
```

9.19 Настройка NAT masquerade

9.19.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 42](#) 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.

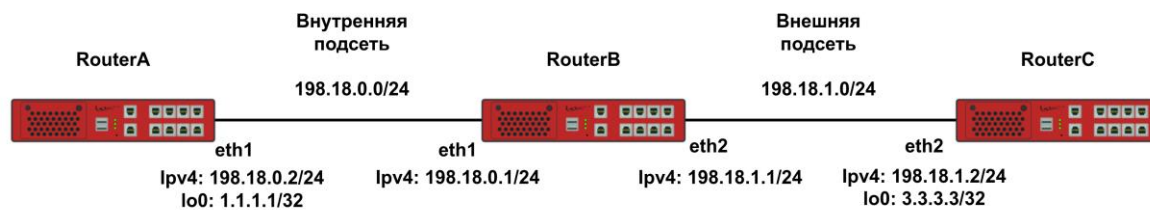


Рисунок 42 – Схема настройки NAT masquerad

9.19.2 Этапы настройки сети

9.19.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

9.19.2.2 Настройте RouterA

9.19.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.19.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterA(config)#interface lo0
```

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

9.19.2.2.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterA(config)#ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
RouterA(config)#end
```

9.19.2.3 Настройте RouterB

9.19.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.19.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.19.2.3.3 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
```

9.19.2.3.4 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
```

9.19.2.4 Настройте RouterC

9.19.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

9.19.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

9.19.2.4.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

9.19.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.19.3 Проверка настроек

9.19.3.1 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
1   0     0          io: eth2
                        Action: masquerade
```

9.19.3.2 Запустите утилиту командой `ping 3.3.3.3 source 1.1.1.1` на RouterA

9.19.3.3 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
```

9.19.3.4 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
```

9.19.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 3.3.3.3/32 198.18.0.1
```

```
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
description INSIDE  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.0.1/24  
exit  
interface eth2  
description OUTSIDE  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
exit  
ip route 1.1.1.1/32 198.18.0.2  
ip route 3.3.3.3/32 198.18.1.2  
ip access-list 1 outinterface eth2  
ip nat access-list 1 source masquerade  
ip connections statistics on  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal  
interface eth2  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.2/24  
exit  
interface lo0  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 3.3.3.3/32  
exit  
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1  
end  
end
```

write name

9.20 Настройка VRF Lite

9.20.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 43](#) в качестве основных устройств используются три сервисных маршрутизатора - RouterA, RouterB и RouterC.

На устройствах RouterA, RouterB и RouterC настроены IP-адреса. Прямое соседства между RouterA и RouterC нет.

На RouterB настроена технология VRF Lite, которая позволяет разделить физический маршрутизатор на несколько логических (виртуальных).

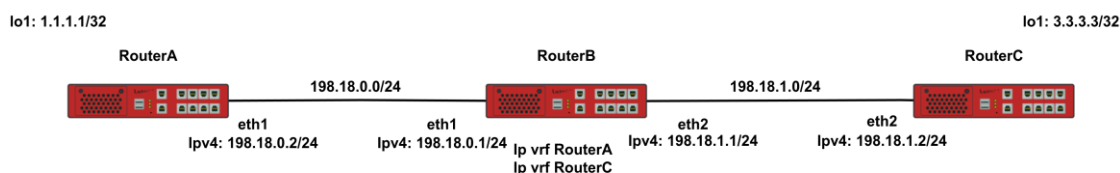


Рисунок 43 – Схема настройки VRF Lite

9.20.2 Этапы настройки сети

9.20.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

9.20.2.2 Настройте RouterA

9.20.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.20.2.2.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#end
```

9.20.2.3 Настройте RouterB

9.20.2.3.1 Назначьте экземпляры VPN Routing Forwarding

```
RouterB(config)#ip vrf RouterA
RouterB(config-vrf)#exit
RouterB(config)#ip vrf RouterC
RouterB(config-vrf)#exit
```

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

9.20.2.3.3 Настройте маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route vrf RouterA 1.1.1.1/32 198.18.0.2 eth1
RouterB(config)#ip route vrf RouterC 3.3.3.3/32 198.18.1.2 eth2
RouterB(config)#end
```

9.20.2.4 Настройте RouterC

9.20.2.4.1 Настройте интерфейсы eth2

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

9.20.2.4.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 3.3.3.3/32
RouterC(config-if-[lo1])#end
```

9.20.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

Router#write <name>

9.20.3 Проверка настроек

9.20.3.1 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
```

9.20.3.2 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
```

9.20.3.3 Выполните команду `show ip route` на RouterB 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
```

9.20.3.4 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
```

9.20.3.5 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
```

9.20.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
ip vrf RouterA
exit
ip vrf RouterC
exit
interface eth1
```

```
no ip address dhcp
ip vrf forwarding RouterA
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
ip vrf forwarding RouterC
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
ip route vrf RouterA 1.1.1.1/32 198.18.0.2 eth1
ip route vrf RouterC 3.3.3.3/32 198.18.1.2 eth2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
end
end
write name
```

9.21 Настройка VRF Lite IPv6

9.21.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 44](#) 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).

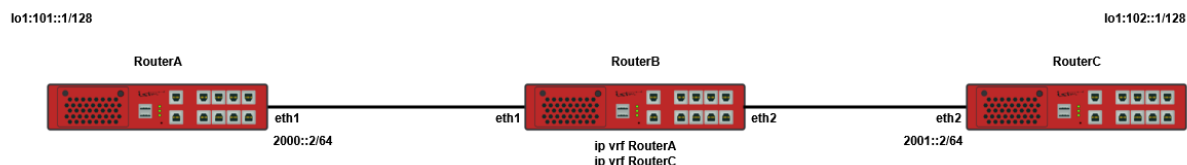


Рисунок 44 – Схема настройки VRF Lite Ipv6

9.21.2 Этапы настройки

9.21.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.21.2.2 Настройте RouterA

9.21.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```

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

9.21.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```

RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
  
```

```
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo1])#ipv6 address 101::1/128  
RouterA(config-if-[lo1])#end
```

9.21.2.3 Настройте RouterB

9.21.2.3.1 Создайте виртуальный маршрутизатор RouterA

```
RouterB(config)#ip vrf RouterA  
RouterB(config-vrf)#exit
```

9.21.2.3.2 Создайте виртуальный маршрутизатор RouterC

```
RouterB(config)#ip vrf RouterC  
RouterB(config-vrf)#exit
```

9.21.2.3.3 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000::1/64  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.21.2.3.4 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001::1/64  
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.21.2.3.5 Настройте VRF маршрут RouterA

```
RouterB(config)#ipv6 route vrf RouterA 101::1/128 2000::2 eth1
```

9.21.2.3.6 Настройте VRF маршрут RouterC

```
RouterB(config)#ipv6 route vrf RouterC 102::1/128 2001::2 eth2  
RouterB(config)#end
```

9.21.2.4 Настройте RouterC

9.21.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2  
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterC(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001::2/64  
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.21.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

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

9.21.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.21.3 Проверка настроек

9.21.3.1 Выполните команду **show ipv6 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

9.21.3.2 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

9.21.3.3 Выполните команду `show ipv6 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

9.21.3.4 Выполните команду `ping ipv6 101::1 vrf RouterA` 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
```

9.21.3.5 Выполните команду ping ipv6 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
```

9.21.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2000::2/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 101::1/128
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
ip vrf RouterA
exit
ip vrf RouterC
exit
interface eth1
ip vrf forwarding RouterA
no shutdown
```

```
no ip address all
ipv6 address 2000::1/64
exit
interface eth2
ip vrf forwarding RouterC
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::1/64
exit
ipv6 route vrf RouterA 101::1/128 2000::2 eth1
ipv6 route vrf RouterC 102::1/128 2001::2 eth2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001::2/64
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 102::1/128
end
end
write name
```

9.22 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса источника

9.22.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 45](#) 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.

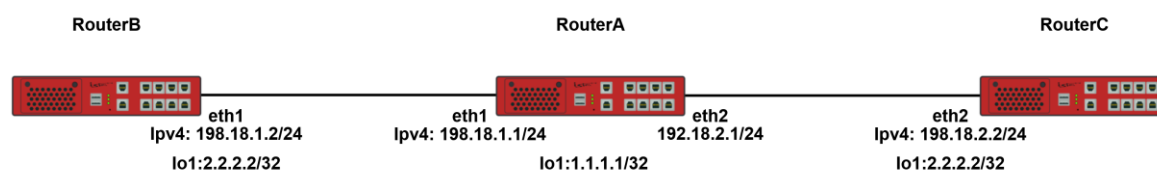


Рисунок 45 – Схема настройки PBR на основе IP-адреса источника

9.22.2 Этапы настройки сети

9.22.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.22.2.2 Настройте RouterA

9.22.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

9.22.2.2.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.22.2.2.3 Укажите маршрут до сети 2.2.2.2/32 через RouterB

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2
```

9.22.2.2.4 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
RouterA(config)#end
```

9.22.2.3 Настройте RouterB

9.22.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.22.2.3.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```


9.22.2.3.3 Укажите маршруты, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
RouterB(config)#end
```

9.22.2.4 Настройте RouterC

9.22.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterC(config-if-[eth2])#ip address 198.18.2.2/24
RouterC(config-if-[eth2])#exit
```

9.22.2.4.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.22.2.4.3 Укажите маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
RouterC(config)#end
```

9.22.2.5 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.22.3 Проверка настроек

9.22.3.1 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
```

9.22.3.2 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
```

9.22.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
exit  
interface eth2  
no shutdown  
ip address 198.18.2.1/24  
exit  
interface lo1  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 1.1.1.1/32  
exit  
ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2  
ip route 0.0.0.0/0 198.18.2.2 table 21  
ip access-list PBR_SRC_IP sourceip 1.1.1.1/32  
ip policy rule access-list PBR_SRC_IP output lookup 21  
end  
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
end
end
write name
```

9.23 Настройка Policy Based Routing на основе IP-адреса назначения

9.23.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 46](#) 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.

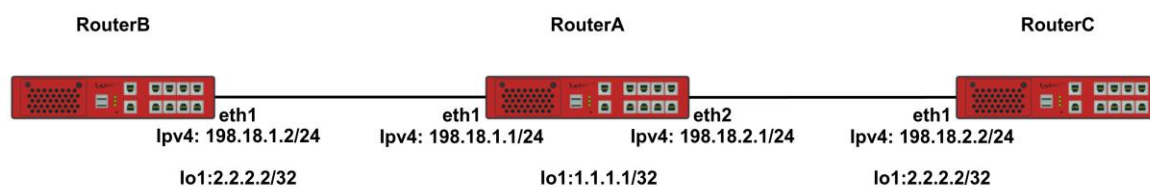


Рисунок 46 – Схема настройки PBR на основе IP-адреса назначения

9.23.2 Этапы настройки сети

9.23.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.23.2.2 Настройте RouterA

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

9.23.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.2.3 Укажите маршрут до сети 2.2.2.2/32 через RouterB

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2
```

9.23.2.2.4 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
```

9.23.2.3 Настройте RouterB

9.23.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.23.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.3.3 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
```

9.23.2.4 Настройте RouterC

9.23.2.4.1 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])#no ip address all
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.2.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.23.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.23.2.4.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
RouterC(config)#end
```

9.23.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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, 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
```

9.23.3.2 Выполните команду `tcpdump eth1` 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
```

9.23.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
exit  
interface eth2  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.2.1/24  
exit
```

```
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 2.2.2.2/32 198.18.1.2
ip route 0.0.0.0/0 198.18.2.2 table 21
ip access-list PBR_DES_IP destinationip 2.2.2.2/32
ip policy rule access-list PBR_DES_IP output lookup 21
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.2.1
```



```
end
end
write name
```

9.24 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) источника

9.24.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 47](#) 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. Прямое 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.

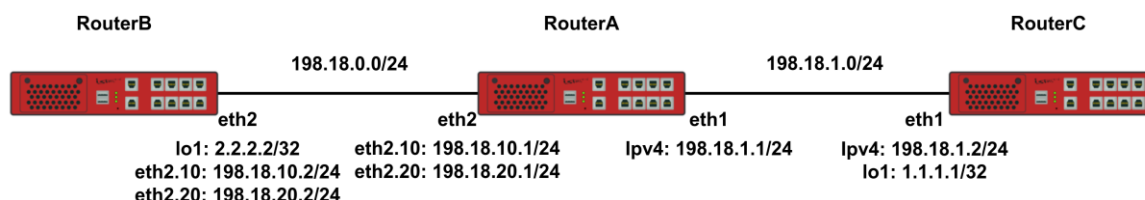


Рисунок 47 – Схема настройки PBR на основе номера порта источника

9.24.2 Этапы настройки сети

9.24.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.24.2.2 Настройте RouterA

9.24.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

9.24.2.2.2 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])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.24.2.2.3 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
```

9.24.2.2.4 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
```

9.24.2.3 Настройте RouterB

9.24.2.3.1 Настройте интерфейсы

```
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
```

9.24.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.24.2.3.3 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])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.24.2.3.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1  
RouterB(config)#end
```

9.24.2.4 Настройте RouterC

9.24.2.4.1 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])#no ip address all  
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24  
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.24.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1  
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32  
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.24.2.4.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1  
RouterC(config)#end
```

9.24.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.24.3 Проверка настроек

9.24.3.1 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
```

9.24.3.2 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
```

9.24.3.3 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
```

9.24.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface eth2.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.10.1/24
exit
interface eth2.20
vid 20 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.20.1/24
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.2
ip route 2.2.2.2/32 198.18.10.2
ip route 0.0.0.0/0 198.18.20.2 table 21
ip access-list PBR_S_PORT protocol 6 sourceports 10000
ip policy rule access-list PBR_S_PORT prerouting lookup 21
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
interface eth2.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
```

```
ip address 198.18.10.2/24
exit
interface eth2.20
vid 20 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.20.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

9.25 Настройка Policy Based Routing на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

9.25.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 48](#) 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.

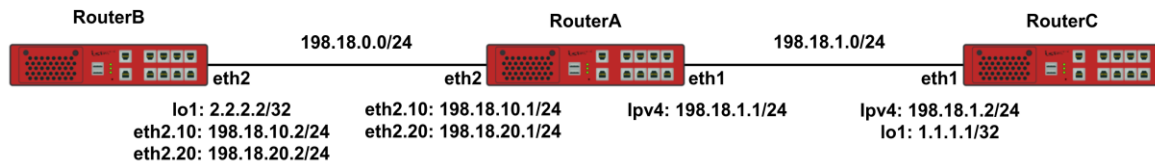


Рисунок 48 – Схема настройки PBR на основе номера порта назначения

9.25.2 Этапы настройки сети

9.25.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.25.2.2 Настройте RouterA

9.25.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```


9.25.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.25.2.2.3 Настройте виртуальный интерфейс eth2.10

```
RouterA(config)#interface eth2.10
RouterA(config-if-[eth2.10])#vid 10 ether-type 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.10])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2.10])#exit
```

9.25.2.2.4 Настройте виртуальный интерфейс eth2.20

```
RouterA(config)#interface eth2.20
RouterA(config-if-[eth2.20])#vid 20 ether-type 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.20])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2.20])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2.20])#ip address 198.18.20.1/24
RouterA(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.25.2.2.5 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
```

9.25.2.2.6 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 destination-ports 10000
RouterA(config)#ip policy rule access-list PBR_D_PORT prerouting lookup 21
```

9.25.2.3 Настройте RouterB

9.25.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

9.25.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

9.25.2.3.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.25.2.3.4 Настройте виртуальный 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.10.2/24
RouterB(config-if-[eth2.10])#exit
```

9.25.2.3.5 Настройте виртуальный 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2.10])#ip address 198.18.20.2/24
RouterB(config-if-[eth2.20])#exit
```

9.25.2.3.6 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1
```

```
RouterB(config)#end
```

9.25.2.4 Настройте RouterC

9.25.2.4.1 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])#no ip address all
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

9.25.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

9.25.2.4.3 Настройте маршрут, применяющийся при установлении соединения

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

9.25.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.25.3 Проверка настроек

9.25.3.1 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
```

9.25.3.2 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
```

9.25.3.3 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
```

9.25.3.4 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
```

9.25.3.5 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
```

9.25.3.6 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
```

9.25.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
```

```
interface eth2
no shutdown
exit
interface eth2.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.10.1/24
exit
interface eth2.20
vid 20 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.20.1/24
exit
ip route 1.1.1.1/32 198.18.1.2
ip route 2.2.2.2/32 198.18.10.2
ip route 0.0.0.0/0 198.18.20.2 table 21
ip access-list PBR_D_PORT protocol 6 destinationports 10000
ip policy rule access-list PBR_D_PORT prerouting lookup 21
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
interface eth2.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.10.2/24
exit
interface eth2.20
vid 20 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.20.2/24
exit
```

```
ip route 0.0.0.0/0 198.18.10.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

9.26 Настройка физического интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.26.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 49](#) 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.

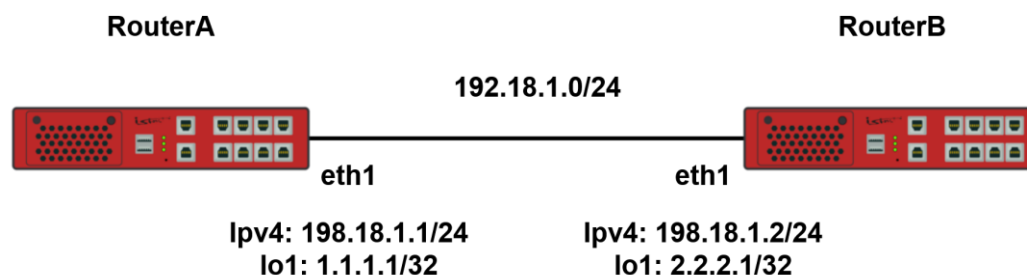


Рисунок 49 – Схема настройки физического интерфейса в качестве next-hop

9.26.2 Этапы настройки сети

9.26.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.26.2.2 Настройте RouterA

9.26.2.2.1 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])#no ip address all RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24 RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

9.26.2.2.2 Настройте интерфейс lo1


```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.26.2.2.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterA(config)#arp reply global
```

9.26.2.2.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 2.2.2.0/24 eth1
RouterA(config)#end
```

9.26.2.3 Настройте RouterB

9.26.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.26.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.26.2.3.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.26.2.3.4 Создайте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 1.1.1.0/24 eth1
RouterB(config)#end
```

9.26.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

9.26.3 Проверка настроек

9.26.3.1 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
```

9.26.3.2 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
```

9.26.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 2.2.2.0/24 eth1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 2.2.2.1/32
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 1.1.1.0/24 eth1
end
end
```

write name

9.27 Назначение в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов

9.27.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 50](#) в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 10.10.10.1/24, eth2 - IP address 20.20.20.1/24, loopback интерфейс - IP address 1.1.1.1/32.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 10.10.10.2/24, eth2 - IP address 20.20.20.2/24, loopback интерфейс - IP address 2.2.2.1/32.

Между устройствами настроена статическая маршрутизация.

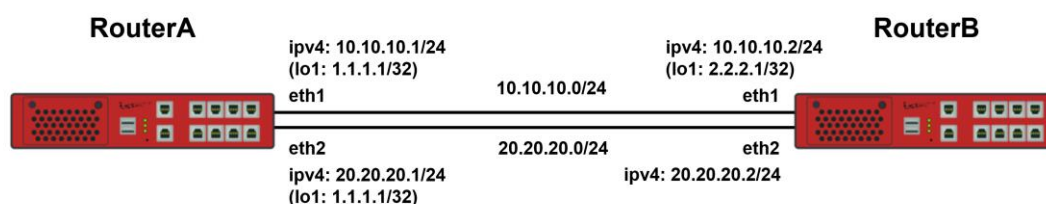


Рисунок 50 – Вариант назначения в качестве next-hop для статического маршрута двух интерфейсов

9.27.2 Этапы настройки сети

9.27.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.27.2.2 Настройте RouterA

9.27.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no ip address dhcp
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

9.27.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-lo1)#no shutdown
RouterA(config-if-lo1)#no ip address all
RouterA(config-if-lo1)#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-lo1)#exit
```

9.27.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-eth2)#no ip address all
RouterA(config-if-eth2)#ip address 20.20.20.1/24
RouterA(config-if-eth2)#no shutdown
RouterA(config-if-eth2)#exit
```

9.27.2.2.4 Настройте глобальный режим отправки ответов на полученные ARP-запросы

```
RouterA(config)#arp reply global
```

9.27.2.2.5 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth1 10  
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 eth2 20  
RouterA(config)#end
```

9.27.2.3 Настройте RouterB

9.27.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1  
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all  
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
```

9.27.2.3.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1  
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.1/32  
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

9.27.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2  
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 20.20.20.2/24  
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

9.27.2.3.4 Настройте глобальный режим отправки ответов на полученные ARP-запросы

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.27.2.3.5 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)#end
```

9.27.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.27.3 Проверка настроек

9.27.3.1 Выполните команду ping 2.2.2.1 на RouterA для отправки ICMP-запроса

```
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=0.983 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.962 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.949 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.977 ms
```

9.27.3.2 Выполните следующие команды для отключения интерфейса на Router B:

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

9.27.3.3 Выполните команду ping 2.2.2.1 на RouterA для проверки доступности резервного статического маршрута через интерфейс eth2

```
PING 2.2.2.1 (2.2.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.933 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.932 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.929 ms
64 bytes from 2.2.2.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.987 ms
```

9.27.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 10.10.10.1/24
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface eth2
no ip address all
ip address 20.20.20.1/24
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 0.0.0.0/0 eth1 10
ip route 0.0.0.0/0 eth2 20
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address all
no ip address dhcp
ip address 10.10.10.2/24
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.1/32
exit
interface eth2
no ip address all
ip address 20.20.20.2/24
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 0.0.0.0/0 eth1 10
ip route 0.0.0.0/0 eth2 20
```



```
end
end
write name
```

9.28 Настройка loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.28.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 51](#) 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.

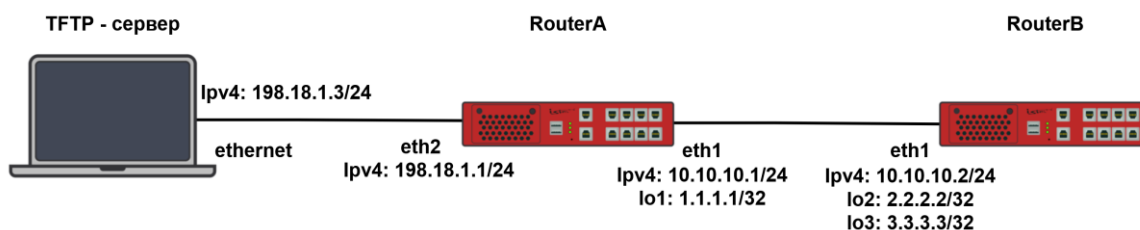


Рисунок 51 – Схема настройки loopback-интерфейса в качестве next-hop для статического маршрута

9.28.2 Этапы настройки сети

9.28.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

9.28.2.2 Настройте на PC IP-адрес 198.18.1.3/24

9.28.2.3 Настройте RouterA

9.28.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

9.28.2.3.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

9.28.2.3.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterA(config)#arp reply global
```

9.28.2.3.4 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
```

9.28.2.4 Настройте RouterB

9.28.2.4.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

9.28.2.4.2 Создайте и настройте loopback-интерфейсы

```
RouterB(config)#interface lo2
RouterB(config-if-[lo2])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo3])#ip address 3.3.3.3/32
RouterB(config-if-[lo3])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo3])#exit
```

9.28.2.4.3 Настройте режим отправки ответов в ответ на полученные ARP-запросы, которые разрешают локальные целевые IP-адреса

```
RouterB(config)#arp reply global
```

9.28.2.4.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.1 eth1
RouterB(config)#end
```

9.28.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.28.3 Проверка настроек

9.28.3.1 Выполните команду ping 2.2.2.2 на PC для отправки ICMP-запроса

```
Pinging 2.2.2.2 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 2.2.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss)
```

ICMP-ответ от 2.2.2.2 не должен быть получен.

9.28.3.2 Выполните команду tcpdump lo1 на RouterA для проверки ICMP запросов от PC

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on lo1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:07:38.576533 IP 198.18.1.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 1, seq 56, length 40
13:07:43.185698 IP 198.18.1.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 1, seq 57, length 40
13:07:48.173453 IP 198.18.1.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 1, seq 58, length 40
13:07:53.162208 IP 198.18.1.3 > 2.2.2.2: ICMP echo request, id 1, seq 59, length 40
```

9.28.3.3 Выполните команду ping 3.3.3.3 на PC для отправки ICMP-запроса

```
Pinging 3.3.3.3 with 32 bytes of data:
Reply from 3.3.3.3: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 3.3.3.3: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 3.3.3.3: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 3.3.3.3: bytes=32 time=1ms TTL=63

Ping statistics for 3.3.3.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

ICMP-ответы от 3.3.3.3 должны быть получены.

9.28.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
```

```
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 2.2.2.0/24 lo1
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 eth1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.2/24
exit
interface lo2
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
no shutdown
exit
interface lo3
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
no shutdown
exit
arp reply global
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.1 eth1
end
end
write name
```

9.29 Настройка зеркалирования трафика

9.29.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 52](#) 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.

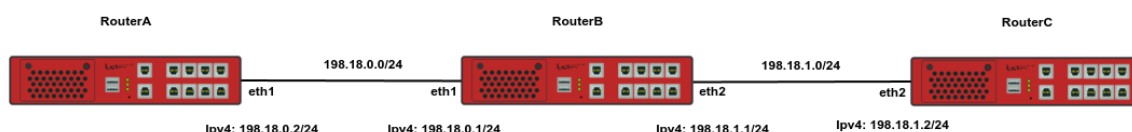


Рисунок 52 – Схема настройки

9.29.2 Этапы настройки

9.29.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

9.29.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
```

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

9.29.2.3 Настройте RouterB

9.29.2.3.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

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

9.29.2.3.2 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
RouterB(config)#end
```

9.29.2.4 Настройте интерфейс eth2 на RouterC

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

9.29.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

Router#write <name>

9.29.3 Проверка настроек

9.29.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 4` на RouterB для проверки связности 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
```

9.29.3.2 Выполните команду `ping 198.18.0.2 repeat 4` на RouterB для проверки связности 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
```

9.29.3.3 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
```

9.29.3.4 Выполните команду `tcpdump eth2` на RouterC 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 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 1, length 64
21:53:11.982596 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 2, length 64
```



```
21:53:12.983683 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 3, length 64
21:53:13.984744 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 4, length 64
21:53:14.985864 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 5, length 64
21:53:15.986919 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 6, length 64
21:53:16.988029 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 7, length 64
21:53:17.988380 IP 198.18.0.1 > 198.18.0.1: ICMP echo request, id 16764, seq 8, length 64
```

9.29.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
no shutdown
exit
interface eth2
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
exit
ip access-list MIRRORING destinationip 198.18.0.0/24
ip clone INPUT access-list MIRRORING gateway 198.18.1.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
```

```
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
no shutdown
end
end
write name
```

9.30 Настройка Jumbo Frames на интерфейсах Ethernet

9.30.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 53](#) в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

Устройства объединены в одну сеть - VLAN10, установлен максимальный размер кадра MTU на портах.

На PC1 настроен IP address 100.1.0.2/24.

На PC2 настроен IP address 100.1.0.3/24.

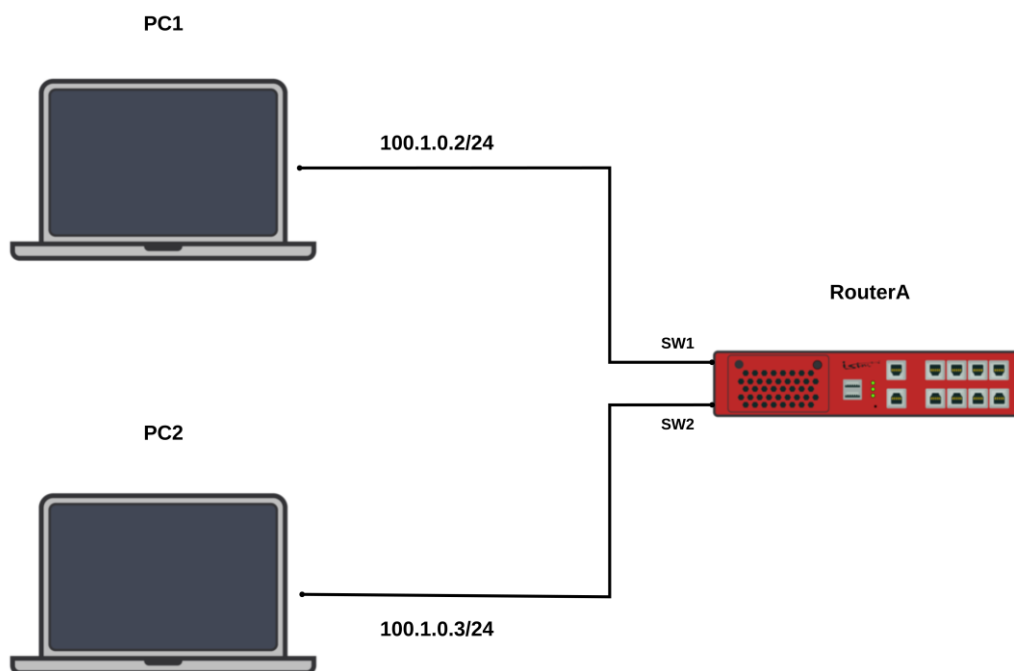


Рисунок 53 – Схема настройки Jumbo Frames

9.30.2 Этапы настройки сети

9.30.2.1 Настройте на PC1 IP адрес 100.1.0.2/24

9.30.2.2 Настройте на PC2 IP адрес 100.1.0.3/24

9.30.2.3 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве RouterA 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

9.30.2.4 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
```

9.30.2.5 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
```

9.30.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

9.30.3 Проверка настроек

9.30.3.1 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
```

9.30.3.2 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
```

9.30.3.3 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
```

9.30.3.4 Выполните команду `iperf3 -c 100.1.0.3 -b 470m -p 5000 --set-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
```

9.30.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
mtu 10240
exit
interface switchport2
no shutdown
switchport access vlan 10
mtu 10240
end
end
write name
```

10 Управление IP-адресацией

10.1 Назначение статических IP-адресов на физические и логические интерфейсы

10.1.1 Описание настройки

В качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

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

10.1.2 Этапы настройки

10.1.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

10.1.2.2 Настройте IP-адрес на физических интерфейсах eth1 и eth2

10.1.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.1.2.2.2 Настройте интерфейс eth2 и назначьте IP-адрес

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

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

10.1.2.3.1 Создайте суб-интерфейс eth1.100 и настройте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface eth1.100
RouterA(config-if-[eth1.100])#vid 100
RouterA(config-if-[eth1.100])#no ip address all
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
```

10.1.2.3.2 Создайте интерфейс lo1 и настройте IP-адрес

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 198.18.3.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

10.1.2.3.3 Создайте интерфейс vlan 10 и настройте IP-адрес

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

10.1.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
RouterA#write <name>
```

10.1.3 Проверка настроек

10.1.3.1 Выполните команду `show interfaces brief` для проверки настройки интерфейсов на RouterA

Interface	HW Address	IPv4	Description	eth1	
Address	Admin/Link	DHCPv4			
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	198.18.3.1/32	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)					

10.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
exit
interface eth1.100
vid 100
no ip address all
ip address 198.18.100.1/24
no shutdown
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.3.1/32
```



```
exit
interface vlan 10
vid 10
no ip address all
ip address 198.18.10.1/24
no shutdown
end
end
write name
```

10.2 Настройка DHCP Relay Option 82

10.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 54](#) 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.

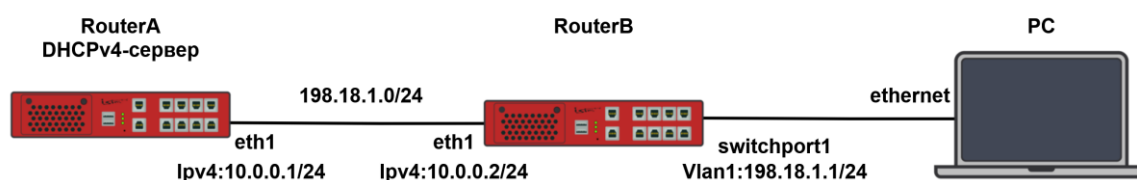


Рисунок 54 – Настройка DHCP Relay Option 82

10.2.2 Этапы настройки сети

10.2.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

10.2.2.2 Настройте RouterB

10.2.2.2.1 Включите switchport1

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

10.2.2.2.2 Создайте vlan и его идентификатор

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

10.2.2.2.3 Задайте IP-адрес на интерфейсе eth1

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

10.2.2.2.4 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

10.2.2.3 Настройте RouterA

10.2.2.3.1 Задайте IP-адрес на интерфейсе eth1

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

10.2.2.3.2 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
```

10.2.2.3.3 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
```

10.2.2.3.4 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
```

10.2.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

10.2.3 Проверка настроек

10.2.3.1 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
```

10.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no ip address all  
ip address 10.0.0.1/24  
no shutdown  
exit  
ip dhcp pool 1
```

```
network 10.0.0.0/24
range 10.0.0.100 10.0.0.200
exit
ip dhcp pool 2
network 198.18.1.0/24
range 198.18.1.2 198.18.1.100
exit
ip route 198.18.1.0/24 10.0.0.2
ip dhcp server on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface switchport1
no shutdown
exit
interface vlan 1
vid 1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 10.0.0.2/24
no shutdown
exit
ip dhcp relay 1
interface eth1
interface vlan1
server 10.0.0.1
option 82 remote-id 7a:72:6c:4b:7c:a3
manage-agent-option append
Append-agent-option
no shutdown
end
end
write name
```

10.3 Настройка DHCP Snooping

10.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 55](#) в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

На маршрутизаторе RouterA настроен VLAN 10, который назначен интерфейсам switchport2, switchport3 и switchport5. Также реализована функция DHCP snooping с установкой доверительного порта для DHCP-сервера 1.

Для DHCP-сервера 1 статически настроен IP-адрес 192.168.10.1/24.

Для DHCP-сервера 2 статически настроен IP-адрес 100.1.0.1/24.

DHCP-клиентам адреса назначаются динамически с использованием DHCP-сервера.

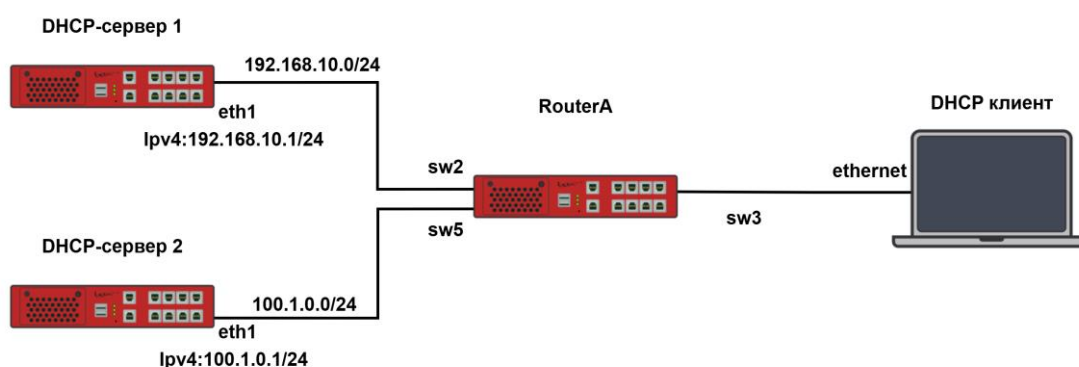


Рисунок 55 – Схема настройки DHCP Snooping

10.3.2 Этапы настройки сети

10.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

10.3.2.2 Настройте RouterA**10.3.2.2.1 Создайте VLAN на сетевом устройстве**

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

10.3.2.2.2 Настройте DHCP Snooping, установив доверительный порт для DHCP-сервера 1.

```
RouterA(config)#switchport dhcp-snooping trusted-ports 2
```

10.3.2.2.3 Назначьте VLAN10 интерфейсам switchport2, switchport3, switchport5

```
RouterA(config)#interface range switchport 2,3,5
RouterA(config-if-range-switchport2:3,5)#switchport access vlan 10
RouterA(config-if-range-switchport2:3,5)#shutdown
RouterA(config-if-range-switchport2:3,5)#exit
```

10.3.2.2.4 Активируйте интерфейсы switchport3 и switchport5.

```
RouterA(config)#interface range switchport 3,5
RouterA(config-if-range-switchport3,5)#no shutdown
RouterA(config-if-range-switchport3,5)#end
```

10.3.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

10.3.3 Проверка настроек

10.3.3.1 Выполните команду `show switchport dhcp-snooping` на RouterA для проверки настройки конфигурации DHCP Snooping

```
RouterA#show switchport dhcp-snooping
#  VID      Trusted ports Status
128 1        2          OK
129 all-tagged 2          OK
```

10.3.3.2 Проверьте работу DHCP Snooping на DHCP-клиенте:

10.3.3.2.1 Выполните команду `ip a show ens16np0` на DHCP-клиенте, чтобы убедиться, что IP-адрес не назначается

```
user@PC1:~$ ip a show ens16np0
4: ens16np0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:e0:ed:84:8c:9a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname enp0s16np0
    inet6 fe80::5f34:5d59:e8e0:c256/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

10.3.3.2.2 Выполните команду `show switchport dhcp-snooping statistics` на RouterA, чтобы проверить статистику и убедиться, что не доверительный порт заблокирован

```
user@PC1:~$ ip a show ens16np0
admin@RouterA#show switchport dhcp-snooping statistics
Port Events
1 0
2 0
3 0
4 0
5 3239
6 0
7 0
8 0
```

10.3.3.2.3 Включите доверительный порт switchport2 с помощью команды:

```
RouterA(config)#interface switchport 2RouterA(config-switchport2)#no shutdown
```



```
RouterA(config-switchport2)#exit
```

10.3.3.2.4 Снова выполните команду `ip a show ens16np0` на DHCP-клиенте, чтобы убедиться, что IP-адрес успешно назначен

```
user@PC1:~$ ip a show ens16np0
4: ens16np0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:e0:ed:84:8c:9a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname enp0s16np0
    inet 192.168.10.11/24 brd 192.168.10.255 scope global dynamic noprefixroute ens16np0
        valid_lft 583sec preferred_lft 583sec
    inet6 fe80::5f34:5d59:e8e0:c256/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

10.3.3.2.5 Выключение `dhcp-snooping` происходит следующей командой:

```
RouterA(config)#no switchport dhcp-snooping
```

10.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
vlan 10
switchport dhcp-snooping trusted-ports 2
interface range switchport 2,3,5
switchport access vlan 10
shutdown
exit
interface range switchport 3,5
no shutdown
end
write name
```

10.4 Настройка DHCPv4 relay

10.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 56](#), 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.

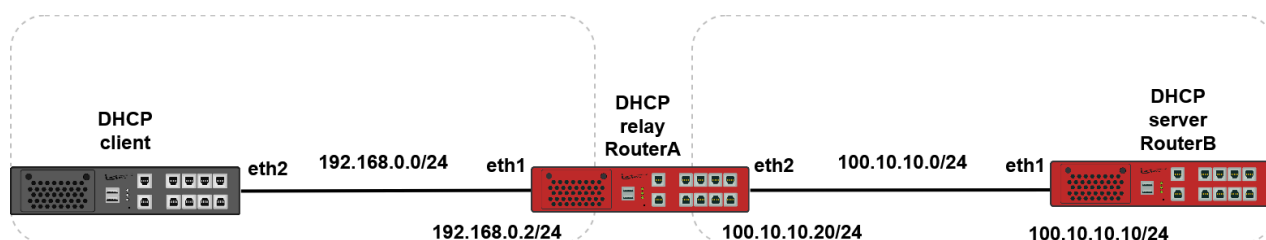


Рисунок 56 – Схема настройки DHCP Relay

10.4.2 Этапы настройки DHCP Relay

10.4.2.1 Войдите в конфигурационный режим

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

10.4.2.2 Настройте RouterA

10.4.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

10.4.2.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.4.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

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

10.4.2.2.4 Создайте DHCP relay на RouterA, указав имя DHCP relay <dhcp-pool>

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

10.4.2.2.5 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
```

10.4.2.3 Настройте RouterB

10.4.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.4.2.3.2 Добавьте маршрут на DHCP Server до искомой подсети 192.168.0.0/24

```
RouterB(config)# ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 100.10.10.20
```

10.4.2.3.3 Настройте диапазон выдаваемых адресов для сети 192.168.0.0/24

```
RouterB(config)#ip dhcp pool 2
RouterB(config-dhcp[2])#network 192.168.0.0/24
RouterB(config-dhcp[2])#option routers 192.168.0.2
RouterB(config-dhcp[2])#range 192.168.0.3 192.168.0.10
RouterB(config-dhcp[2])#exit
```

10.4.2.3.4 Настройте диапазон выдаваемых адресов для сети 100.10.10.0/24

```
RouterB(config)#ip dhcp pool 3
RouterB(config-dhcp[3])#network 100.10.10.0/24
RouterB(config-dhcp[3])#range 100.10.10.2 100.10.10.6
RouterB(config-dhcp[3])#exit
```

10.4.2.3.5 Выполните команду для включения DHCP-сервера

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

10.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
RouterA#write <name>
```

10.4.3 Проверка настроек

Выполните команду **show ip dhcp relay**, для вывода на экран настроек DHCP relay на RouterA

```
Service 'dhcp-relay' is OFF
VRF: default
```

```
Servers:
Interfaces:
Service 'dhcp-pool' is ON
VRF: default
Append agent option
Servers:
  100.10.10.10
Interfaces:
  eth1
  eth2
```

Выполните команду **show ip dhcp server-leases**, для вывода на экран настроек DHCP relay на RouterB

```
authoring-byte-order little-endian;
server-uid "\000\001\000\001\036\377\306\017\224?\273\000\000u";
lease 192.168.0.3 {
  starts 5 2016/06/24 10:21:44;
  ends 5 2016/06/24 10:31:44;
  cltt 5 2016/06/24 10:21:44;
  binding state active;
  next binding state free;
  rewind binding state free;
  hardware ethernet 94:3f:bb:aa:bb:cc;
  option agent.circuit-id "eth1";
  option agent.remote-id 94:3f:bb:0:30:4a;
  client-hostname "RouterC";
}
```

10.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.20/24
exit
```

```
ip dhcp relay dhcp-pool
server 100.10.10.10
append-agent-option
interface eth1
interface eth2
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
exit
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 100.10.10.20
ip dhcp pool 2
network 192.168.0.0/24
option routers 192.168.0.2
range 192.168.0.3 192.168.0.10
exit
ip dhcp pool 3
network 100.10.10.0/24
range 100.10.10.2 100.10.10.6
exit
ip dhcp server on
end
write name
```

10.5 Настройка DNS proxy

10.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 57](#) 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 lo1 (IP-адрес - 1.1.1.1/32).

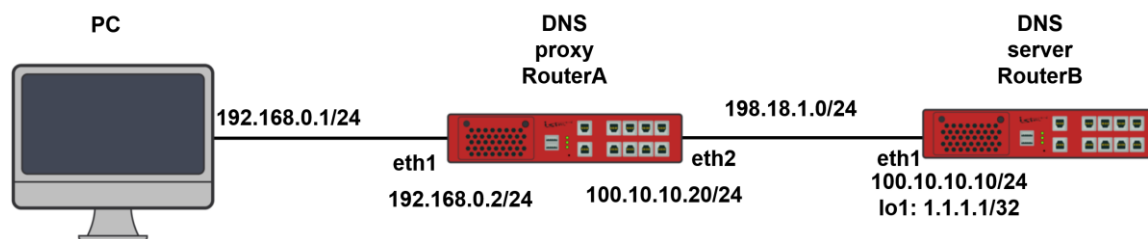


Рисунок 57 – Схема настройки DNS proxy

10.5.2 Этапы настройки сети

10.5.2.1 Настройте интерфейс PC

10.5.2.1.1 Назначьте IP-адрес 192.168.0.1/24

10.5.2.1.2 Назначьте метку vlan id 10

10.5.2.2 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.

① Напоминание

```
Router#configure terminal
```

10.5.2.3 Настройте RouterA

10.5.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

10.5.2.3.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.5.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

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

10.5.2.3.4 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
```

10.5.2.4 Настройте RouterB

10.5.2.4.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.5.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
```



```
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

10.5.2.4.3 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 ns ns1
RouterB(config-dnszone-[test.do])#entry a 100.10.10.10 ns1
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])#exit
RouterB(dns-server)#dns-server on
RouterB(dns-server)#exit
```

10.5.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

Router#write <name>

10.5.3 Проверка настроек

10.5.3.1 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
```

10.5.3.2 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
```

10.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.20/24
exit
name-server first 100.10.10.10
ip route 1.1.1.0/24 100.10.10.10
dns-proxy
option listen 192.168.0.2
option authoritative 100.10.10.10
option recursive 100.10.10.10
option internal 192.168.0.0/24
dns-proxy on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
```

```
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip route 0.0.0.0/0 100.10.10.20
dns-server
zone master test.do
set ns ns1
set refresh 300 sec
entry ns ns1
entry a 100.10.10.10 ns1
entry a 192.168.0.1 pc
entry a 192.168.0.2 ns2
exit
dns-server on
exit
end
write name
```

10.6 Настройка DNS-сервера

10.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 58](#) 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 - 1.1.1.1/32).

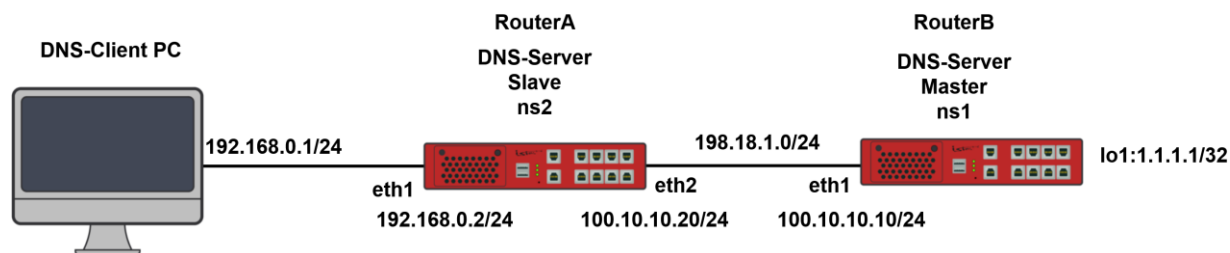


Рисунок 58 – Схема настройки DNS server

10.6.2 Этапы настройки сети

10.6.2.1 Настройте PC

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

10.6.2.1.2 Назначьте адрес DNS сервера - 192.168.0.2

10.6.2.1.3 Настройте маршрутизацию до других устройств

10.6.2.2 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

10.6.2.3 Настройте RouterA

10.6.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

10.6.2.3.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

10.6.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

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

10.6.2.3.4 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
```

10.6.2.3.5 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
RouterA(config)#end
```

10.6.2.4 Настройте RouterB

10.6.2.4.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

10.6.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

10.6.2.4.3 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
```

10.6.2.4.4 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
RouterB(config)#end
```

10.6.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

10.6.3 Проверка настроек

10.6.3.1 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
```

10.6.3.2 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
```

10.6.3.3 Выполните команду `nslookup lo1.test.do 100.10.10.10` на PC 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
```

10.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.20/24
exit
```

```
dns-server
zone slave test.do master_ip 100.10.10.10
dns-server on
exit
system host-name ns2 domain-name test.do
name-server first 100.10.10.10
ip route 1.1.1.0/24 100.10.10.10
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
dns-server
zone master test.do
set ns ns1
set refresh 300 sec
entry a 192.168.0.1 pc
entry a 192.168.0.2 ns2
entry a 100.10.10.10 ns1
entry a 1.1.1.1 lo1
entry ns ns1
exit
dns-server on
exit
system host-name ns1 domain-name test.do
ip route 0.0.0.0/0 100.10.10.20
end
end
write name
```


10.7 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv4

10.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 59](#) 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.

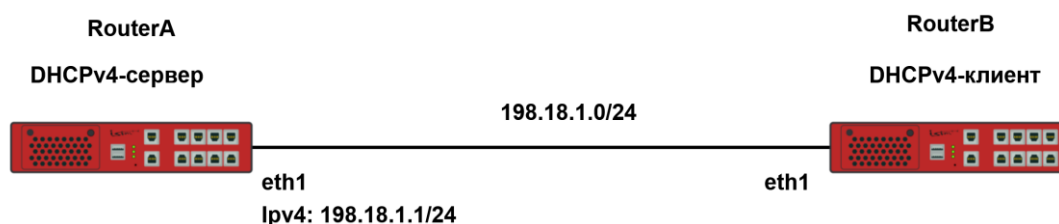


Рисунок 59 – Схема настройки встроенного сервера и клиента DHCPv4

10.7.2 Этапы настройки сети

10.7.2.1 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.

ⓘ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

10.7.2.2 Настройте RouterA

10.7.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

10.7.2.2.2 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])#exitRouterA(config)#ip dhcp server on
RouterA(config)#end
```

10.7.2.3 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
```

10.7.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

10.7.3 Проверка настроек

10.7.3.1 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";
}
```

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

Interface	HW Address	IPv4 Address	Admin/Link	DHCPv4	Description
eth1	94:3f:bb:00:00:3a	198.18.1.2/24	UP/UP	ON	neth1
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	

10.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
exit
ip dhcp pool 1
network 198.18.1.0/24
range 198.18.1.2 198.18.1.100
exit
ip dhcp server on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
```

```
interface eth1
ip address dhcp
no shutdown
end
end
write name
```

10.8 Настройка встроенного сервера и клиента DHCPv6

10.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 60](#) 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.

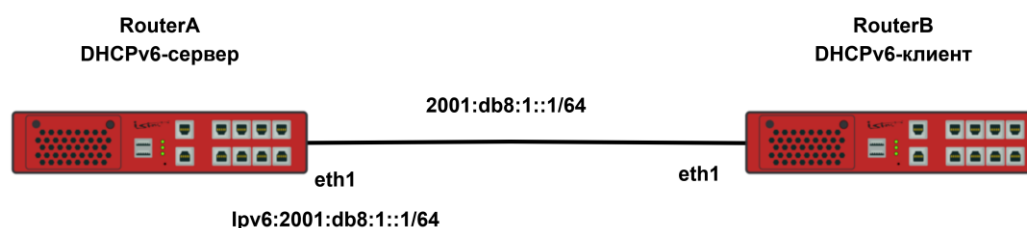


Рисунок 60 – Схема настройки встроенного сервера и клиента DHCPv6

10.8.2 Этапы настройки сети

10.8.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

10.8.2.2 Настройте RouterA

10.8.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

10.8.2.2.2 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
```

10.8.2.3 Настройте RouterB

10.8.2.3.1 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
```

10.8.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

10.8.3 Проверка настроек

10.8.3.1 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;
  }
}
```

10.8.3.2 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/UP
ON	fe80::963f:bbff:fe00:3a/64			
eth2	94:3f:bb:00:00:3b	fe80::963f:bbff:fe00:3b	unassigned	DOWN/DOWN O
FF				
switchport1	n/a	n/a	n/a	UP/UP
switchport2	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport3	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport4	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport5	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport6	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport7	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN
switchport8	n/a	n/a	n/a	DOWN/DOWN

10.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
no shutdown
exit
ipv6 dhcp pool 1
network 2001:db8:1::/64
range 2001:db8:1::2 2001:db8:1::100
exit
ipv6 dhcp server on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
ipv6 address dhcp
no shutdown
end
end
write name
```

11 Функции MPLS

11.1 Распределение меток с помощью протокола LDP

11.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 61](#) 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.

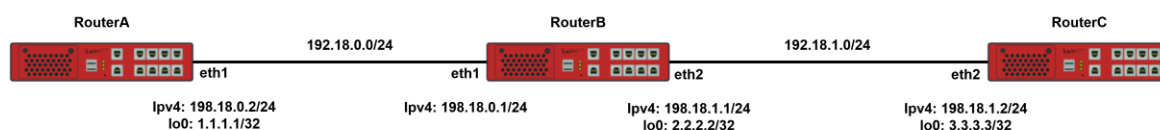


Рисунок 61 – Схема распределения меток с помощью протокола LDP

11.1.2 Этапы настройки сети

11.1.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

11.1.2.2 Настройте RouterA

11.1.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

11.1.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

11.1.2.2.3 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterA(config)#router ldp
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1
RouterA(config-router)#exit
```

11.1.2.2.4 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RuterA(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
```

11.1.2.3 Настройте RouterB

11.1.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

11.1.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

11.1.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.1.2.3.4 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp  
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2  
RouterB(config-router)#exit
```

11.1.2.3.5 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 0.0.0.0  
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
```

11.1.2.4 Настройте RouterC

11.1.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
```

```
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.1.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

11.1.2.4.3 Настройте атрибуты процесса LDP

```
RouterC(config)#router ldp
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3
RouterC(config-router)#exit
```

11.1.2.4.4 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
```

11.1.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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` 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
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` на RouterA 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

Sent Labels	IPV4:198.18.1.0/24	impl-null	none
	IPV4:198.18.0.0/24	impl-null	none
	: 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` на RouterB 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` на RouterB 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` на RouterB 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

```

11.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```

configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit

```

```
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
router ldp
router-id 1.1.1.1
exit
router ospf 1
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ldp
router-id 2.2.2.2
exit
router ospf 1
network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
router ldp
router-id 3.3.3.3
exit
router ospf 1
network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

11.2 Создание виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN)

11.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 62](#) 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.

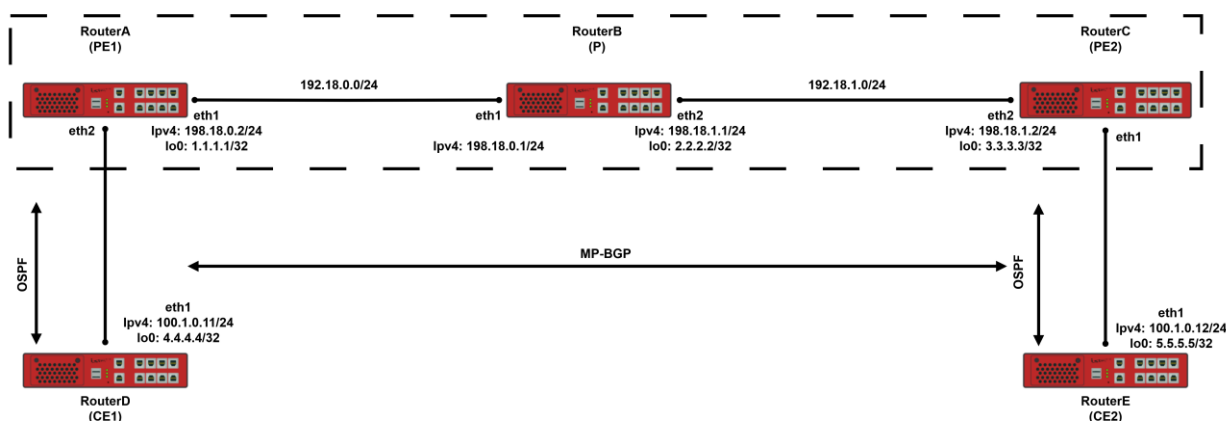


Рисунок 62 – Схема создания виртуальных частных сетей третьего уровня (MPLS L3VPN)

11.2.2 Этапы настройки сети

11.2.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

11.2.2.2 Настройте RouterA (PE1)

11.2.2.2.1 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
```

11.2.2.2.2 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])#no ip address all  
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
```

11.2.2.2.3 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.1/24  
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

11.2.2.2.4 Настройте интерфейс lo0

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

11.2.2.2.5 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
```

11.2.2.2.6 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
```

11.2.2.2.7 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
```

11.2.2.2.8 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
```

11.2.2.3 Настройте RouterC (PE2)

11.2.2.3.1 Назначьте экземпляру VRF идентификатор маршрутизатора и добавьте список импортных и экспортных атрибутов extended community для маршрутов

```
RouterC(config)#ip vrf CUST1  
RouterC(config-vrf)#router-id 3.3.3.3  
RouterC(config-vrf)#rd 65000:100  
RouterC(config-vrf)#route-target export 65000:101
```

```
RouterC(config-vrf)#route-target import 65000:102  
RouterC(config-vrf)#exit
```

11.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2  
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P  
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all  
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
```

11.2.2.3.3 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])#shutdown  
RouterC(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding CUST1  
RouterC(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[eth1])#ip address 101.1.0.1/24  
RouterC(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.3.4 Настройте интерфейс lo0

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

11.2.2.3.5 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
```

11.2.2.3.6 Настройте OSPF-маршрутизацию с указанным ID области на интерфейсах с IP-адресами

```
RouterC(config)#router ospf
RouterC(config-router)#network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0R
RouterC(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
RouterC(config-router)#exit
```

11.2.2.3.7 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
```

11.2.2.3.8 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
```

11.2.2.4 Настройте RouterB (P)

11.2.2.4.1 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])#no ip address all
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
```

11.2.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.2.2.4.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.2.2.4.4 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
```

11.2.2.4.5 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
```

11.2.2.5 Настройте RouterD (CE1)

11.2.2.5.1 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])#no ip address all  
RouterD(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.2/24  
RouterD(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.5.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterD(config)#interface lo0  
RouterD(config-if-[lo0])#no shutdown  
RouterD(config-if-[lo0])#no ip address all  
RouterD(config-if-[lo0])#ip address 4.4.4.4/32  
RouterD(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.5.3 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
```

11.2.2.6 Настройте RouterE (CE2)

11.2.2.6.1 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])#no ip address all  
RouterE(config-if-[eth1])#ip address 101.1.0.2/24  
RouterE(config-if-[eth1])#exit
```

11.2.2.6.2 Настройте интерфейс lo0

```
RouterE(config)#interface lo0
RouterE(config-if-[lo0])#no shutdown
RouterE(config-if-[lo0])#no ip address all
RouterE(config-if-[lo0])#ip address 5.5.5.5/32
RouterE(config-if-[lo0])#exit
```

11.2.2.6.3 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
```

11.2.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 Type	FEC Out-Label	FTN-ID	Out-Intf	Nexthop	Tunnel-id	Pri	LSP-
L>	2.2.2.2/32 198.18.0.1	1	0	Yes	LSP_DEFAULT	3	eth1
L>	3.3.3.3/32 198.18.0.1	2	0	Yes	LSP_DEFAULT	53121	eth1
L>	198.18.1.0/24 198.18.0.1	4	0	Yes	LSP_DEFAULT	3	eth1

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)
*> I    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        ?
*> I    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
```

11.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA (PE1)

```
configure terminal
ip vrf CUST1
router-id 1.1.1.1
rd 65000:100
route-target import 65000:101
route-target export 65000:102
exit
interface eth1
no ip address dhcp
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
description to_CE1
ip vrf forwarding CUST1
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.1/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
router ldp
router-id 1.1.1.1
```

```
receive-labels for permit-any from any
advertisement-mode downstream-on-demand
exit
router ospf
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
exit
router ospf 1 CUST1
redistribute bgp
network 100.1.0.0 0.0.0.255 area 0
exit
router bgp 65000
neighbor 3.3.3.3 remote-as 65000
neighbor 3.3.3.3 update-source lo0
neighbor 3.3.3.3 soft-reconfiguration inbound
address-family vpnv4 unicast
neighbor 3.3.3.3 activate
neighbor 3.3.3.3 soft-reconfiguration inbound
exit-address-family
address-family ipv4 vrf CUST1
redistribute connected
redistribute ospf 1
exit-address-family
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB (P)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
description to_PE2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo0
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
router ldp
router-id 2.2.2.2
receive-labels for permit-any from any
advertisement-mode downstream-on-demand
exit
router ospf 1
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC (PE2)

```
configure terminal
ip vrf CUST1
router-id 3.3.3.3
rd 65000:100
route-target export 65000:101
route-target import 65000:102
exit
interface eth2
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth1
no ip address dhcp
description to_CE2
shutdown
ip vrf forwarding CUST1
no ip address all
ip address 101.1.0.1/24
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
ip prefix-list permit-any seq 5 permit any
```

```
router ldp
router-id 3.3.3.3
receive-labels for permit-any from any
advertisement-mode downstream-on-demand
exit
router ospf
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
exit
router ospf 1 CUST1
redistribute bgp
network 101.1.0.0 0.0.0.255 area 0
exit
router bgp 65000
neighbor 1.1.1.1 remote-as 65000
neighbor 1.1.1.1 update-source lo0
neighbor 1.1.1.1 soft-reconfiguration inbound
address-family vpnv4 unicast
neighbor 1.1.1.1 activate
neighbor 1.1.1.1 soft-reconfiguration inbound
exit-address-family
address-family ipv4 vrf CUST1
redistribute connected
redistribute ospf 1
exit-address-family
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD (CE1)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 4.4.4.4/32
exit
router ospf
network 4.4.4.4/32 area 0.0.0.0
network 100.1.0.0/24 area 0.0.0.0
end
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterE (CE2)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE2
no shutdown
no ip address all
ip address 101.1.0.2/24
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 5.5.5.5/32
exit
router ospf
network 5.5.5.5/32 area 0.0.0.0
network 101.1.0.0/24 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

11.3 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 63](#) 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) настроен интерфейс eth1 (IP address 100.1.0.11/24).

На RouterE (CE2) настроен интерфейс eth1 (IP address 100.1.0.12/24).

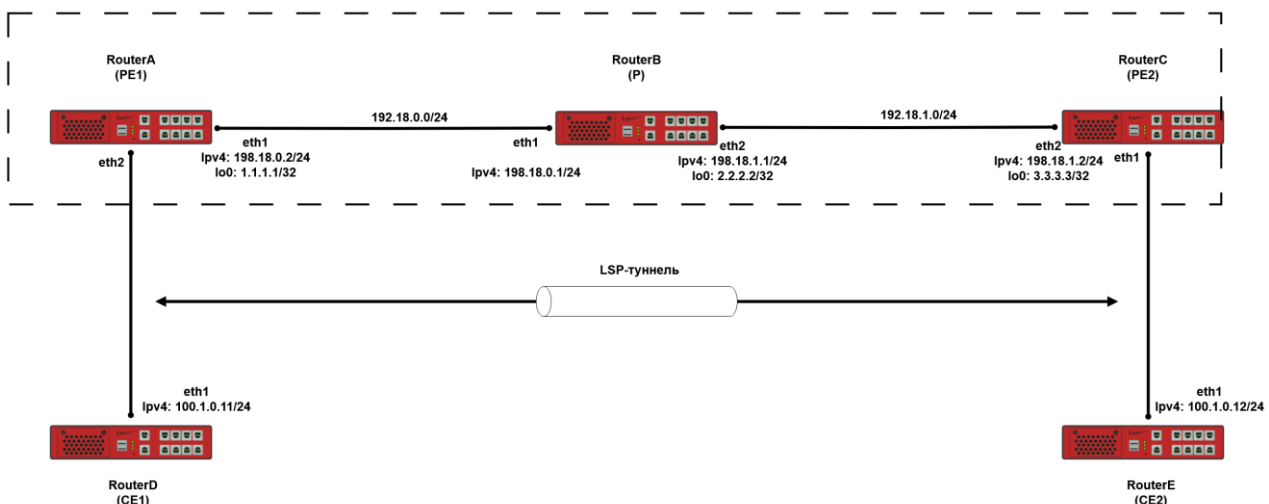


Рисунок 63 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.3.2 Этапы настройки

11.3.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

11.3.2.2 Настройте RouterA (PE1)

11.3.2.2.1 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)#no ip address all
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
```

11.3.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

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

11.3.2.2.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.3.2.2.4 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
```

11.3.2.2.5 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
```

11.3.2.2.6 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
```

11.3.2.2.7 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
```

11.3.2.3 Настройте RouterB (P)

11.3.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

11.3.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

```
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.3.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.3.2.3.4 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
```

11.3.2.3.5 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
```

11.3.2.4 Настройте RouterC (PE2)

11.3.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.3.2.4.2 Настройте интерфейс eth1

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

11.3.2.4.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.3.2.4.4 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
```

11.3.2.4.5 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
```

11.3.2.4.6 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
```

11.3.2.4.7 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)#end
```

11.3.2.5 Настройте RouterD (CE1)

11.3.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

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

11.3.2.5.2 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])#no ip address all  
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24  
RouterD(config-if-[eth1.100])#end
```

11.3.2.6 Настройте RouterE (CE2)

11.3.2.6.1 Настройте интерфейс eth1

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

11.3.2.6.2 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])#no ip address all  
RouterE(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24
```

```
RouterE(config-if-[eth1.100])#end
```

11.3.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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    R      94:3f:bb:00:00:3a  eth1.100
```

11.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA (PE1)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface eth2.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE1
no shutdown
exit
interface eth2.100
mpls-l2-circuit CUST1 ethernet
exit
mpls l2-circuit CUST1 100 3.3.3.3
router ldp
router-id 1.1.1.1
targeted-peer ipv4 3.3.3.3
exit-targeted-peer-mode
transport-address ipv4 1.1.1.1
exit
router ospf
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB (P)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
```

```
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
description to_PE2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ldp
router-id 2.2.2.2
transport-address ipv4 2.2.2.2
exit
router ospf
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC (PE2)

```
configure terminal
interface eth2
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth1
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
```



```
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE2
no shutdown
exit
interface eth1.100
mpls-l2-circuit CUST1 ethernet
exit
mpls l2-circuit CUST1 100 1.1.1.1
router ldp
router-id 3.3.3.3
targeted-peer ipv4 1.1.1.1
exit-targeted-peer-mode
transport-address ipv4 3.3.3.3
exit
router ospf
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD (CE1)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.11/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterE (CE2)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 100.1.0.12/24
end
end
write name
```

11.4 Создание виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS

11.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 64](#) 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) настроен интерфейс eth1 - IP address 100.1.0.1/24.

На RouterE (CE2) настроен интерфейс eth1 - IP address 198.1.0.2/24.

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.

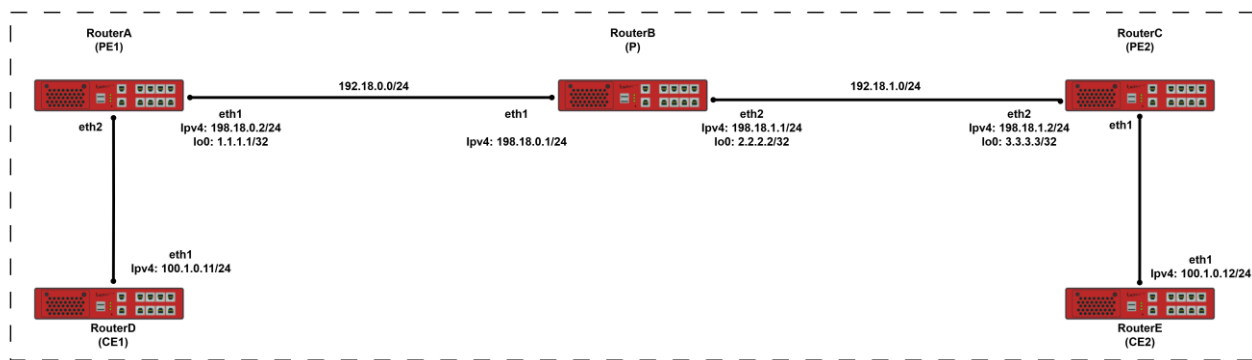


Рисунок 64 – Схема создания виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS

11.4.2 Этапы настройки сети

11.4.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

11.4.2.2 Настройте RouterA (PE1)

11.4.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

11.4.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

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

11.4.2.2.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.4.2.2.4 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])#mpls-vpls CUST1 ethernet  
RouterA(config-if-[eth2.100])#exit
```

11.4.2.2.5 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
```

11.4.2.2.6 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
```

11.4.2.2.7 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
```

11.4.2.3 Настройте RouterB (P)

11.4.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

11.4.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.4.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

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

11.4.2.3.4 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
```

11.4.2.3.5 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
```

11.4.2.4 Настройте RouterC (PE2)

11.4.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2  
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P  
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all  
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
```

11.4.2.4.2 Настройте интерфейс eth1

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

11.4.2.4.3 Настройте интерфейс lo0

```
RouterC(config)#interface lo0
```

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

11.4.2.4.4 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterC(config)#interface eth1.100
RouterC(config-if-[eth1.100])#vid 100 ether-type 0x8100
RouterC(config-if-[eth1.100])#description to_CE2
RouterC(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth1.100])#mpls-vpls CUST1
RouterC(config-if-[eth1.100])#exit
```

11.4.2.4.5 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
```

11.4.2.4.6 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
```

11.4.2.4.7 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
```

11.4.2.5 Настройте RouterD (CE1)

11.4.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterD(config)#interface eth1  
RouterD(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterD(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])#no ip address all  
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24  
RouterD(config-if-[eth1.100])#end
```

11.4.2.6 Настройте RouterE (CE2)

11.4.2.6.1 Настройте интерфейс eth1

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

11.4.2.6.2 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])#no ip address all  
RouterE(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24  
RouterE(config-if-[eth1.100])#end
```

11.4.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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	VC
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 R 94:3f:bb:00:00:3a eth1.100

11.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA (PE1)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface eth2.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE1
no shutdown
mpls-vpls CUST1 ethernet
exit
router ldp
router-id 1.1.1.1
targeted-peer ipv4 3.3.3.3
exit-targeted-peer-mode
transport-address ipv4 1.1.1.1
exit
mpls vpls CUST1 100
signaling ldp
vpls-peer 3.3.3.3
exit-signaling
exit
router ospf
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB (P)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
description to_PE2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ldp
router-id 2.2.2.2
transport-address ipv4 2.2.2.2
exit
router ospf
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
exit
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC (PE2)

```
configure terminal
interface eth2
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
```

```
exit
interface eth1
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE2
no shutdown
mpls-vpls CUST1
exit
router ldp
router-id 3.3.3.3
targeted-peer ipv4 1.1.1.1
exit-targeted-peer-mode
transport-address ipv4 3.3.3.3
exit
mpls vpls CUST1 100
redundancy-role primary
signaling ldp
vpls-peer 1.1.1.1
exit-signaling
exit
router ospf
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
exit
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD (CE1)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.11/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterE (CE2)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.12/24
end
end
write name
```

11.5 Распределения меток с помощью протокола RSVP-TE

11.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 65](#) 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.

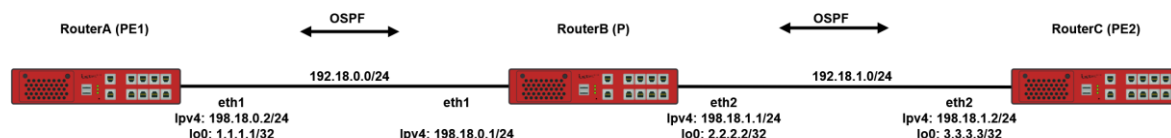


Рисунок 65 – Схема настройки распределения меток с помощью протокола RSVP-TE

11.5.2 Этапы настройки

11.5.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

11.5.2.2 Настройте RouterA (PE1)

11.5.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

11.5.2.2.2 Настройте интерфейс lo0

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

11.5.2.2.3 Включите демон RSVP

```
RouterA(config)#router rsvp
RouterA(config-rsvp)#exit
```

11.5.2.2.4 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
```

11.5.2.2.5 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
```

11.5.2.3 Настройте RouterB (P)

11.5.2.3.1 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])#no ip address all  
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
```

11.5.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2  
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2  
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all  
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
```

11.5.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.5.2.3.4 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
```

11.5.2.4 Настройте RouterC (PE2)

11.5.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2  
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P  
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all  
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
```

11.5.2.4.2 Настройте интерфейс lo0

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

11.5.2.4.3 Включите демон RSVP

```
RouterC(config)#router rsvp  
RouterC(config-rsvp)#exit
```


11.5.2.4.4 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)#exit
```

11.5.2.4.5 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)#end
```

11.5.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

11.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA (PE1)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-rsvp
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
router rsvp
exit
router ospf
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
```

```
exit
rsvp-trunk T1 ipv4
from 1.1.1.1
to 3.3.3.3
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB (P)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-rsvp
exit
interface eth2
description to_PE2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-rsvp
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ospf
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC (PE2)

```
configure terminal
interface eth2
description to_P
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-rsvp
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
router rsvp
exit
router ospf
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
exit
rsvp-trunk T1 ipv4
from 3.3.3.3
to 1.1.1.1
end
end
write name
```

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 66](#) 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.

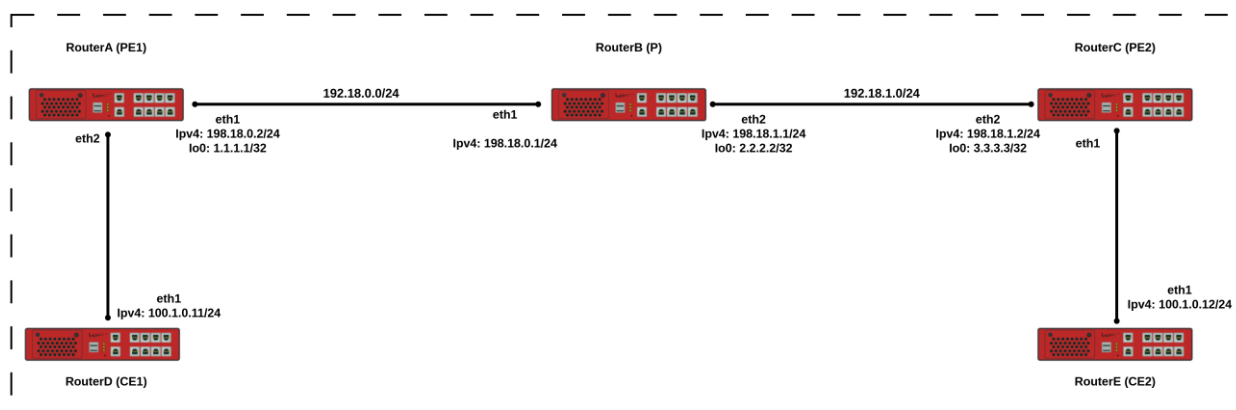


Рисунок 66 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPLS с BGP сигнализацией

11.6.2 Этапы настройки

11.6.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

11.6.2.2 Настройте RouterA (PE1)

11.6.2.2.1 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])#no ip address all
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
```

11.6.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

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

11.6.2.2.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.6.2.2.4 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
```

11.6.2.2.5 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
```

11.6.2.2.6 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
```

11.6.2.2.7 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
```

11.6.2.2.8 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)#exit
RouterA(config)#end
```

11.6.2.3 Настройте RouterB (P)

11.6.2.3.1 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])#no ip address all
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
```

11.6.2.3.2 Настройте интерфейс eth2


```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#description to_PE2
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.6.2.3.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.6.2.3.4 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
```

11.6.2.3.5 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
```

11.6.2.4 Настройте RouterC (PE2)

11.6.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
RouterC(config-if-[eth2])#description to_P
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all
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
```

11.6.2.4.2 Настройте интерфейс eth1

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

11.6.2.4.3 Настройте интерфейс lo0

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

11.6.2.4.4 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
```

11.6.2.4.5 Привяжите интерфейс AC к экземпляру VPLS и задайте атрибуты для процесса LDP

```
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
```

11.6.2.4.6 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
```

11.6.2.4.7 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
```

11.6.2.4.8 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)#end
```

11.6.2.5 Настройте RouterD (CE1)

11.6.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

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

11.6.2.5.2 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])#no ip address all
RouterD(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.11/24
RouterD(config-if-[eth1.100])#exit
RouterD(config)#end
```

11.6.2.6 Настройте RouterE (CE2)

11.6.2.6.1 Настройте интерфейс eth1

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

11.6.2.6.2 Настройте интерфейс eth1.100

```
RouterE(config)#interface eth1.100
RouterE(config-if-[eth1.100])#vid 100 ether-type 0x8100
RouterE(config-if-[eth1.100])#no shutdown
RouterE(config-if-[eth1.100])#no ip address all
RouterE(config-if-[eth1.100])#ip address 100.1.0.12/24
RouterE(config-if-[eth1.100])#exit
RouterE(config)#end
```

11.6.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 на RouterD, чтобы убедиться, что интерфейсы RouterD и RouterE настроены из одной подсети и находятся в одном 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 R 94:3f:bb:00:00:3a eth1.100
```

11.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA (PE1)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface eth2.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE1
no shutdown
exit
interface eth2.100
mpls-vpls CUST1
exit
router ldp
router-id 1.1.1.1
transport-address ipv4 1.1.1.1
exit
mpls vpls CUST1 100
redundancy-role primary
vpls-mtu 1400
signaling bgp
ve-id 1
exit-signaling
exit
router ospf
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
exit
router bgp 65000
neighbor 3.3.3.3 remote-as 65000
neighbor 3.3.3.3 update-source lo0
address-family l2vpn vpls
neighbor 3.3.3.3 activate
exit-address-family
exit
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB (P)

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
description to_PE1
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
```

```
interface eth2
description to_PE2
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ldp
router-id 2.2.2.2
transport-address ipv4 2.2.2.2
exit
router ospf
network 2.2.2.2/32 area 0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC (PE2)

```
configure terminal
interface eth2
description to_P
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth1
no shutdown
exit
interface lo0
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
description to_CE2
no shutdown
exit
```



```
router ldp
router-id 3.3.3.3
transport-address ipv4 3.3.3.3
exit
mpls vpls CUST1 100
redundancy-role primary
vpls-mtu 1400
signaling bgp
ve-id 2
exit-signaling
exit
router ospf
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0
exit
router bgp 65000
neighbor 1.1.1.1 remote-as 65000
neighbor 1.1.1.1 update-source lo0
address-family l2vpn vpls
neighbor 1.1.1.1 activate
exit-address-family
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD (CE1)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.11/24
exit
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterE (CE2)

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
```

```
interface eth1.100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.12/24
exit
end
end
write name
```

11.7 Настройка MPLS access list

11.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 67](#) 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.

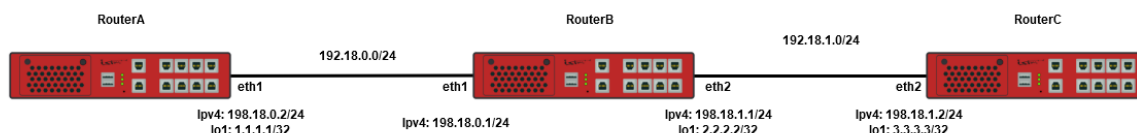


Рисунок 67 – Схема настройки виртуальных частных сетей второго уровня (MPLS L2VPN) по технологиям VPWS

11.7.2 Этапы настройки

11.7.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

11.7.2.2 Настройте RouterA

11.7.2.2.1 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])#no ip address all  
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
```

11.7.2.2.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1  
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32  
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

11.7.2.2.3 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterA(config)#router ldp  
RouterA(config-router)#router-id 1.1.1.1  
RouterA(config-router)#exit
```

11.7.2.2.4 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
```

11.7.2.3 Настройте RouterB

11.7.2.3.1 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])#no ip address all  
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
```

11.7.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

11.7.2.3.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1  
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32  
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

11.7.2.3.4 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterB(config)#router ldp  
RouterB(config-router)#router-id 2.2.2.2  
RouterB(config-router)#exit
```

11.7.2.3.5 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
```

11.7.2.4 Настройте RouterC

11.7.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2  
RouterC(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterC(config-if-[eth2])#no ip address all  
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
```

11.7.2.4.2 Настройте интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1  
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 3.3.3.3/32  
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

11.7.2.4.3 Задайте атрибуты процесса LDP

```
RouterC(config)#router ldp  
RouterC(config-router)#router-id 3.3.3.3  
RouterC(config-router)#exit
```

11.7.2.4.4 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
```

11.7.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
3.3.3.3	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 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

11.7.3.5 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 Настройте фильтрацию по списку доступа для MPLS и проверьте её работу командой `ping`

```

RouterB(config)#mpls access-list 5 label 53121
RouterB(config)#mpls filter PREMPLS deny access-list 5
RouterB(config)#end
    
```

11.7.3.8.1 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
    
```


11.7.3.8.2 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
```

11.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
router ldp
router-id 1.1.1.1
exit
router ospf 1
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
router ldp
router-id 2.2.2.2
exit
router ospf 1
network 2.2.2.2/32 area 0.0.0.0
network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
exit
mpls access-list 5 label 53121
mpls filter PREMPLS deny access-list 5
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
label-switching
enable-ldp ipv4
exit
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 3.3.3.3/32
exit
router ldp
router-id 3.3.3.3
exit
```

```
router ospf 1
network 3.3.3.3/32 area 0.0.0.0
network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
end
end
write name
```

12 Мультивещание

12.1 Настройка IGMP Snooping

12.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 68](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

На маршрутизаторе RouterA сконфигурированы интерфейсы eth1 с IP-адресом 101.1.0.1/24 и eth2 с IP-адресом 192.168.10.1/24. На устройстве активирован протокол PIM, а на интерфейсах eth1 и eth2 включены PIM и IGMP версии 3. RouterA назначен RP (Rendezvous Point) для мультикастного префикса 233.1.1.1/24.

На маршрутизаторе RouterB настроены интерфейсы switchport 1, switchport 2 и switchport 3 как порты доступа (access ports) для VLAN 10 (192.168.10.0/24). На устройстве создана VLAN 10, включен IGMP snooping для данной VLAN. Также IGMP snooping активирован на интерфейсах switchport 1, 2 и 3 для управления мультикаст-трафиком для клиентов 1 и 2. В случае, если клиент 1 запрашивает видеопоток, а клиенты 2 и 3 не осуществляют запросы на получение этого потока, видеопоток будет передаваться клиенту 1 и 3, в то время как клиент 2 не получит его.

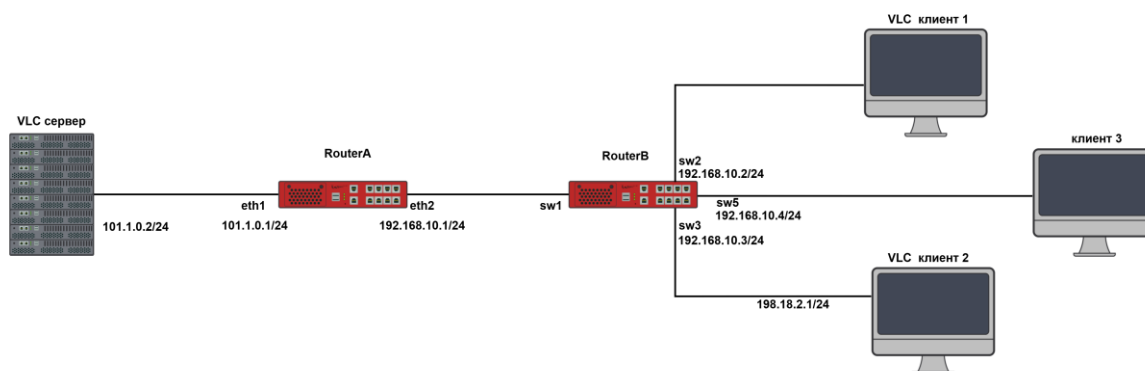


Рисунок 68 – Схема настройки IGMP snooping

12.1.2 Этапы настройки сети

12.1.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

12.1.2.2 Настройте RouterA

12.1.2.2.1 Настройте интерфейсы

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 101.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 192.168.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

12.1.2.2.2 Настройте PIM для поддержки мультикастовой передачи данных, используя IGMPv3.

```
RouterA(config)#ip pim interface eth1 igmp 3RouterA(config)#ip pim interface eth2 igmp 3
```

Установите RP для определенного диапазона мультикастовых адресов и активируйте PIM на устройстве

```
RouterA(config)#ip pim rp 101.1.0.1 group-prefix 233.1.1.1/24RouterA(config)#ip pim on
```

12.1.2.2.3 Назначьте уникальный идентификатор маршрутизатора

```
RouterA(config)#router-id 191.0.0.1RouterA(config)#end
```

12.1.2.3 Настройте RouterB

12.1.2.3.1 Настройте интерфейсы как порты доступа (access port) для vlan 10

```
RouterB(config)#interface switchport1  
RouterB(config-switchport1)#no shutdown  
RouterB(config-switchport1)#switchport access vlan 10  
RouterB(config-switchport1)#exit  
RouterB(config)#interface switchport2  
RouterB(config-switchport2)#no shutdown  
RouterB(config-switchport2)#switchport access vlan 10  
RouterB(config-switchport2)#exit  
RouterB(config)#interface switchport3  
RouterB(config-switchport3)#no shutdown  
RouterB(config-switchport3)#switchport access vlan 10  
RouterB(config-switchport3)#exit  
RouterB(config)#interface switchport5  
RouterB(config-switchport5)#no shutdown  
RouterB(config-switchport5)#switchport access vlan 10  
RouterB(config-switchport5)#exit
```

12.1.2.3.2 Создайте vlan с идентификатором 10

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

12.1.2.3.3 Активируйте IGMP snooping для интерфейсов switchport 1, switchport 2, switchport 3

```
RouterB(config)#switchport igmp-snooping  
RouterB(config-switchport1)#interface switchport 1  
RouterB(config-switchport1)#igmp-snooping  
RouterB(config-switchport1)#exit  
RouterB(config)#interface switchport 2  
RouterB(config-switchport2)#igmp-snooping  
RouterB(config-switchport2)#exit  
RouterB(config)#interface switchport 3  
RouterB(config-switchport3)#igmp-snooping  
RouterB(config-switchport3)#exit  
RouterB(config)#end
```

12.1.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

12.1.3 Проверка настроек

12.1.3.1 Выполните команду `show switchport igmp snooping tcam-filters` на `switchport5` для проверки информации о фильтрах TCAM, которые используются для управления ICMP snooping

RouterB(config-switchport5)#**show switchport igmp snooping tcam-filters**

#	MAC address/mask	Ports	State
126	01:00:5E:00:00:00/FF:FF:FF:80:00:00	4-8,cpu	OK
127	33:33:00:00:00:00/FF:FF:00:00:00:00	4-8,cpu	OK

12.1.3.2 Выполните команду `show bandwidth-monitor` для вывода на экран загруженности интерфейсов после конфигурации ICMP snooping

bwm-ng v0.6.2 (delay 1.000s);

input: /proc/net/dev; press 'ctrl-c' to end this

iface	Rx	Tx	Total
eth1:	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
stpbr:	0.00 B/s	0.00 B/s	0.00 B/s
switchport1:	229.88 KB/s	0.00 B/s	229.88 KB/s
switchport2:	0.00 B/s	228.67 KB/s	228.67 KB/s
switchport3:	0.00 B/s	0.00 B/s	0.00 B/s
switchport5:	0.00 B/s	229.88 KB/s	229.88 KB/s
vlan10:	228.07 KB/s	0.00 B/s	228.07 KB/s
total:	457.95 KB/s	458.56 KB/s	916.51 KB/s

12.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
ip address 101.1.0.1/24
exit
interface eth2
```

```
no shutdown
ip address 192.168.10.1/24
exit
ip pim interface eth1 igmp 3
ip pim interface eth2 igmp 3
ip pim rp 101.1.0.1 group-prefix 233.1.1.1/24
ip pim on
router-id 191.0.0.1
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
interface switchport2
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
interface switchport3
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
interface switchport5
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
vlan 10
switchport igmp-snooping
interface switchport 1
igmp-snooping
exit
interface switchport 2
igmp-snooping
exit
interface switchport 3
igmp-snooping
exit
end
write name
```


12.2 Настройка PIM и IGMP

12.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 69](#) 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.

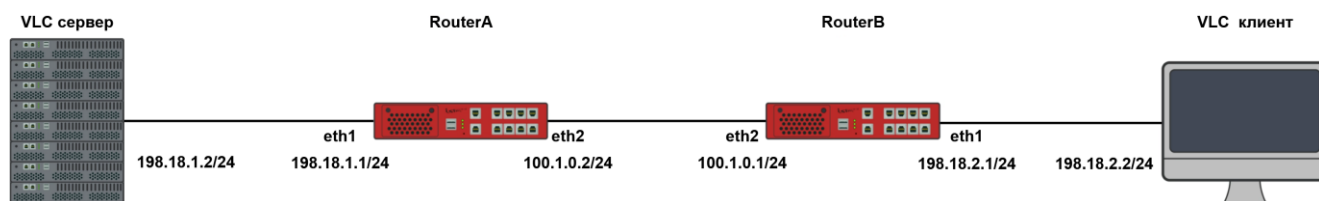


Рисунок 69 – Схема настройки PIM и IGMP

12.2.2 Этапы настройки сети

12.2.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

12.2.2.2 Настройте RouterA

12.2.2.2.1 Настройте интерфейсы

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

12.2.2.2.2 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
RouterA(config)#ip pim on
```

12.2.2.2.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 198.18.2.0/24 100.1.0.1
RouterA(config)#end
```

12.2.2.3 Настройте RouterB

12.2.2.3.1 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])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.1.0.1/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

12.2.2.3.2 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
RouterB(config)#ip pim on
```

12.2.2.3.3 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 198.18.1.0/24 100.1.0.2
RouterB(config)#end
```

12.2.2.4 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

12.2.3 Проверка настроек

12.2.3.1 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
```

12.2.3.2 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

12.2.3.3 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
```

12.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.2/24
exit
ip pim interface eth1 igmp 3
ip pim interface eth2 igmp 3
ip pim rp 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
ip pim on
ip route 198.18.2.0/24 100.1.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.2.1/24
```

```
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.1/24
exit
ip pim interface eth2 igmp 3
ip pim interface eth1 igmp 3
ip pim rp 100.1.0.2 group-prefix 239.255.255.250/32
ip pim on
ip route 198.18.1.0/24 100.1.0.2
end
end
write name
```

13 Качество обслуживания

13.1 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания FIFO

13.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 70](#) 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.

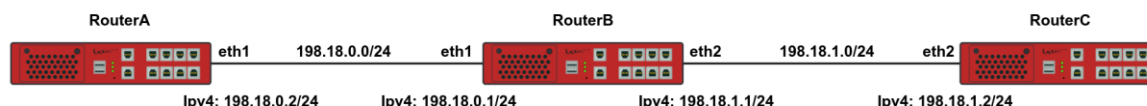


Рисунок 70 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания FIFO

13.1.2 Этапы настройки сети

13.1.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.1.2.2 Настройте RouterA

13.1.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

13.1.2.2.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
RouterA(config)#end
```

13.1.2.3 Настройте RouterB

13.1.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

13.1.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-eth2)#no shutdown
RouterB(config-if-eth2)#no ip address all
RouterB(config-if-eth2)#ip address 198.18.1.1/24
RouterB(config-if-eth2)#end
```

13.1.2.4 Настройте RouterC

13.1.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

13.1.2.4.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

13.1.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
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 requeuees 0)
backlog 0b 0p requeuees 0
```

13.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
```

```
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

13.2 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания НТВ

13.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 71](#) 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.

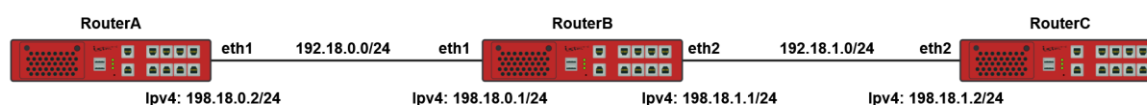


Рисунок 71 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания НТВ

13.2.2 Этапы настройки сети

13.2.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.2.2.2 Настройте RouterA

13.2.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.2.2.2.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
RouterA(config)#end
```

13.2.2.3 Настройте RouterB

13.2.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

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

13.2.2.3.3 Настройте НТВ классы обработки сетевых пакетов

13.2.2.3.3.1 Настройте дисциплины обслуживания классовой дисциплины НТВ

```
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
```

13.2.2.3.3.2 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
```

13.2.2.3.3.3 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])#end
```

13.2.2.4 Настройте RouterC

13.2.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

13.2.2.4.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

13.2.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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

Примечание

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

Примечание

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

Примечание

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
```

13.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
qos eth2
qos type htb 1 parent root rate 10Mbit selection-size 1500
class type htb 1:2 parent 1:1 rate 5Mbit selection-size 1500 priority 1
class type htb 1:3 parent 1:1 rate 3Mbit selection-size 1500 priority 2
class type htb 1:4 parent 1:1 rate 1Mbit selection-size 1500 priority 3
exit
ip access-list 1 protocol udp destinationports 5001
ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
ip access-list 2 protocol udp destinationports 5002
ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
ip access-list 3 sourceip 0.0.0.0/0 destinationip 0.0.0.0/0
ip mangle-list PREROUTING position 1 access-list 3 set-flow-id 3
qos eth2
class 1:2 include flow 1
class 1:3 include flow 2
class 1:4 include flow 3
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

13.3 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания SFQ

13.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 72](#) 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.

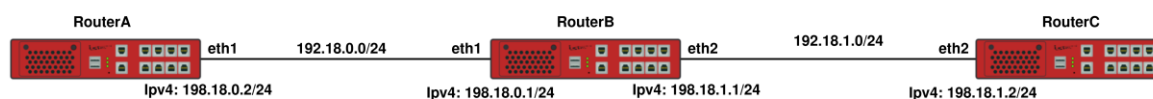


Рисунок 72 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания SFQ

13.3.2 Этапы настройки сети

13.3.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.3.2.2 Настройте RouterA

13.3.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

13.3.2.2.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
RouterA(config)#end
```

13.3.2.3 Настройте RouterB

13.3.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

13.3.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

13.3.2.3.3 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
RouterB(config)#end
```

13.3.2.4 Настройте RouterC

13.3.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

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

13.3.2.4.2 Настройте IPv4 маршрут

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

13.3.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 200M** 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 Mbites/sec
[8]	0.0-10.1 sec	226 MBytes	188 Mbites/sec
[7]	0.0-10.1 sec	226 MBytes	188 Mbites/sec
[6]	0.0-10.1 sec	226 MBytes	188 Mbites/sec
[SUM]	0.0-10.1 sec	903 MBytes	751 Mbites/sec
[4]	0.0-60.0 sec	3.58 GBytes	512 Mbites/sec

13.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
qos eth2
qos type sfq 1 parent root queues 2048 rehash-time 120 selection-size 1500
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

13.4 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания CBQ

13.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 73](#) 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.

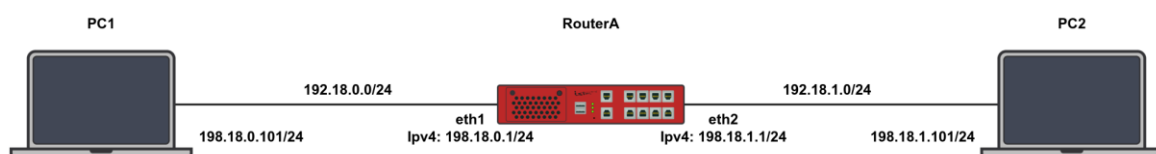


Рисунок 73 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания CBQ

13.4.2 Этапы настройки сети

13.4.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

13.4.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.1/24

13.4.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.1/24

13.4.2.4 Настройте RouterA

13.4.2.4.1 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])#no ip address al
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.4.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown RouterA(config-if-[eth2])#no ip address
allRouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24 RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

13.4.2.4.3 Настройте дисциплины обслуживания очередей CBQ

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type cbq 1 parent root avg-packet-size 1000 selection-size 1500 bandwidth
1000Mbit
RouterA(config-qos[eth2])#class type cbq 1:2 parent 1:1 rate 35Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 100
bounded
```

```
RouterA(config-qos[eth2])#class type cbq 1:3 parent 1:2 priority 1 rate 25Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 1000
RouterA(config-qos[eth2])#class type cbq 1:4 parent 1:2 priority 2 rate 15Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 1000
RouterA(config-qos[eth2])#exit
```

13.4.2.4.4 Настройте классификацию трафика по полям DSCP

```
RouterA(config)#ip access-list 1 dscp 8
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
RouterA(config)#ip access-list 2 dscp 16
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
```

13.4.2.4.5 Привяжите фильтры к классам

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:3 include flow 1
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:4 include flow 2
RouterA(config-qos[eth2])#end
```

13.4.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

13.4.3 Проверка настроек

13.4.3.1 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

13.4.3.2 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 составлять примерно 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.
```

13.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
qos eth2
qos type cbq 1 parent root avg-packet-size 1000 selection-size 1500 bandwidth 1000Mbit
class type cbq 1:2 parent 1:1 rate 35Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 100 bounded
class type cbq 1:3 parent 1:2 priority 1 rate 25Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 1000
class type cbq 1:4 parent 1:2 priority 2 rate 15Mbit selection-size 1500 avg-packet-size 1000
exit
ip access-list 1 dscp 8
ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
ip access-list 2 dscp 16
ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
qos eth2
class 1:3 include flow 1
class 1:4 include flow 2
end
end
write name
```

13.5 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания PQ

13.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 74](#) 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.

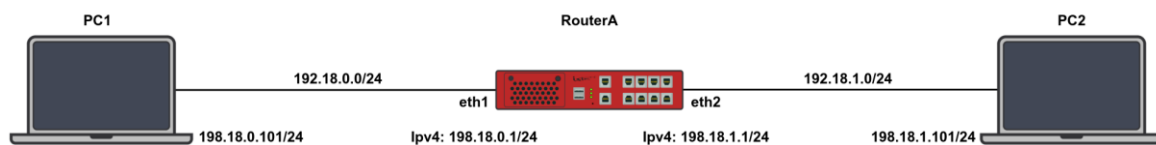


Рисунок 74 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания PQ

13.5.2 Этапы настройки сети

13.5.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.5.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.5.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.5.2.4 Настройте RouterA

13.5.2.4.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.5.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

13.5.2.4.3 Настройте дисциплины обслуживания очередей PQ

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type pq 1 parent root queues 8
RouterA(config-qos[eth2])#exit
```

13.5.2.4.4 Настройте классификацию трафика по значения ToS

```
RouterA(config)#ip access-list 1 tos 224
RouterA(config)#ip access-list 2 tos 192
RouterA(config)#ip access-list 3 tos 160
RouterA(config)#ip access-list 4 tos 128
RouterA(config)#ip access-list 5 tos 96
```

```
RouterA(config)#ip access-list 6 tos 64
RouterA(config)#ip access-list 7 tos 32
RouterA(config)#ip access-list 8 tos 0
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 3 set-flow-id 3
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 4 set-flow-id 4
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 5 set-flow-id 5
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 6 set-flow-id 6
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 7 set-flow-id 7
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 8 set-flow-id 8
```

13.5.2.4.5 Настройте привязку фильтров к классам

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:1 include flow 1
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:2 include flow 2
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:3 include flow 3
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:4 include flow 4
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:5 include flow 5
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:6 include flow 6
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:7 include flow 7
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:8 include flow 8
RouterA(config-qos[eth2])#end
```

13.5.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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.
```

13.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
autonegotiation off duplex full speed 100
exit
qos eth2
qos type pq 1 parent root queues 8
exit
ip access-list 1 tos 224
ip access-list 2 tos 192
ip access-list 3 tos 160
ip access-list 4 tos 128
ip access-list 5 tos 96
ip access-list 6 tos 64
ip access-list 7 tos 32
ip access-list 8 tos 0
ip mangle-list prerouting access-list 1 set-flow-id 1
```

```
ip mangle-list prerouting access-list 2 set-flow-id 2
ip mangle-list prerouting access-list 3 set-flow-id 3
ip mangle-list prerouting access-list 4 set-flow-id 4
ip mangle-list prerouting access-list 5 set-flow-id 5
ip mangle-list prerouting access-list 6 set-flow-id 6
ip mangle-list prerouting access-list 7 set-flow-id 7
ip mangle-list prerouting access-list 8 set-flow-id 8
qos eth2
class 1:1 include flow 1
class 1:2 include flow 2
class 1:3 include flow 3
class 1:4 include flow 4
class 1:5 include flow 5
class 1:6 include flow 6
class 1:7 include flow 7
class 1:8 include flow 8
end
end
write name
```

13.6 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WFQ

13.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 75](#) 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.

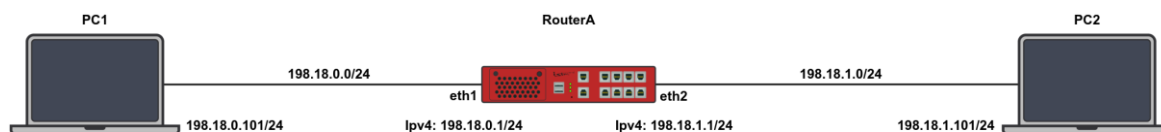


Рисунок 75 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания WFQ

13.6.2 Этапы настройки сети

13.6.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

13.6.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.6.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.6.2.4 Настройте RouterA

13.6.2.4.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

13.6.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-eth2)#no ip address all
RouterA(config-if-eth2)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth2)#no shutdown
RouterA(config-if-eth2)#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterA(config-if-eth2)#exit
```

13.6.2.4.3 Настройте дисциплину обслуживания очередей WFQ

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type wfq 1 parent root queue-count 1024 length 512
RouterA(config-qos[eth2])#end
```

13.6.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 ms      12868/86319 (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.
```

13.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
autonegotiation off duplex full speed 100
exit
qos eth2
qos type wfq 1 parent root queue-count 1024 length 512
end
end
write name
```

13.7 Настройка предотвращения перегрузки очередей RED

13.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 76](#) 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

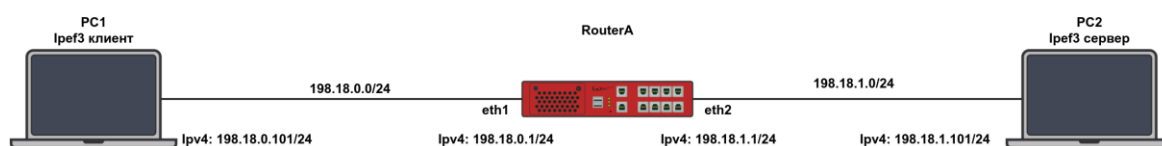


Рисунок 76 – Схема настройки предотвращения перегрузки очередей RED

13.7.2 Этапы настройки сети

13.7.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

13.7.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.7.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.7.2.4 Настройте RouterA

13.7.2.4.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.7.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

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

13.7.2.4.3 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])#end
```

13.7.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 5201 -S 224 -i 10 -T Stream1 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5202 -S 96 -i 10 -T Stream2 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5203 -S 32 -i 10 -T Stream3 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5204 -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 Mb/s 22443
Stream1: -----
Stream1: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream1: [ 5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mb/s 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream1: [ 5] 0.00-10.03 sec 28.7 Mbytes 24.0 Mb/s 0.278 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 Mb/s 22443
Stream2: -----
Stream2: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream2: [ 5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mb/s 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream2: [ 5] 0.00-10.03 sec 28.6 Mbytes 23.9 Mb/s 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 Mb/s 22443
Stream3: -----
Stream3: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream3: [ 5] 0.00-10.00 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mb/s 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream3: [ 5] 0.00-10.03 sec 28.6 Mbytes 23.9 Mb/s 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 Mb/s 22443
Stream4: -----
Stream4: [ID] Interval Transfer Bitrate Jitter Lost/Total Datagrams
Stream4: [ 5] 0.00-10.01 sec 31.0 Mbytes 26.0 Mb/s 0.000 ms 0/22443 (0%) sender
Stream4: [ 5] 0.00-10.03 sec 28.4 Mbytes 23.8 Mb/s 0.271 ms 1844/22442 (8.2%) receiver
Stream4:
Stream4: iperf Done.
```

13.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
autonegotiation off duplex full speed 100
exit
qos eth2
qos type red 1 parent root queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200 ecn probability 1
end
end
write name
```

13.8 Настройка предотвращения перегрузки очередей GRED

13.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 77](#) 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.

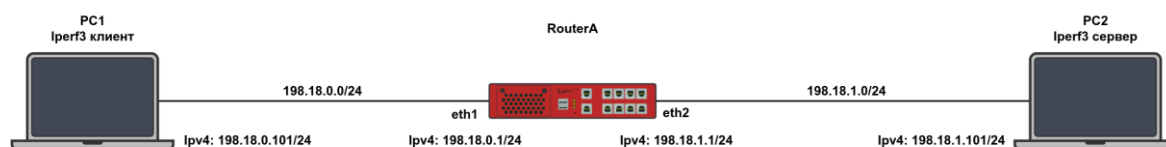


Рисунок 77 – Схема настройки предотвращения перегрузки очередей GRED

13.8.2 Этапы настройки сети

13.8.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

13.8.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.8.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.8.2.4 Настройте RouterA

13.8.2.4.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
    
```

13.8.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-eth2)#no ip address all
RouterA(config-if-eth2)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth2)#no shutdown
RouterA(config-if-eth2)#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterA(config-if-eth2)#exit
```

13.8.2.4.3 Настройте алгоритм управления переполнения очередей GRED

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type gred 1 parent root queues 4 default-queue 0
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 0 queue-size 1000000 min 150000 max 300000
avpkt 1000 burst 200
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 1 queue-size 1000000 min 150000 max 300000
avpkt 1000 burst 200
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 2 queue-size 1000000 min 150000 max 300000
avpkt 1000 burst 200
RouterA(config-qos[eth2])#virtual-queue type gred parent 1 3 queue-size 1000000 min 150000 max 300000
avpkt 1000 burst 200
RouterA(config-qos[eth2])#end
```

13.8.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

13.8.3 Проверка настроек

13.8.3.1 Выполните команду show qos eth2 на RouterA 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 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5201 -S 4 -i 10 -T Stream2 & iperf3 -c 198.18.1.101 -u -b26m -p 5201 -S 8 -i 10 -T Stream3` на PC1 для запуска утилиты `iperf` в режиме клиента с `Tos=16`

13.8.3.4 Выполните команду `show qos eth2` на RouterA 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

13.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
autonegotiation off duplex full speed 100
exit
qos eth2
qos type gred 1 parent root queues 4 default-queue 0
virtual-queue type gred parent 1 0 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
virtual-queue type gred parent 1 1 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
virtual-queue type gred parent 1 2 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
virtual-queue type gred parent 1 3 queue-size 1000000 min 150000 max 300000 avpkt 1000 burst 200
end
end
write name
```

13.9 Настройка перемаркировки приоритетов

13.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 78](#) 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.

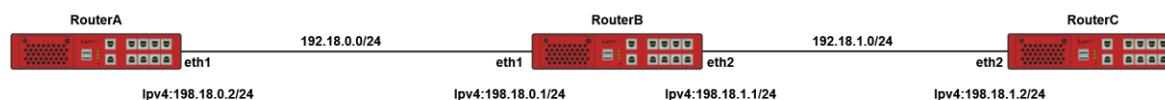


Рисунок 78 – Схема настройки перемаркировки приоритетов

13.9.2 Этапы настройки сети

13.9.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

13.9.2.2 Настройте RouterA

13.9.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```


13.9.2.2.2 Настройте маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
```

13.9.2.2.3 Настройте перемаркировку

```
RouterA(config)#ip access-list 1 tos 32
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
RouterA(config)#end
```

13.9.2.3 Настройте RouterB

13.9.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.9.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

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

13.9.2.3.3 Настроить перемаркировку

```
RouterB(config)#ip access-list 1 tos 32
RouterB(config)#ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
RouterB(config)#end
```

13.9.2.4 Настройте RouterC

13.9.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterC(config)#interface eth2
```

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

13.9.2.4.2 Настройте маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
RouterC(config)#end
```

13.9.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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
```

13.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
```

```
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.0.1
ip access-list 1 tos 32
ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
ip access-list 1 tos 32
ip mangle-list prerouting access-list 1 set-dscp 40
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip route 0.0.0.0/0 198.18.1.1
end
end
write name
```

13.10 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания TBF

13.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 79](#) 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.

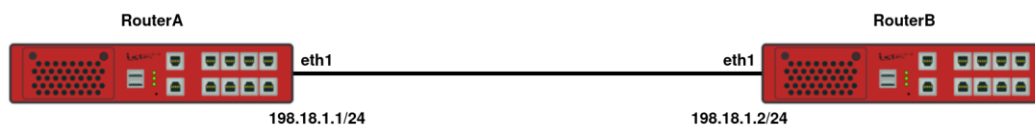


Рисунок 79 – Схема настройки работы QoS дисциплины обслуживания TBF

13.10.2 Этапы настройки

13.10.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.10.2.2 Настройте RouterA

13.10.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

13.10.2.2.2 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
```

13.10.2.3 Настройте RouterB

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-eth1)#no ip address dhcp
RouterB(config-if-eth1)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#no shutdown
RouterB(config-if-eth1)#end
```

13.10.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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 утилиты `iperf` в режиме сервера

13.10.3.3 Выполните команду `iperf client 198.18.1.2 udp bandwidth 1000M` на RouterA для запуска утилиты `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%)
```

13.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
exit
qos eth1
qos type tbw 1 parent root rate 10Mbit maxburst 12500 latency-limit 50
end
```

```
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
no shutdown
end
end
write name
```

13.11 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей WRED

13.11.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 80](#) 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.

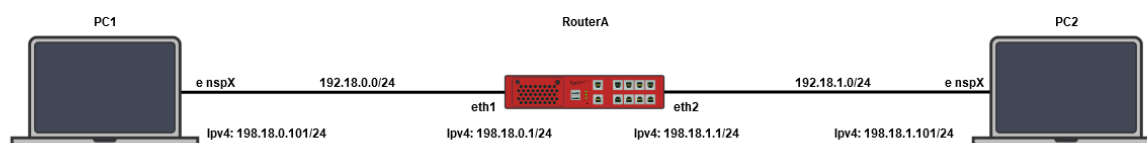


Рисунок 80 – Схема настройки работы предотвращения перегрузки очередей WRED

13.11.2 Этапы настройки

13.11.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

13.11.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.11.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.11.2.4 Настройте RouterA

13.11.2.4.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.11.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

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

13.11.2.4.3 Настройте алгоритм управления переполнением 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
```

13.11.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

13.11.3 Проверка настроек

13.11.3.1 Выполните команду **show qos eth2** на RouterA для вывода на экран статистики после настройки WRED

```
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 WRED

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
```

13.11.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
shutdown
ip mtu 570
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
qos eth2
qos type wred 1 parent root queues 15 default-queue 0
virtual-queue type wred parent 1 0 queue-size 100000 min 50000 max 80000 avpkt 1000 burst 60 probability 1
virtual-queue type wred parent 1 1 queue-size 100000 min 50000 max 80000 avpkt 1000 burst 60 probability 5
exit
end
write name
```

13.12 Настройка работы предотвращения перегрузки очередей RIO

13.12.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 81](#) 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 198.18.0.1/24, eth2 - IP address 198.18.1.1/24.

На устройстве настроен алгоритм переполнения очередей RIO.

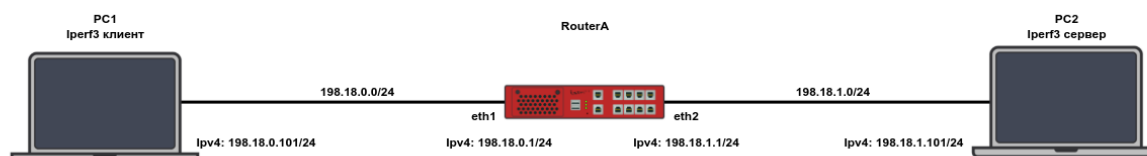


Рисунок 81 – Схема настройки работы предотвращения перегрузки очередей RIO

13.12.2 Этапы настройки

13.12.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.12.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.101/24 и маршрут до сети 198.18.1.0/24

13.12.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.101/24 и маршрут до сети 198.18.0.0/24

13.12.2.4 Настройте RouterA

13.12.2.4.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

13.12.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown RouterA(config-if-[eth2])#no ip address
allRouterA(config-if-[eth2])#ip address 198.18.1.1/24 RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

13.12.2.4.3 Настройте алгоритм управления переполнения очередей RIO

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type rio 1 parent root queues 16 default-queue 2
RouterA(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
RouterA(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
RouterA(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
RouterA(config-qos[eth2])#end
```

13.12.2.5 Сохраните настройки

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

Напоминание

Router#write <name>

13.12.3 Проверка настроек

13.12.3.1 Выполните команду show qos eth2 на RouterA 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 8000 -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 RouterA для проверки статистики

```
qdisc gred 1: root refcnt 2 vqs 16 default 2 prio
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`

13.12.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.0.1/24
```

```
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
qos eth2
qos type rio 1 parent root queues 16 default-queue 2
virtual-queue type rio parent 1 0 queue-size 100000 min 40000 max 85000 avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio
1
virtual-queue type rio parent 1 8 queue-size 100000 min 40000 max 85000 avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio
3
virtual-queue type rio parent 1 4 queue-size 100000 min 40000 max 85000 avpkt 1000 burst 55 probability 2 prio
2
end
end
write name
```

13.13 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания WRR

13.13.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 82](#) 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.

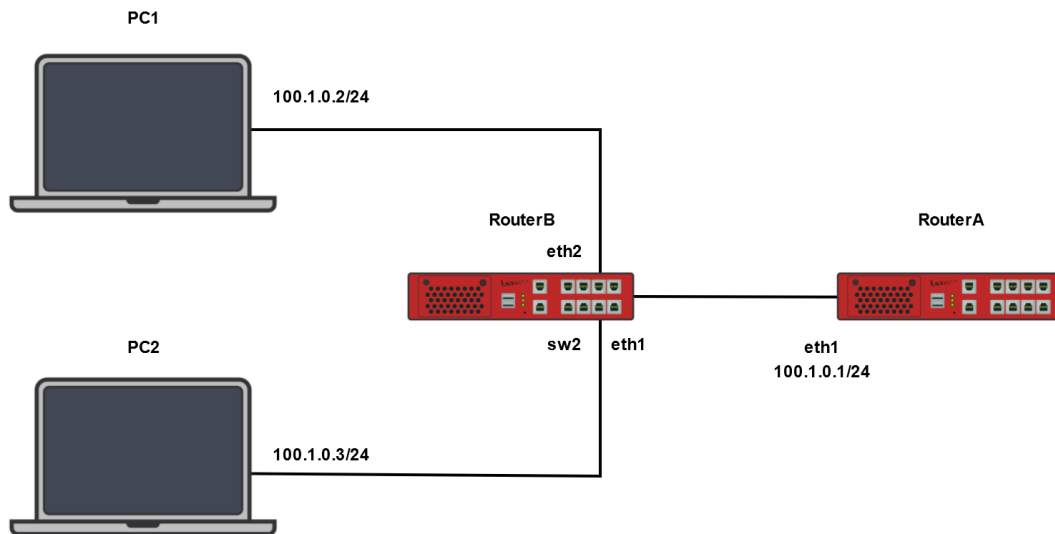


Рисунок 82 – Схема настройки дисциплины WRR

13.13.2 Этапы настройки

13.13.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.13.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 100.1.0.2/24

13.13.2.3 Настройте на PC2 ip адрес 100.1.0.3/24

13.13.2.4 Настройте RouterA

13.13.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

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

13.13.2.4.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10 ether-type 0x8100
RouterA(config-if-[eth1.10])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1.10])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1.10])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1.10])#end
```

13.13.2.5 Настройте RouterB

13.13.2.5.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1RouterB(config-if-[eth1])#no shutdownRouterB(config-if-[eth1])#exit
```

13.13.2.5.2 Настройте интерфейс eth2

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

13.13.2.5.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterB(config)#interface switchport2
RouterB(config-switchport2)#switchport access vlan 10
RouterB(config-switchport2)#no shutdown
RouterB(config-switchport2)#exit
```

13.13.2.5.4 Настройте интерфейс vlan10

```
RouterB(config)#interface vlan10
RouterB(config-if-[vlan10])#vid 10 ether-type 0x8100
RouterB(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterB(config-if-[vlan10])#exit
```


13.13.2.5.5 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
```

13.13.2.5.6 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
```

13.13.2.5.7 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
```

13.13.2.5.8 Настройте WRR

```
RouterB(config)#qos eth2
RouterB(config-qos[eth2])#qos type wrr 1 parent root length 1024 weights w1 10 w3 40
RouterB(config-qos[eth2])#exit
```

13.13.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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] 0.0000-10.0141sec 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

13.13.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface switchport2
switchport access vlan 10
no shutdown
exit
interface vlan10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10 ethertype 0x8100
no shutdown
egres-map 1 1
egres-map 3 3
exit
interface br1
include eth1.10
include vlan10
include eth2
no shutdown
exit
l2 access-list 1 in-interface eth2
l2 access-list 3 in-interface vlan10
l2 mangle-list PREROUTING access-list 1 set-skb-prio 1
l2 mangle-list PREROUTING access-list 3 set-skb-prio 3
qos eth2
qos type wrr 1 parent root length 1024 weights w1 10 w3 40
exit
end
write name
```

13.14 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания Input

13.14.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 83](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

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



Рисунок 83 – Схема настройки методики QoS Input

13.14.2 Этапы настройки

13.14.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

13.14.2.2 Настройте RouterA

13.14.2.2.1 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
```

13.14.2.3 Настройте RouterB

13.14.2.3.1 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
```

13.14.2.3.2 Настройте дисциплину QOS для входящего трафика

```
RouterB(config)#qos eth1
RouterB(config)#qos type input rate 10Mbit burst 10000000
RouterB(config)#end
```

13.14.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

13.14.3 Проверка настроек

13.14.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 4` на RouterA для проверки связности между RouterA и RouterB

```
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=0.965 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.984 ms
64 bytes from 198.18.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.974 ms
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 6ms
```

13.14.3.2 Выполните команду `iperf server udp bind 198.18.1.2` в режиме сервера на RouterB для измерения пропускной способности

```
-----
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 45572
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth    Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 1] 0.0000-10.0019 sec 11.9 MBytes 10.1 Mbits/sec 2.275 ms 23556/32124 (73%)
```

13.14.3.3 Выполните команду `iperf client 198.18.1.2 udp bandwidth 10M` в режиме клиента на RouterA для измерения пропускной способности, используя `bandwidth` с указанием максимальной пропускной способности и дождитесь ее выполнения.

```
Client connecting to 198.18.1.2, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams, IPG target: 1176.00 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 176 KByte (default)
-----
```

```
[ 1] local 198.18.1.1 port 44994 connected with 198.18.1.2 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 1] 0.0000-10.0020 sec 11.9 MBytes 10.0 Mbits/sec
[ 1] Sent 8508 datagrams
[ 1] Server Report:
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth    Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 1] 0.0000-10.0019 sec 11.9 MBytes 10.0 Mbits/sec 0.555 ms 6/8507 (0.071%)
```

13.15 Настройка работы QoS дисциплины обслуживания HFSC

13.15.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 84](#) в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор (RouterA).

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

На RouterA настроены интерфейсы `eth1` - IP address `198.18.0.1/24`, `eth2` - IP address `198.18.1.1/24`.

На PC1 настроен IP address `198.18.0.10/24`.

На PC2 настроен IP address `198.18.1.10/24`.

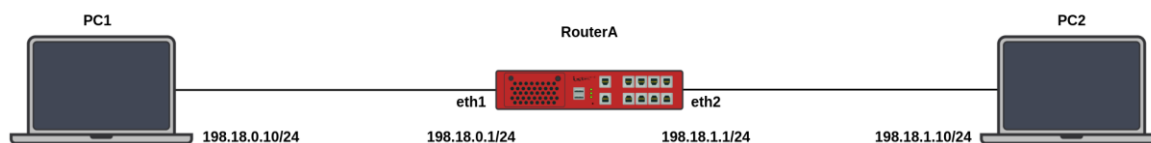


Рисунок 84 – Схема настройки методики QOS HFSC

13.15.2 Этапы настройки

13.15.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.0.10/24

13.15.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 198.18.1.10/24

13.15.2.3 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

13.15.2.4 Настройте RouterA

13.15.2.4.1 Настройте интерфейс eth1

```

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

13.15.2.4.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
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)#autonegotiation off duplex full speed 100
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

13.15.2.4.3 Настройте дисциплину обслуживания очередей HFSC на интерфейсе eth2

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#qos type hfsc 1 parent root default-class 50
RouterA(config-qos[eth2])#class type hfsc 1:50 parent 1:0 sc rate 1000Mbit
RouterA(config-qos[eth2])#class type hfsc 1:10 parent 1:0 sc rate 15Mbit
RouterA(config-qos[eth2])#class type hfsc 1:20 parent 1:0 sc rate 85Mbit
RouterA(config-qos[eth2])#exit
```

13.15.2.4.4 Привяжите фильтры к классам

```
RouterA(config)#qos eth2
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:10 include flow 10
RouterA(config-qos[eth2])#class 1:20 include flow 20
RouterA(config-qos[eth2])#exit
```

13.15.2.4.5 Настройте списки контроля доступа для фильтрации трафика

```
RouterA(config)#ip access-list 10 protocol udp destinationports 5001
RouterA(config)#ip access-list 20 protocol udp destinationports 5002
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 10 set-flow-id 10
RouterA(config)#ip mangle-list prerouting access-list 20 set-flow-id 20
```

13.15.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

13.15.3 Проверка настроек

13.15.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.10 -c 4` на PC1 для проверки связности между PC1 и PC2

```
PING 198.18.1.10 (198.18.1.10) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 198.18.1.10: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.41 ms
64 bytes from 198.18.1.10: icmp_seq=2 ttl=63 time=2.00 ms
64 bytes from 198.18.1.10: icmp_seq=3 ttl=63 time=1.80 ms
64 bytes from 198.18.1.10: icmp_seq=4 ttl=63 time=1.44 ms
--- 198.18.1.10 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.411/1.662/1.997/0.245 ms
```

13.15.3.2 Выполните команду `iperf3 -s -p 5001 & iperf3 -s -p 5002` на PC2 для запуска утилиты `iperf` в режиме сервера

```
-----
-----
Server listening on 5001 (test #1)
Server listening on 5002 (test #1)
-----
-----
```

13.15.3.3 Выполните команду `iperf3 -u -c 198.18.1.10 -p 5001 -b 100m -t 10 -T 1 & iperf3 -u -c 198.18.1.10 -p 5002 -b 100m -t 10 -T 2` на PC1 для запуска утилиты `iperf` в режиме клиента

```
1: Connecting to host 198.18.1.10, port 5001
2: Connecting to host 198.18.1.10, port 5002
1: [ 5] local 198.18.0.10 port 35355 connected to 198.18.1.10 port 5001
2: [ 5] local 198.18.0.10 port 47223 connected to 198.18.1.10 port 5002
```

13.15.3.4 После запуска утилиты iperf в режиме клиента на PC1, убедитесь что на PC2 пропускная способность соответствует конфигурации

Bitrate одного потока UDP-трафика соответствует ~15 Mbit/sec, Bitrate второго потока UDP-трафика соответствует ~80-85 Mbit/sec.

```
-----
Server listening on 5001 (test #1)
Server listening on 5002 (test #1)
-----

Accepted connection from 198.18.0.10, port 33880
Accepted connection from 198.18.0.10, port 60562
[ 5] local 198.18.1.10 port 5001 connected to 198.18.0.10 port 49533
[ 5] local 198.18.1.10 port 5002 connected to 198.18.0.10 port 60473
[ ID] Interval      Transfer  Bitrate   Jitter   Lost/Total Datagrams
[ ID] Interval      Transfer  Bitrate   Jitter   Lost/Total Datagrams
[ 5] 0.00-1.00 sec  1.94 MBytes 16.3 Mbits/sec 1.132 ms 79/1483 (5.3%)
[ 5] 0.00-1.00 sec  9.44 MBytes 79.2 Mbits/sec 0.278 ms 408/7244 (5.6%)
[ 5] 1.00-2.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.251 ms 1606/8625 (19%)
[ 5] 1.00-2.00 sec  1.71 MBytes 14.4 Mbits/sec 1.138 ms 7334/8573 (86%)
[ 5] 2.00-3.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.268 ms 1623/8641 (19%)
[ 5] 2.00-3.00 sec  1.71 MBytes 14.4 Mbits/sec 1.385 ms 7453/8692 (86%)
[ 5] 3.00-4.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.210 ms 1601/8619 (19%)
[ 5] 3.00-4.00 sec  1.71 MBytes 14.3 Mbits/sec 1.154 ms 7335/8573 (86%)
[ 5] 4.00-5.00 sec  1.71 MBytes 14.3 Mbits/sec 1.506 ms 7446/8684 (86%)
[ 5] 4.00-5.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.309 ms 1630/8648 (19%)
[ 5] 5.00-6.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.211 ms 1603/8622 (19%)
[ 5] 5.00-6.00 sec  1.71 MBytes 14.4 Mbits/sec 1.138 ms 7335/8574 (86%)
[ 5] 6.00-7.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.217 ms 1623/8641 (19%)
[ 5] 6.00-7.00 sec  1.71 MBytes 14.3 Mbits/sec 1.505 ms 7453/8691 (86%)
[ 5] 7.00-8.00 sec  1.34 MBytes 11.3 Mbits/sec 0.210 ms 8804/9777 (90%)
[ 5] 7.00-8.00 sec  1.61 MBytes 13.5 Mbits/sec 0.277 ms 14362/15528 (92%)
[ 5] 8.00-9.00 sec  1.74 MBytes 14.6 Mbits/sec 1.260 ms 450/1708 (26%)
[ 5] 8.00-9.00 sec  9.67 MBytes 81.1 Mbits/sec 0.199 ms 487/7486 (6.5%)
[ 5] 9.00-10.00 sec  9.69 MBytes 81.3 Mbits/sec 0.246 ms 1600/8618 (19%)
[ 5] 9.00-10.00 sec  1.71 MBytes 14.3 Mbits/sec 1.824 ms 7454/8692 (86%)
[ 5] 10.00-10.06 sec  636 KBytes 81.3 Mbits/sec 0.288 ms 120/570 (21%)
[ 5] 10.00-10.06 sec  113 KBytes 14.5 Mbits/sec 1.602 ms 458/538 (85%)
-----

[ ID] Interval      Transfer  Bitrate   Jitter   Lost/Total Datagrams
[ ID] Interval      Transfer  Bitrate   Jitter   Lost/Total Datagrams
[ 5] 0.00-10.06 sec 17.4 MBytes 14.5 Mbits/sec 1.602 ms 67159/79736 (84%) receiver
[ 5] 0.00-10.06 sec 88.9 MBytes 74.1 Mbits/sec 0.288 ms 21105/85491 (25%) receiver
```

14 Средства обеспечения надежности сети

14.1 Настройка Bond (bonding lACP)

14.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 85](#) 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.

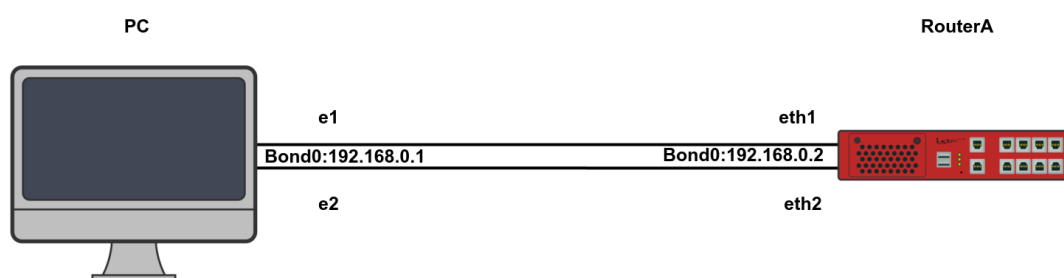


Рисунок 85 – Схема настройки протокола Bond

14.1.2 Этапы настройки сети

14.1.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

14.1.2.2 Настройте конечные устройства - PC

14.1.2.3 Настройка RouterA

14.1.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

14.1.2.3.2 Включите интерфейс eth1

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

14.1.2.3.3 Включите интерфейс eth2

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

14.1.2.3.4 Настройте интерфейс Bond0

```
RouterA(config)#interface bond0  
RouterA(config-if-[bond0])#no ip address all  
RouterA(config-if-[bond0])#ip address 192.168.0.2/24  
RouterA(config-if-[bond0])#enslave eth1  
RouterA(config-if-[bond0])#enslave eth2  
RouterA(config-if-[bond0])#hash-policy layer3+4  
RouterA(config-if-[bond0])#mode 802.3ad  
RouterA(config-if-[bond0])#lACP-rate fast  
RouterA(config-if-[bond0])#no shutdown  
RouterA(config-if-[bond0])#end
```

14.1.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 RouterA 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/irrt=14/1460/630)
[ 2] local 192.168.0.2 port 5001 connected with 192.168.0.1 port 53568 (icwnd/mss/irrt=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 RouterA и посмотрите пойдет ли трафик.

14.1.3.3.1 Выключите `eth1` на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-eth2)#shutdown
RouterA(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/irrt=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/irrt=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
```

14.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth2
no shutdown
exit
interface bond0
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
enslave eth1
enslave eth2
hash-policy layer3+4
mode 802.3ad
lACP-rate fast
no shutdown
end
end
write name
```

14.2 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах CARP

14.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 86](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA, RouterB, RouterC, RouterD.

На маршрутизаторах настроены интерфейсы и маршрутизация.

На RouterA и RouterB настроен Протокол Дубликации Общего Адреса (CARP).

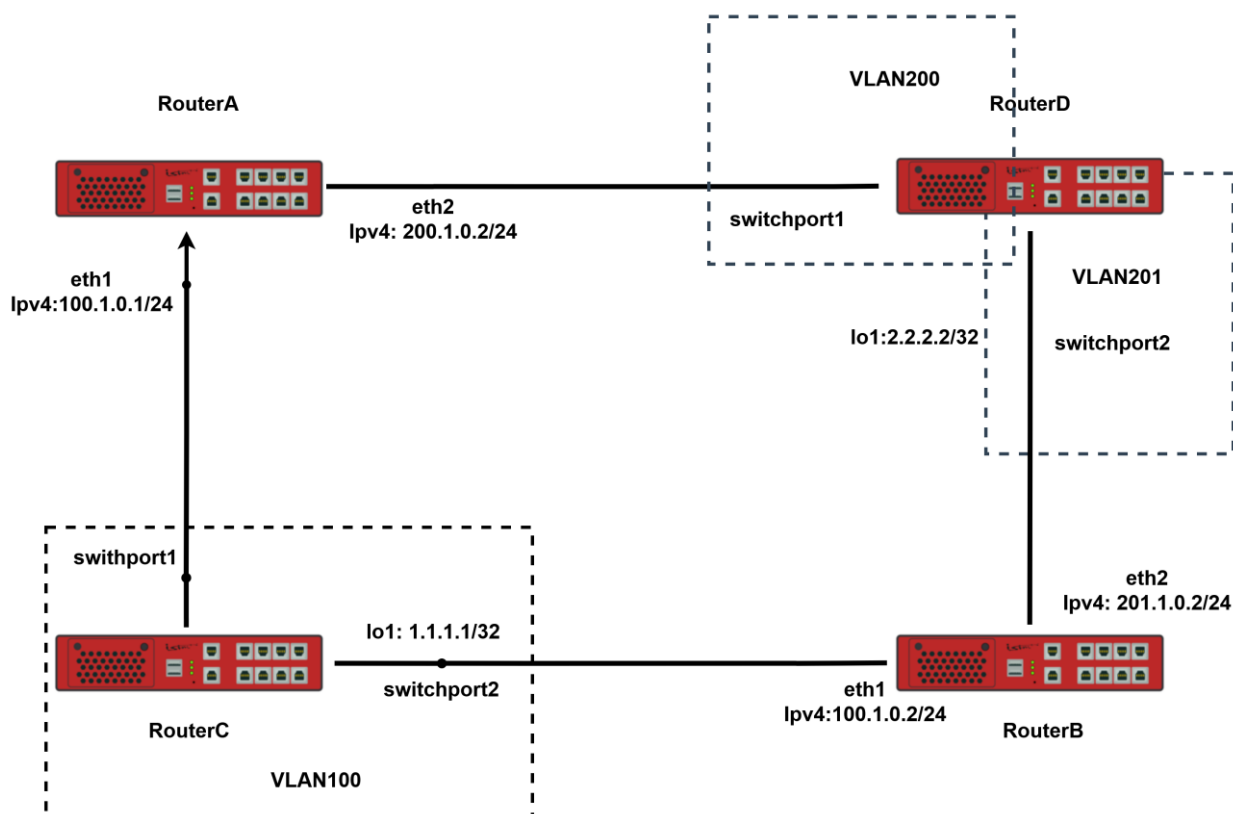


Рисунок 86 – Схема настройки протокола CARP

14.2.2 Этапы настройки сети

14.2.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

14.2.2.2 Настройте RouterA

14.2.2.2.1 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.1/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

14.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2  
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 200.1.0.2/24  
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

14.2.2.2.3 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
```

14.2.2.2.4 Введите команды для запуска Протокола Дубликации Общего Адреса (CARP) на интерфейсе

```
RouterA(config)#carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3  
RouterA(config)#end
```

14.2.2.3 Настройте RouterB

14.2.2.3.1 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])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.2/24  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```


14.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2  
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 201.1.0.2/24  
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.2.2.3.3 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
```

14.2.2.3.4 Введите команды для запуска Протокола Дубликации Общего Адреса (CARP) на интерфейсе

```
RouterB(config)#carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3  
RouterB(config)#end
```

14.2.2.4 Настройте RouterC

14.2.2.4.1 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterC(config)#interface lo1  
RouterC(config-if-[lo1])#no shutdown  
RouterC(config-if-[lo1])#no ip address all  
RouterC(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32  
RouterC(config-if-[lo1])#exit
```

14.2.2.4.2 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterC(config)#interface switchport1  
RouterC(config-switchport1)#no shutdown  
RouterC(config-switchport1)#switchport access vlan 100  
RouterC(config-switchport1)#exit
```

14.2.2.4.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterC(config)#interface switchport2
```

```
RouterC(config-switchport2)#no shutdown
RouterC(config-switchport2)#switchport access vlan 100
RouterC(config-switchport2)#exit
```

14.2.2.4.4 Внесите VLAN в базу данных

```
RouterC(config)#vlan 100
```

14.2.2.4.5 Настройте маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 0.0.0.0/0 100.1.0.10
```

14.2.2.4.6 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])#no ip address all
RouterC(config-if-[vlan100])#ip address 100.1.0.5/24
RouterC(config-if-[vlan100])#end
```

14.2.2.5 Настройте RouterD

14.2.2.5.1 Настройте loopback-интерфейс lo1

```
RouterD(config)#interface lo1
RouterD(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterD(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterD(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterD(config-if-[lo1])#exit
```

14.2.2.5.2 Настройте интерфейс switchport1

```
RouterD(config)#interface switchport1
RouterD(config-switchport1)#no shutdown
RouterD(config-switchport1)#switchport access vlan 200
RouterD(config-switchport1)#exit
```

14.2.2.5.3 Настройте интерфейс switchport2

```
RouterD(config)#interface switchport2  
RouterD(config-switchport2)#no shutdown  
RouterD(config-switchport2)#switchport access vlan 201  
RouterD(config-switchport2)#exit
```

14.2.2.5.4 Внесите VLAN в базу данных

```
RouterD(config)#vlan 200-201
```

14.2.2.5.5 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
```

14.2.2.5.6 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])#no ip address all  
RouterD(config-if-[vlan200])#ip address 200.1.0.1/24  
RouterD(config-if-[vlan200])#exit
```

14.2.2.5.7 Настройте interface vlan201

```
RouterD(config)#interface vlan201  
RouterD(config-if-[vlan201])#vid 201 ethertype 0x8100  
RouterD(config-if-[vlan201])#no shutdown  
RouterD(config-if-[vlan201])#no ip address all  
RouterD(config-if-[vlan201])#ip address 201.1.0.1/24  
RouterD(config-if-[vlan201])#end
```

14.2.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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, на RouterA отключите eth1 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
```

14.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
no ip address dhcp  
no ip address all  
ip address 100.1.0.1/24  
exit  
interface eth2  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 200.1.0.2/24  
exit  
ip route 2.2.2.2/32 200.1.0.1  
ip route 1.1.1.1/32 100.1.0.5  
carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 100.1.0.2/24  
exit  
interface eth2  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 201.1.0.2/24  
exit
```

```
ip route 1.1.1.1/32 100.1.0.5
ip route 2.2.2.2/32 201.1.0.1
carp eth1 id 1 address 100.1.0.10 password istokistok timer 3
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 100
exit
interface switchport2
no shutdown
switchport access vlan 100
exit
vlan 100
ip route 0.0.0.0/0 100.1.0.10
interface vlan100
vid 100 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.5/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD

```
configure terminal
interface lo1
no shutdown
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 200
exit
interface switchport2
```

```
no shutdown
switchport access vlan 201
exit
vlan 200-201
ip route 1.1.1.1/32 201.1.0.2 20
ip route 1.1.1.1/32 200.1.0.2 10
interface vlan200
vid 200 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 200.1.0.1/24
exit
interface vlan201
vid 201 ethertype 0x8100
no shutdown
no ip address all
ip address 201.1.0.1/24
end
end
write name
```

14.3 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv2

14.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 87](#) в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 и PC2 взаимодействуют 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 находиться на одном из двух Router.

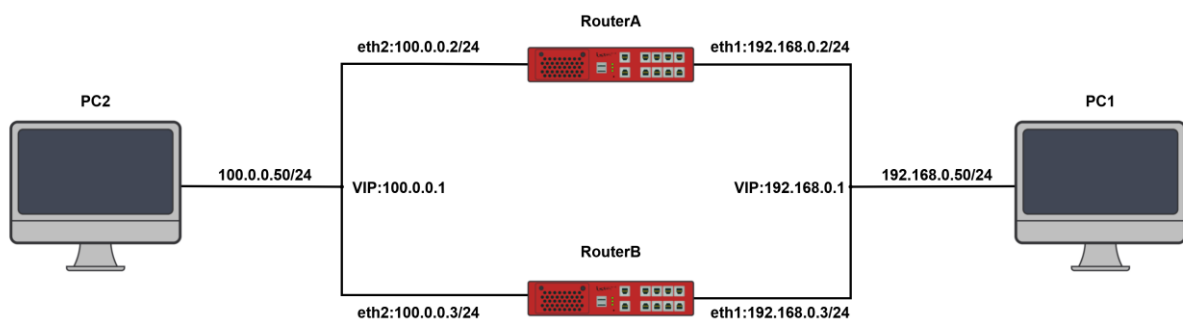


Рисунок 87 – Схема настройки протокола отказоустойчивости VRRPv2

14.3.2 Этапы настройки сети

14.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

14.3.2.2 Настройте RouterA

14.3.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

14.3.2.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

14.3.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdownRouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.0.0.2/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```


14.3.2.2.4 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
```

14.3.2.2.5 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
```

14.3.2.3 Настройте RouterB

14.3.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

14.3.2.3.2 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.3/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.3.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.0.0.3/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.3.2.3.4 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
```

14.3.2.3.5 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
```

14.3.2.4 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 `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 `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 `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 `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
```

14.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.0.0.2/24
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
interface eth1
priority 100
track interface eth2
version 2
virtual ip 192.168.0.1/24
virtual-router-id 101
authentication password istokistok
```

```
exit
vrrp 2
advertising-interval 1.0
interface eth2
priority 100
track interface eth1
version 2
virtual ip 100.0.0.1/24
virtual-router-id 102
authentication password istokistok
exit
vrrp on
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.3/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.0.0.3/24
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
interface eth1
priority 50
track interface eth2
version 2
virtual ip 192.168.0.1/24
virtual-router-id 101
authentication password istokistok
exit
vrrp 2
advertising-interval 1.0
interface eth2
priority 50
track interface eth1
version 2
virtual ip 100.0.0.1/24
authentication password istokistok
virtual-router-id 102
```

```
exit
vrrp on
end
write name
```

14.4 Настройка протокола отказоустойчивости на WAN портах VRRPv3

14.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 88](#) в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 и PC2 взаимодействуют 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 находиться на одном из двух Router.

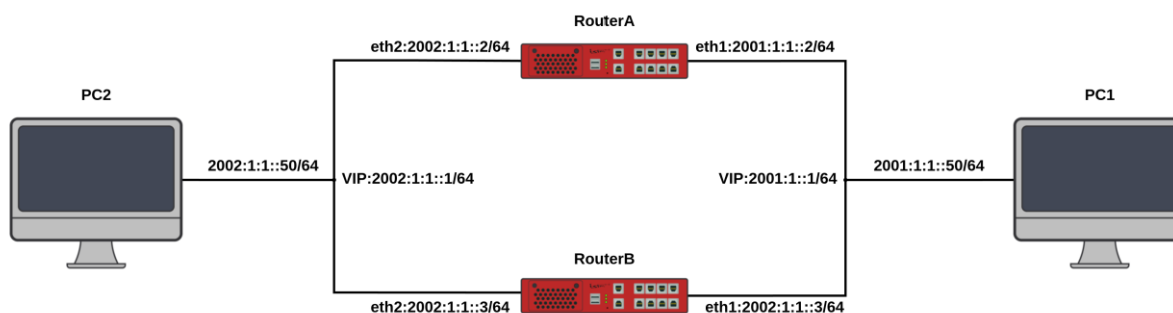


Рисунок 88 – Схема настройки VRRPv3

14.4.2 Этапы настройки сети

14.4.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

14.4.2.2 Настройте RouterA

14.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ipv6 address 2001:1:1::2/64
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

14.4.2.2.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-eth2)#no shutdown
RouterA(config-if-eth2)#no ip address all
RouterA(config-if-eth2)#ipv6 address 2002:1:1::2/24
RouterA(config-if-eth2)#exit
```

14.4.2.2.3 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
```

14.4.2.2.4 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
```

14.4.2.2.5 Включите VRRP

```
RouterA(config)#vrrp on  
RouterA(config)#end
```

14.4.2.3 Настройте RouterB

14.4.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1  
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:1:1::3/64  
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

14.4.2.3.2 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2  
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2002:1:1::3/64  
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

14.4.2.3.3 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
```

14.4.2.3.4 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
```

14.4.2.3.5 Включите VRRP

```
RouterB(config)#vrrp on
```

14.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 `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 `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 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 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
```

14.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:1:1::2/64
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2002:1:1::2/24
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
authentication password istokistok
interface eth1
```

```
priority 100
track interface eth2
version 3
virtual ip 2001:1:1::1/64
virtual-router-id 101
exit
vrrp 2
advertising-interval 1.0
authentication password istokistok
interface eth2
priority 100
track interface eth1
version 3
virtual ip 2002:1:1::1/64
virtual-router-id 102
exit
vrrp on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:1:1::3/64
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2002:1:1::3/64
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
authentication password istokistok
interface eth1
priority 50
track interface eth2
version 3
virtual ip 2001:1:1::1/64
virtual-router-id 101
exit
vrrp 2
advertising-interval 1.0
authentication password istokistok
interface eth2
priority 50
```

```
track interface eth1
version 3
virtual ip 2002:1:1::1/64
virtual-router-id 102
exit
vrrp on
end
write name
```


15 Функции сетевой защиты

15.1 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 89](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 198.18.10.1/24) и eth1.20 (IP address 198.18.20.1/24).

На RouterB настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 198.18.10.2/24) и eth1.20 (IP address 198.18.20.2/24).

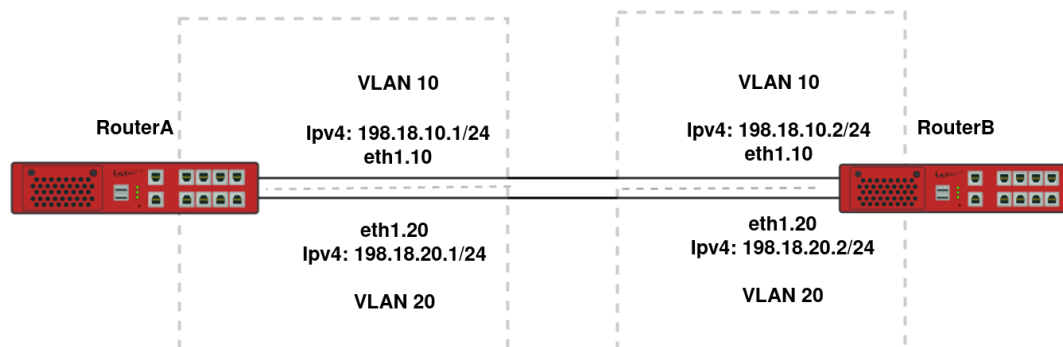


Рисунок 89 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.1.2 Этапы настройки сети

15.1.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.1.2.2 Настройте RouterA

15.1.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

15.1.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterA(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.1.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterA(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```

15.1.2.3 Настройте RouterB

15.1.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1RouterB(config-if-[eth1])#no shutdownRouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.1.2.3.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
```

```
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterB(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.1.2.3.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterB(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```

15.1.2.3.4 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
```

15.1.2.3.5 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
```

15.1.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

15.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
exit  
interface eth1.10  
vid 10  
no ip address all  
ip address 198.18.10.1/24  
no shutdown  
exit  
interface eth1.20  
vid 20  
no ip address all  
ip address 198.18.20.1/24  
no shutdown  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10
no ip address all
ip address 198.18.10.2/24
no shutdown
exit
interface eth1.20
vid 20
no ip address all
ip address 198.18.20.2/24
no shutdown
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list sourceip_permit sourceip 198.18.10.1/32
ip access-list sourceip_deny sourceip 0.0.0.0/0
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 permit access-list sourceip_permit
ip filter input position 30 deny access-list sourceip_deny
end
write name
```

15.2 Настройка межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения

15.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 90](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 198.18.10.1/24) и eth1.20 (IP address 198.18.20.1/24).

На RouterB настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 198.18.10.2/24) и eth1.20 (IP address 198.18.20.2/24).

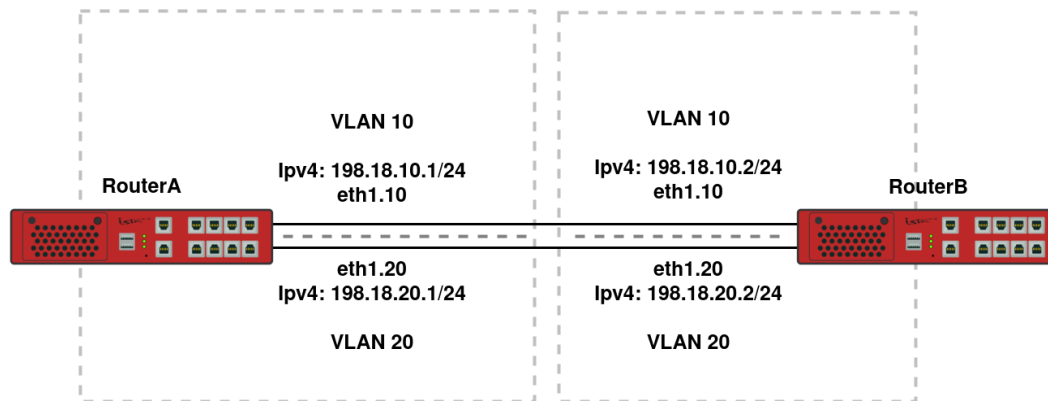


Рисунок 90 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса назначения

15.2.2 Этапы настройки сети

15.2.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.2.2.2 Настройте RouterA

15.2.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

15.2.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterA(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.2.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterA(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```

15.2.2.3 Настройте RouterB

15.2.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

15.2.2.3.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterB(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.2.2.3.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterB(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```

15.2.2.3.4 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
```

15.2.2.3.5 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
```

15.2.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

15.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10
no ip address all
ip address 198.18.10.1/24
no shutdown
exit
interface eth1.20
vid 20
no ip address all
ip address 198.18.20.1/24
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10
no ip address all
ip address 198.18.10.2/24
no shutdown
exit
interface eth1.20
vid 20
no ip address all
ip address 198.18.20.2/24
no shutdown
```

```
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list destinationip_permit destinationip 198.18.20.2/32
ip access-list destinationip_deny destinationip 0.0.0.0/0
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 permit access-list destinationip_permit
ip filter input position 30 deny access-list destinationip_deny
end
write name
```

15.3 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника

15.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 91](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

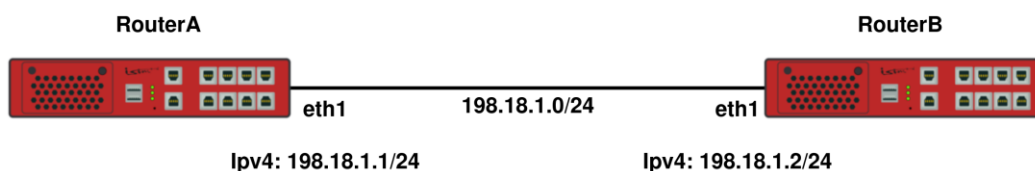


Рисунок 91 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника

15.3.2 Этапы настройки сети

15.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.3.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.3.2.3 Настройте RouterB

15.3.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.3.2.3.2 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
```

15.3.2.3.3 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
```

15.3.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

15.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
```

```
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list tcp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol tcp sourceports 2001
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list tcp_deny
end
write name
```

15.4 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

15.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 92](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

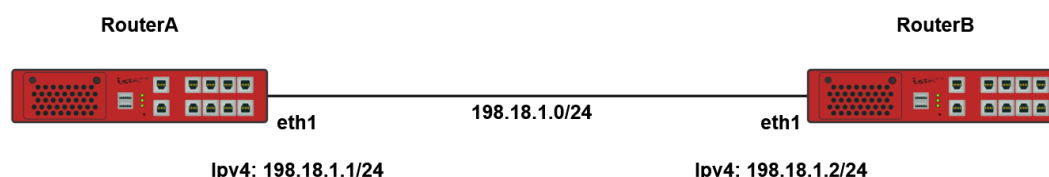


Рисунок 92 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения

15.4.2 Этапы настройки сети

15.4.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.4.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.4.2.3 Настройте RouterB

15.4.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.4.2.3.2 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
```

15.4.2.3.3 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
```

15.4.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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/irrt=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/irrt=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
```

15.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list tcp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol tcp destinationports 2001
```

```
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list tcp_deny
end
write name
```

15.5 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IP

15.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 93](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

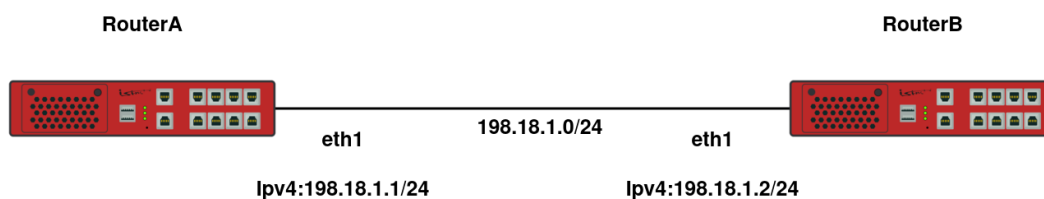


Рисунок 93 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе значения поля "Протокол" заголовка IP

15.5.2 Этапы настройки сети

15.5.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.5.2.2 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

15.5.2.3 Настройте RouterB

15.5.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.5.2.3.2 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
```

15.5.2.3.3 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
RouterB(config)#end
```

15.5.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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
```

15.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list icmp_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol icmp
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list icmp_deny
end
end
write name
```

15.6 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 94](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

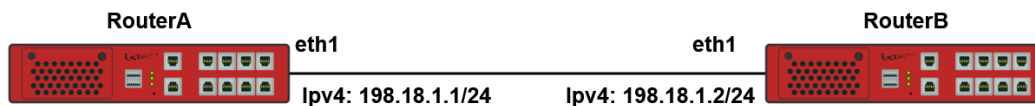


Рисунок 94 – Схема настройки фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.6.2 Этапы настройки сети

15.6.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.6.2.2 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

15.6.2.3 Настройте RouterB

15.6.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.6.2.3.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ip access-list mac macsource 7a:72:6c:4b:7b:b8
```

где 7a:72:6c:4b:7b:b8 - MAC-адрес eth1 RouterA.

15.6.2.3.3 Включите фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter input deny access-list mac
RouterB(config)#end
```

15.6.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 198.18.1.2 (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
```

15.6.3.2 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
```

15.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list mac macsource 7a:72:6c:4b:7b:b8
ip filter input deny access-list mac
end
end
```

write name

15.7 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 95](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

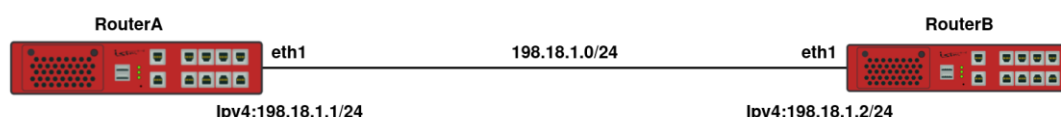


Рисунок 95 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.7.2 Этапы настройки сети

15.7.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

15.7.2.2 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

15.7.2.3 Настройте RouterB

15.7.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.7.2.3.2 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 tcpflags_deny destinationip 198.18.1.2/32 tcp-flags -SYN protocol tcp
```

15.7.2.3.3 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 tcpflags_deny
RouterB(config)#end
```

15.7.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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` на RouterB 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
```

15.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list tcpflags_deny destinationip 198.18.1.2/32 tcp-flags -SYN protocol tcp
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list tcpflags_deny
end
end
write name
```

15.8 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP

15.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 96](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

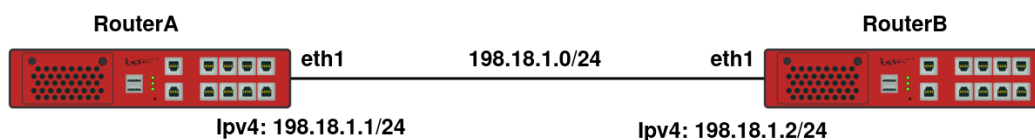


Рисунок 96 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе значения поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IP

15.8.2 Этапы настройки сети

15.8.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.8.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.8.2.3 Настройте RouterB

15.8.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.8.2.3.2 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
```

15.8.2.3.3 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
```

15.8.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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
```

15.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list tos_deny destinationip 198.18.1.2/32 tos 32
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list tos_deny
end
end
write name
```

15.9 Настройка работы ACL IPv6

15.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 97](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполняется межсетевое экранирование на основе IPv6-адреса источника.

На RouterA настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 2001:db8:1::1/64) и eth1.20 (IP address 2001:db8:2::1/64).

На RouterB настроены саб-интерфейсы - eth1.10 (IP address 2001:db8:1::2/64) и eth1.20 (IP address 2001:db8:2::2/64).

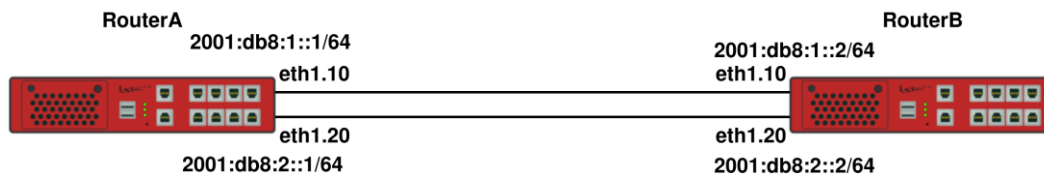


Рисунок 97 – Схема настройки работы ACL IPv6

15.9.2 Этапы настройки сети

15.9.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.9.2.2 Настройте RouterA

15.9.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

15.9.2.2.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterA(config)#interface eth1.10
RouterA(config-if-[eth1.10])#vid 10
```

```
RouterA(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.9.2.2.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterA(config)#interface eth1.20
RouterA(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterA(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```

15.9.2.3 Настройте RouterB

15.9.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

15.9.2.3.2 Настройте интерфейс eth1.10

```
RouterB(config)#interface eth1.10
RouterB(config-if-[eth1.10])#vid 10
RouterB(config-if-[eth1.10])#no ip address all
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
```

15.9.2.3.3 Настройте интерфейс eth1.20

```
RouterB(config)#interface eth1.20
RouterB(config-if-[eth1.20])#vid 20
RouterB(config-if-[eth1.20])#no ip address all
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
```


15.9.2.3.4 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
```

15.9.2.3.5 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
RouterB(config)#end
```

15.9.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.9.3 Проверка настроек

15.9.3.1 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.9.3.2 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.9.3.3 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
```

15.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
no shutdown
exit
interface eth1.20
vid 20
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:2::1/64
no shutdown
```

```
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
exit
interface eth1.10
vid 10
no ip address all
Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
no shutdown
exit
interface eth1.20
vid 20
no ip address all
Ipv6 address 2001:db8:2::2/64
no shutdown
exit
Ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
Ipv6 access-list sourceip_permit sourceip 2001:db8:2::1/128
Ipv6 access-list sourceip_deny sourceip ::/0
Ipv6 filter input position 10 permit access-list default
Ipv6 filter input position 20 permit access-list sourceip_permit
Ipv6 filter input position 30 deny access-list sourceip_deny
end
end
write name
```

15.10 Настройка межсетевого экранирования на основе IPv6-адреса назначения

15.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 98](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполняется межсетевое экранирование на основе IPv6-адреса источника.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.



Рисунок 98 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе IP-адреса источника

15.10.2 Этапы настройки

15.10.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.10.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```

RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-eth1)#end
  
```

15.10.2.3 Настройте RouterB

15.10.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.10.2.3.2 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
```

15.10.2.3.3 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
RouterB(config)#end
```

15.10.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.10.3 Проверка настроек

15.10.3.1 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
```

15.10.3.2 Выполните команду `show ipv6 ipv6 filter` на RouterB 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
```

15.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB:

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
exit
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
ipv6 access-list destinationip_deny destinationip 2001:db8:1::2/128
ipv6 filter input position 10 permit access-list default
ipv6 filter input position 20 deny access-list destinationip_deny
end
end
write name
```

15.11 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника IPv6

15.11.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 99](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.

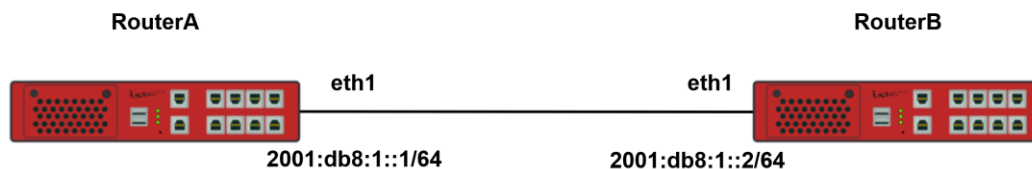


Рисунок 99 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) источника (IPv6)

15.11.2 Этапы настройки сети

15.11.2.1 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.

ⓘ Напоминание

Router#configure terminal

15.11.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#no shutdown
RouterA(config-if-eth1)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-eth1)#end
```

15.11.2.3 Настройте RouterB

15.11.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-eth1)#no shutdown
RouterB(config-if-eth1)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.11.2.3.2 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::2/128 protocol tcp sourceports 2001
```

15.11.2.3.3 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 tcp_deny
RouterB(config)#end
```

15.11.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```


15.11.3 Проверка настроек

15.11.3.1 Выполните команду `iperf server ipv6 bind 2001:db8:1::1 port 2001` 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)
-----
```

15.11.3.2 Выполните команду `iperf client 2001:db8:1::1 port 2001` на RouterB для запуска утилиты `iperf` в режиме клиента с настройкой tcp-порта 2001

```
-----
Client connecting to 2001:db8:1::1, TCP port 2001
TCP window size: 16.0 KByte (default)
-----
```

15.11.3.3 Выполните команду `show ipv6 filter` на RouterB 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
```

15.11.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
exit
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
ipv6 access-list tcp_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 protocol tcp sourceports 2001
ipv6 filter input position 10 permit access-list default
ipv6 filter input position 20 deny access-list tcp_deny
end
end
write name
```

15.12 Настройка межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения IPv6

15.12.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 100](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.

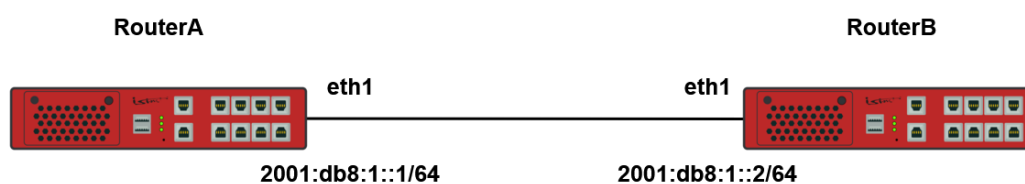


Рисунок 100 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта (TCP/UDP) назначения (IPv6)

15.12.2 Этапы настройки сети

15.12.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.12.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.12.2.3 Настройте RouterB

15.12.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#Ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.12.2.3.2 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::2/64 protocol tcp destinationports 2001
```

15.12.2.3.3 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
RouterB(config)#end
```

15.12.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.12.3 Проверка настроек

15.12.3.1 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.12.3.2 Выполните команду `iperf server ipv6 port 2001 bind 2001:db8:1::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)
-----
```

15.12.3.3 Выполните команду `iperf client 2001:db8:1::2 port 2001` на RouterA для запуска утилиты `iperf` в режиме клиента

```
-----  
Client connecting to 2001:db8:1::2, TCP port 2001  
TCP window size: 16.0 KByte (default)  
-----
```

15.12.3.4 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::2/64 dp: 2001 prot: tcp
```

15.12.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
no ip address all  
ipv6 address 2001:db8:1::1/64  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
no ip address all  
ipv6 address 2001:db8:1::2/64  
exit  
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22  
ipv6 access-list tcp_deny destinationip 2001:db8:1::2/64 protocol tcp destinationports 2001  
ipv6 filter input position 10 permit access-list default  
ipv6 filter input position 20 deny access-list tcp_deny
```

```
end
end
write name
```

15.13 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «Протокол» заголовка IPv6

15.13.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 101](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.



Рисунок 101 – Схема настройки межсетевого экранирования на основе номера порта значения поля "Протокол" заголовка IPv6

15.13.2 Этапы настройки сети

15.13.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.13.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

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

15.13.2.3 Настройте RouterB

15.13.2.3.1 Настройте интерфейса eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.13.2.3.2 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
```

15.13.2.3.3 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
RouterB(config)#end
```

15.13.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.13.3 Проверка настроек

15.13.3.1 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.13.3.2 Выполните команду `show ipv6 filter` на RouterB чтобы посмотреть счетчик заблокированных 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
```

15.13.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
```



```
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
exit
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
ipv6 access-list icmp_deny destinationip 2001:db8:1::2 protocol ipv6-icmp
ipv6 filter input position 10 permit access-list default
ipv6 filter input position 20 deny access-list icmp_deny
end
end
write name
```

15.14 Настройка фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя

15.14.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 102](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64 .

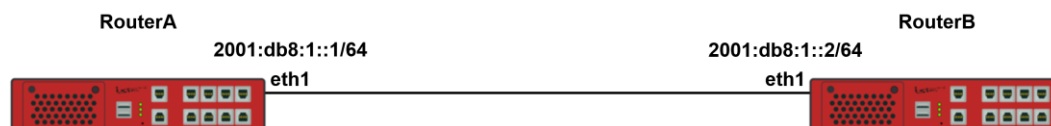


Рисунок 102 – Схема настройки фильтрации межсетевого экранирования на основе MAC-адреса отправителя (IPv6)

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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.14.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

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

15.14.2.3 Настройте RouterB

15.14.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.14.2.3.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 access-list mac macsource 94:3f:bb:00:00:3e
```

где 94:3f:bb:00:00:3e MAC-адрес интерфейса eth1RouterA.

15.14.2.3.3 Настройте фильтрацию трафика, с использованием списков контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 filter input deny access-list mac
RouterB(config)#end
```

15.14.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.14.3 Проверка настроек

15.14.3.1 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.14.3.2 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
```

15.14.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
no shutdown
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
no shutdown
exit
ipv6 access-list mac macsource 94:3f:bb:00:00:3e
ipv6 filter input deny access-list mac
end
end
write name
```

15.15 Настройка межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP

15.15.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 103](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.



Рисунок 103 – Схема проверки межсетевого экранирования на основе флагов заголовка сегмента TCP (IPv6)

15.15.2 Этапы настройки сети

15.15.2.1 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.

① Напоминание

Router#configure terminal

15.15.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

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

15.15.2.3 Настройте RouterB

15.15.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.15.2.3.2 Настройте список контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
RouterB(config)#ipv6 access-list tcpflags_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 tcp-flags -SYN protocol tcp
```

15.15.2.3.3 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 tcpflags_deny
RouterB(config)#end
```

15.15.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.15.3 Проверка настроек

15.15.3.1 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)
```

15.15.3.2 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)
-----
```

15.15.3.3 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 tcp_flg: -SYN
```

15.15.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
exit
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
ipv6 access-list tcpflags_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 tcp-flags -SYN protocol tcp
ipv6 filter input position 10 permit access-list default
ipv6 filter input position 20 deny access-list tcpflags_deny
```

```
end
end
write name
```

15.16 Настройка межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6

15.16.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 104](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::1/64.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 2001:db8:1::2/64.

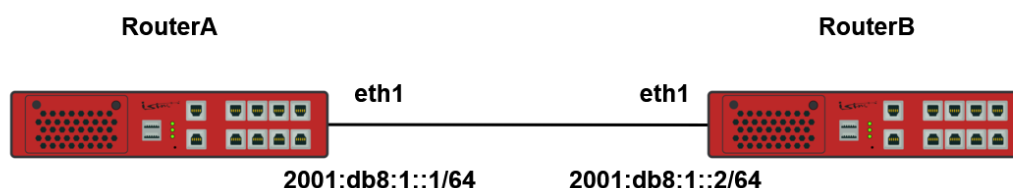


Рисунок 104 – Схема проверки межсетевого экранирования на основе значение поля «ToS» (TOS/DSCP) заголовка IPv6

15.16.2 Этапы настройки

15.16.2.1 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.16.2.2 Настройте интерфейс eth1 на RouterA

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

15.16.2.3 Настройте RouterB

15.16.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

```
RouterB(config)#interface eth1
RouterB(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ipv6 address 2001:db8:1::2/64
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.16.2.3.2 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
```

15.16.2.3.3 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 tos_deny
RouterB(config)#end
```

15.16.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.16.3 Проверка настроек

15.16.3.1 Выполните команду `ping ipv6 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
```

15.16.3.2 Выполните команду `ping ipv6 2001:db8:1::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
```

15.16.3.3 Выполните команду `show ipv6 filter` на RouterB 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
```

15.16.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::1/64
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:db8:1::2/64
exit
ipv6 access-list default sourceip ::/0 protocol tcp destinationports 22
ipv6 access-list tos_deny destinationip 2001:db8:1::2/128 dscp 8
ipv6 filter input position 10 permit access-list default
ipv6 filter input position 20 deny access-list tos_deny
end
end
write name
```

15.17 Настройка Snort

15.17.1 Настройка Snort в режиме IDS

15.17.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 105](#) 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 PC1 настроен IP address 192.168.99.2/24.

На PC2 настроен IP address 192.168.98.2/24.

На устройстве настроен Snort в режиме IDS.

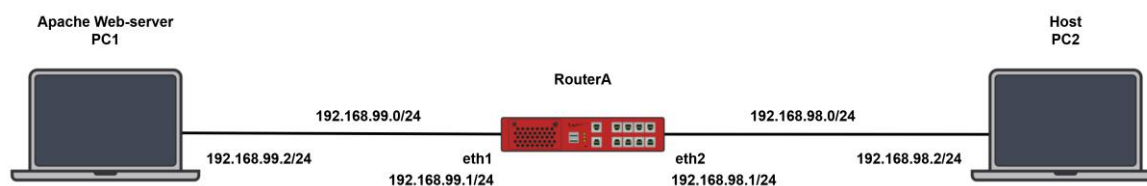


Рисунок 105 – Схема настройки Snort

15.17.1.2 Этапы настройки

15.17.1.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 192.168.99.2/24

15.17.1.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 192.168.98.2/24

15.17.1.2.3 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.17.1.2.4 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 192.168.99.1/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

15.17.1.2.5 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
```

```
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 192.168.98.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

15.17.1.2.6 Настройте Snort

```
RouterA(config)#snort alert full syslog
RouterA(config)#snort ids eth1
RouterA(config)#snort on
```

15.17.1.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.17.1.3 Проверка настроек

15.17.1.3.1 Выполните команду **show snort** на RouterA для проверки настройки Snort

```
admin@RouterA#show snort
IDS interface eth1: running
admin@RouterA#
```

15.17.1.3.2 Выполните проверку работы Snort

15.17.1.3.2.1 Выключение Snort:

1. Отключаем Snort

```
RouterA(config)#snort off
```

2. Удаляем IDS

```
RouterA(config)#no snort ips
```

15.17.1.3.2.2 Выполните команду `curl http://192.168.99.2/javascript` на PC2 для запроса на PC1

```
user@VM-2:~$ curl http://192.168.99.2/javascript
```

15.17.1.3.2.3 Выполните команду `show log snort ids eth1`

```
admin@RouterA#show log snort ips
[**] [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
```

15.17.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.99.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.98.1/24
exit
snort alert full syslog
snort ids eth1
snort on
end
write name
```

15.17.2 Настройка Snort в режиме IPS

15.17.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 106](#) 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 PC1 настроен IP address 192.168.99.2/24.

На PC2 настроен IP address 192.168.98.2/24.

На устройстве настроен Snort в режиме IPS.

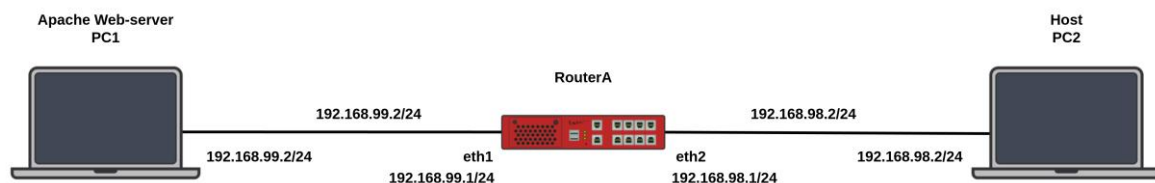


Рисунок 106 – Схема настройки Snort

15.17.2.2 Этапы настройки

15.17.2.2.1 Настройте на PC1 ip адрес 192.168.99.2/24

15.17.2.2.2 Настройте на PC2 ip адрес 192.168.98.2/24

15.17.2.2.3 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.17.2.2.4 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.99.1/24
  
```

```
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.17.2.2.4.1 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 192.168.98.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

15.17.2.2.4.2 Настройте Snort

```
RouterA(config)#snort alert full syslog
RouterA(config)#snort ips
RouterA(config)#snort on
```

15.17.2.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.17.2.3 Проверка настроек

15.17.2.3.1 Выполните команду show snort на RouterA для проверки настройки Snort

```
admin@RouterA#show snort
IPS: running
admin@RouterA#
```

15.17.2.3.2 Выполните проверку работы Snort

15.17.2.3.2.1 Выключение Snort:

1. Отключаем Snort

```
RouterA(config)#snort off
```


2. Удаляем IDS

```
RouterA(config)#no snort ips
```

15.17.2.3.2.2 Выполните команду `curl http://192.168.99.2/javascript` на PC2 для запроса на PC1

```
user@VM-2:~$ curl http://192.168.99.2/javascriptcurl: (56) Recv failure: Connection reset by peer
```

15.17.2.3.2.3 Выполните команду `show log snort ips`

```
admin@RouterA#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
```

15.17.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.99.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.98.1/24
exit
snort alert full syslog
snort ips
snort on
end
write name
```

15.18 Настройка приоритета трафика skbprio

15.18.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 107](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth2.1 - IP address 192.168.2.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth2.1 - IP address 192.168.2.2/24.

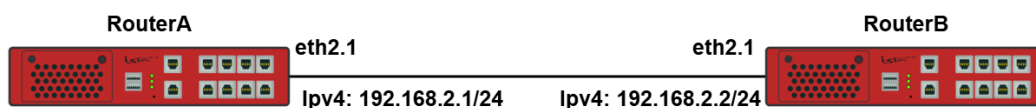


Рисунок 107 – Схема настройки line

Этапы настройки сети

15.18.1.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.18.1.2 Настройте RouterA

15.18.1.2.1 Настройте интерфейс eth2.1

```
RouterA(config)#interface eth2.1  
RouterA(config-if-[eth2.1])#vid 1 ethertype 0x8100  
RouterA(config-if-[eth2.1])#no ip address dhcp  
RouterA(config-if-[eth2.1])#ip address 198.18.1.1/24  
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 0 0  
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 1 1  
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 2 2  
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 3 3  
RouterA(config-if-[eth2.1])#exit
```

15.18.1.2.2 Настройте список приоритета

```
RouterA(config)#ip access-list prio0 skbprio 0  
RouterA(config)#ip access-list prio1 skbprio 1  
RouterA(config)#ip access-list prio2 skbprio 2  
RouterA(config)#ip access-list prio3 skbprio 3  
RouterA(config)#ip access-list all sourceip 0.0.0.0/0  
RouterA(config)#exit
```

15.18.1.2.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterA(config)#ip filter input permit access-list prio0  
RouterA(config)#ip filter input permit access-list prio1  
RouterA(config)#ip filter input permit access-list prio2  
RouterA(config)#ip filter input permit access-list prio3  
RouterA(config)#ip filter input permit access-list allRouterA(config)#end
```

15.18.1.3 Настройте RouterB

15.18.1.3.1 Настройте интерфейс eth2.1

```
RouterB(config)#interface eth2.1  
RouterB(config-if-[eth2.1])#vid 1 ethertype 0x8100  
RouterB(config-if-[eth2.1])#no ip address dhcp  
RouterB(config-if-[eth2.1])#ip address 198.18.1.2/24  
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 0 0  
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 1 1  
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 2 2  
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 3 3  
RouterB(config-if-[eth2.1])#exit
```

15.18.1.3.2 Настройте список приоритета

```
RouterB(config)#ip access-list prio0 skbprio 0
RouterB(config)#ip access-list prio1 skbprio 1
RouterB(config)#ip access-list prio2 skbprio 2
RouterB(config)#ip access-list prio3 skbprio 3
RouterB(config)#ip access-list all sourceip 0.0.0.0/0
```

15.18.1.3.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ip filter forward permit access-list prio0
RouterB(config)#ip filter forward permit access-list prio1
RouterB(config)#ip filter forward permit access-list prio2
RouterB(config)#ip filter forward permit access-list prio3
RouterB(config)#ip filter output permit access-list prio0
RouterB(config)#ip filter output permit access-list prio1
RouterB(config)#ip filter output permit access-list prio2
RouterB(config)#ip filter output permit access-list prio3
RouterB(config)#ip mangle-list postrouting access-list all set-skb-prio 0x0 0x2
RouterB(config)#end
```

15.18.1.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.18.2 Проверка настроек

15.18.2.1 Выполните команду ping 192.168.2.2 repeat 5 на RouterA

```
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.953 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.983 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.938 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.912 ms
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 8ms
```

rtt min/avg/max/mdev = 0.912/0.960/1.017/0.049 ms

15.18.2.2 Выполните команды show ip filter на RouterB

Chain FORWARD (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)

#	Pkts	Bytes	Action	Rule config
1	0	0	permit	skb_prio: 0
2	0	0	permit	skb_prio: 1
3	0	0	permit	skb_prio: 2
4	0	0	permit	skb_prio: 3

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)

#	Pkts	Bytes	Action	Rule config
1	5	420	permit	skb_prio: 0
2	0	0	permit	skb_prio: 1
3	0	0	permit	skb_prio: 2
4	0	0	permit	skb_prio: 3
5	0	0	permit	src: 0.0.0.0/0

15.18.3 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth2.1
vid 1 ethertype 0x8100
no ip address dhcp
ip address 198.18.1.1/24
igres-map 0 0
igres-map 1 1
igres-map 2 2
igres-map 3 3
exit
ip access-list prio0 skbprio 0
ip access-list prio1 skbprio 1
ip access-list prio2 skbprio 2
ip access-list prio3 skbprio 3
ip access-list all sourceip 0.0.0.0/0
exit
ip filter input permit access-list prio0
ip filter input permit access-list prio1
ip filter input permit access-list prio2
ip filter input permit access-list prio3
ip filter input permit access-list all
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2.1
vid 1 ethertype 0x8100
no ip address dhcp
ip address 198.18.1.2/24
egres-map 0 0
egres-map 1 1
egres-map 2 2
egres-map 3 3
exit
ip access-list prio0 skbprio 0
ip access-list prio1 skbprio 1
ip access-list prio2 skbprio 2
ip access-list prio3 skbprio 3
ip access-list all sourceip 0.0.0.0/0
ip filter forward permit access-list prio0
ip filter forward permit access-list prio1
ip filter forward permit access-list prio2
ip filter forward permit access-list prio3
ip filter output permit access-list prio0
ip filter output permit access-list prio1
ip filter output permit access-list prio2
ip filter output permit access-list prio3
ip mangle-list postrouting access-list all set-skb-prio 0x0 0x2
end
write name
```

15.19 Настройка приоритета трафика skbprio (IPv6)**15.19.1 Описание настройки**

Как показано на [рисунке 108](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth2.1 - IP address 2001::1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth2.1 - IP address 2001::2/24.

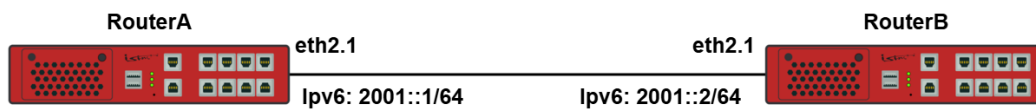


Рисунок 108 – Схема настройки

15.19.2 Этапы настройки сети

15.19.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.19.2.2 Настройте RouterA

15.19.2.2.1 Настройте интерфейс eth2.1

```
RouterA(config)#interface eth2.1
RouterA(config-if-[eth2.1])#vid 1 ethertype 0x8100
RouterA(config-if-[eth2.1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth2.1])#ip address 2001::1/64
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 1 1
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 2 2
RouterA(config-if-[eth2.1])#igres-map 3 3
RouterA(config-if-[eth2.1])#exit
```

15.19.2.2.2 Настройте список приоритета

```
RouterA(config)#ipv6 access-list prio0 skbprio 0
RouterA(config)#ipv6 access-list prio1 skbprio 1
RouterA(config)#ipv6 access-list prio2 skbprio 2
RouterA(config)#ipv6 access-list prio3 skbprio 3
RouterA(config)#ipv6 access-list all sourceip ::/0
RouterA(config)#exit
```

15.19.2.2.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterA(config)#ipv6 filter input permit access-list prio0
RouterA(config)#ipv6 filter input permit access-list prio1
RouterA(config)#ipv6 filter input permit access-list prio2
RouterA(config)#ipv6 filter input permit access-list prio3
RouterA(config)#ipv6 filter input permit access-list all
RouterA(config)#end
```

15.19.2.3 Настройте RouterB

15.19.2.3.1 Настройте интерфейс eth2.1

```
RouterB(config)#interface eth2.1
RouterB(config-if-[eth2.1])#vid 1 ethertype 0x8100
RouterB(config-if-[eth2.1])#no ip address dhcp
RouterB(config-if-[eth2.1])#ip address 2001::2/64
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 1 1
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 2 2
RouterB(config-if-[eth2.1])#egres-map 3 3
RouterB(config-if-[eth2.1])#exit
```

15.19.2.3.2 Настройте список приоритета

```
RouterB(config)#ipv6 access-list all sourceip ::/0
```

15.19.2.3.3 Настройте фильтрацию трафика, используя списки контроля доступа

```
RouterB(config)#ipv6 mangle-list postrouting access-list all set-skb-prio 0x0 0x2
RouterB(config)#end
```


15.19.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.19.3 Проверка настроек

15.19.3.1 Выполните команду ping 2001::1 на RouterB

```
PING 2001::1(2001::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.02 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.991 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.968 ms
64 bytes from 2001::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.994 ms
--- 2001::1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.968/1.243/2.021/0.450 ms
```

15.19.3.2 Выполните команду show ipv6 filter на RouterA

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
1   0      0    permit  skb_prio: 0
2   0      0    permit  skb_prio: 1
3   7    624    permit  skb_prio: 2
4   0      0    permit  skb_prio: 3
5   0      0    permit  src: ::/0
```

15.19.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth2.1
vid 1 ethertype 0x8100
no ip address dhcp
ip address 2001::1/64
igres-map 1 1
igres-map 2 2
igres-map 3 3
```

```
exit
ipv6 access-list prio0 skbprio 0
ipv6 access-list prio1 skbprio 1
ipv6 access-list prio2 skbprio 2
ipv6 access-list prio3 skbprio 3
ipv6 access-list all sourceip ::/0
exit
ipv6 filter input permit access-list prio0
ipv6 filter input permit access-list prio1
ipv6 filter input permit access-list prio2
ipv6 filter input permit access-list prio3
ipv6 filter input permit access-list all
end
write <name>
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2.1
vid 1 ethertype 0x8100
no ip address dhcp
ip address 2001::2/64
egres-map 1 1
egres-map 2 2
egres-map 3 3
exit
ipv6 access-list all sourceip ::/0
ipv6 mangle-list postrouting access-list all set-skb-prio 0x0 0x2
end
write <name>
```

15.20 Настройка фильтрации по входному интерфейсу ininterface

15.20.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 109](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и фильтр по входному интерфейсу ininterface.

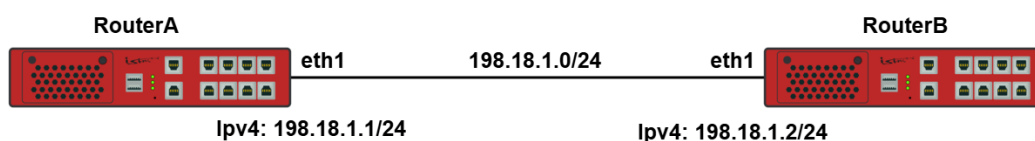


Рисунок 109 – Схема настройки ininterface

15.20.2 Этапы настройки сети

15.20.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.20.2.2 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 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
  
```

15.20.2.3 Настройте RouterB

15.20.2.3.1 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 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.20.2.3.2 Настройте список контроля доступа на интерфейс eth1 и фильтрацию трафика

```
RouterB(config)#ip access-list in_interface ininterface eth1
RouterB(config)#ip filter input position 10 deny access-list in_interface
RouterB(config)#end
```

15.20.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.20.3 Проверка настроек

15.20.3.1 Выполните команду **ping 198.18.1.2 repeat 8** на RouterA для проверки настроенной фильтрации

```
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
```

15.20.3.2 Выполните команду **show ip filter** на RouterB для проверки правил фильтрации

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
```

1	18	1512	deny	ii: eth1

15.20.3.3 Отключите фильтрацию на RouterB для проверки связности между устройствами

```
RouterB(config)#no ip filter input access-list in_interface
```

15.20.3.4 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности между двумя устройствами

```
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
```

15.20.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
```

```
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list in_interface ininterface eth1
ip filter input position 10 deny access-list in_interface
end
end
write name
```

15.21 Настройка фильтрации по выходному интерфейсу outinterface

15.21.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 110](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и настроена фильтрация по выходному интерфейсу outinterface.

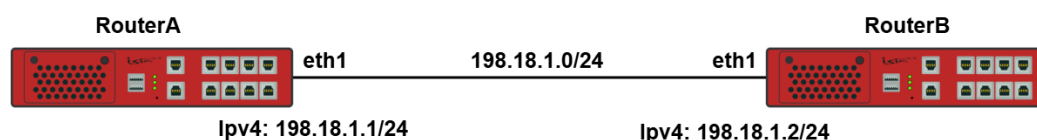


Рисунок 110 – Схема настройки outinterface

15.21.2 Этапы настройки сети

15.21.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.21.2.2 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 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

15.21.2.3 Настройте RouterB

15.21.2.3.1 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 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.21.2.3.2 Настройте список контроля доступа на интерфейсе eth1 и фильтрацию трафика

```
RouterB(config)#ip access-list out_interface outinterface eth1
RouterB(config)#ip filter output deny access-list out_interface
RouterB(config)#end
```

15.21.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.21.3 Проверка настроек

15.21.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 8` на RouterA для проверки настроенной фильтрации

```
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
```

15.21.3.2 Выполните команду `show ip filter` на RouterB для проверки правил фильтрации

```
Chain OUTPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
1   9    756   deny    io: eth1
```

15.21.3.3 Отключите фильтрацию на RouterB для проверки связности между устройствами

```
RouterB(config)#no ip filter output out_interface
```

15.21.3.4 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 8` на RouterA для проверки связности между двумя устройствами

```
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
```

15.21.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA


```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list out_interface outinterface eth1
ip filter output deny access-list out_interface
end
end
write name
```

15.22 Настройка фильтрации для отслеживания соединений conn-state

15.22.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 111](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и настроена фильтрация для отслеживания соединений conn-state.

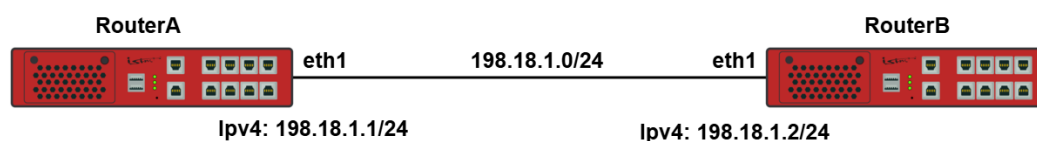


Рисунок 111 – Схема настройки conn-state

15.22.2 Этапы настройки сети

15.22.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.22.2.2 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 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
  
```

15.22.2.3 Настройте RouterB

15.22.2.3.1 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 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.22.2.3.2 Настройте список контроля доступа на интерфейсе eth1 и фильтрацию трафика

```
RouterB(config)#ip access-list conn_state conn-state established
RouterB(config)#ip filter input deny access-list conn_state
RouterB(config)#end
```

15.22.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.22.3 Проверка настроек

15.22.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 8` на RouterA для проверки настроенной фильтрации

```
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=1.03 ms

--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 1 received, 87.5% packet loss, time 14ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.025/1.025/1.025/0.000 ms
```

15.22.3.2 Выполните команду `show ip filter` на RouterB для проверки правил фильтрации

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 1 packets, 84 bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
1   11    924    deny    ct_state: established
```

15.22.3.3 Отключите фильтрацию на RouterB для проверки связности между устройствами

```
RouterB(config)#no ip filter input access-list conn_state
```

15.22.3.4 Выполните команду ping 198.18.1.2 repeat 8 на RouterA для проверки связности между двумя устройствами

```
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
```

15.22.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
ip address 198.18.1.1/24  
end  
end  
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
ip address 198.18.1.2/24  
exit  
ip access-list conn_state conn-state established
```

```
ip filter input deny access-list conn_state
end
end
write name
```

15.23 Настройка фильтра пакета length

15.23.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 112](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и фильтр длины пакета length.

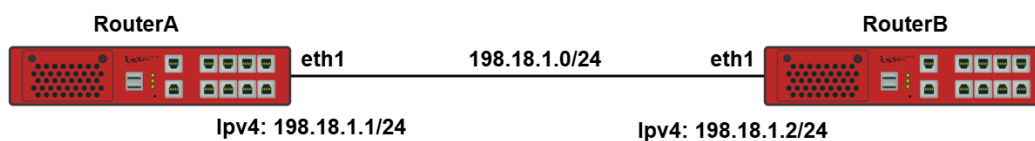


Рисунок 112 – Схема настройки length

15.23.2 Этапы настройки сети

15.23.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

ⓘ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.23.2.2 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 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.23.2.3 Настройте RouterB

15.23.2.3.1 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 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.23.2.3.2 Настройте список контроля доступа и фильтрацию трафика

```
RouterB(config)#ip access-list length_deny length 500 600
RouterB(config)#ip filter input deny access-list length_deny
RouterB(config)#end
```

15.23.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

15.23.3 Проверка настроек

15.23.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 size 500 repeat 8` на RouterA для проверки настроенной фильтрации

```
PING 198.18.1.2 (198.18.1.2) 500(528) bytes of data.
--- 198.18.1.2 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 14ms
```

15.23.3.2 Выполните команду `show ip filter` на RouterB для проверки правил фильтрации

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 2 packets, 168 bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
1   3    1584   deny    len: 500:600
```

15.23.3.3 Отключите фильтрацию на RouterB для проверки связности между устройствами

```
RouterB(config)#no ip filter input access-list length_deny
```

15.23.3.4 Выполните команду `ping 198.18.1.2 size 500 repeat 8` на RouterA для проверки связности между двумя устройствами

```
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
```

15.23.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list length_deny length 500 600
ip filter input deny access-list length_deny
end
end
write name
```

15.24 Настройка hash-limit rate-above

15.24.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 113](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB). Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и фильтр hash-limit rate-above.

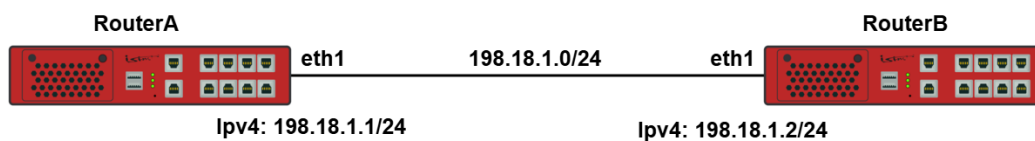


Рисунок 113 – Схема настройки hash-limit rate-above

15.24.2 Этапы настройки сети

15.24.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройствах перед настройкой

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

15.24.2.2 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 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
  
```

15.24.2.3 Настройте RouterB

15.24.2.3.1 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 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

15.24.2.3.2 Настройте список контроля доступа на интерфейсе eth1 и фильтрацию трафика

```
RouterB(config)#ip access-list hash_limit hash-limit rate-above 25000 name 25Mbit
RouterB(config)#ip filter input deny access-list hash_limit
RouterB(config)#end
```

15.24.2.4 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

Router#write <name>

15.24.3 Проверка настроек

15.24.3.1 Выполните команду `iperf server` на RouterB для запуска утилиты `iperf` в режиме сервера

```
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
```

15.24.3.2 Выполните команду `iperf client 198.18.1.2 bandwidth 50M` 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 47560 connected with 198.18.1.2 port 5001 (icwnd/mss/irrt=14/1460/1021)
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
```

```
[ 1] 0.0000-10.0675 sec 33.1 MBytes 27.6 Mbits/sec
```

Убедитесь, что пропускная способность соответствует настроенному правилу фильтрации

15.24.3.3 Выполните команду `show ip filter` на RouterB для проверки правил фильтрации

```
Chain INPUT (policy ACCEPT 4079 packets, 70M bytes)
#  Pkts  Bytes  Action  Rule config
1   214   7176K  deny    hlim: 25Mbit above 25000 mode srcip,srcport,dstip,dstport
```

15.24.3.4 Отключите фильтрацию на RouterB для проверки связности между устройствами

```
RouterB(config)#no ip filter input access-list hash_limit
```

15.24.3.5 Выполните команду `iperf client 198.18.1.2 bandwidth 50M` 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 33876 connected with 198.18.1.2 port 5001 (icwnd/mss/irtt=14/1460/1021)
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 1] 0.0000-10.0198 sec 62.7 MBytes 52.5 Mbits/sec
```

15.24.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list hash_limit hash-limit rate-above 25000 name 25Mbit
ip filter input deny access-list hash_limit
end
end
write name
```

15.25 Настройка fail2ban с ACL (защита от спуфинга)

15.25.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 114](#) в качестве основного устройства выбран сервисный маршрутизатор - RouterA.

На маршрутизаторе RouterA настроен интерфейс eth1 с IP-адресом 100.1.0.1/24.

На PC1 установлен IP-адрес 100.1.0.10/24.

На устройстве настроен fail2ban с использованием списка контроля доступа (ACL), который ограничивает максимальное количество неудачных попыток аутентификации до 1. В случае превышения этого лимита IP-адрес будет заблокирован на срок 1 час. Кроме того, установлен временной интервал в 1 минуту, в течение которого будет производиться мониторинг количества неудачных попыток. Также в список игнорируемых IP-адресов добавлен адрес 100.1.0.20, что исключает его блокировку даже при подозрительных действиях.

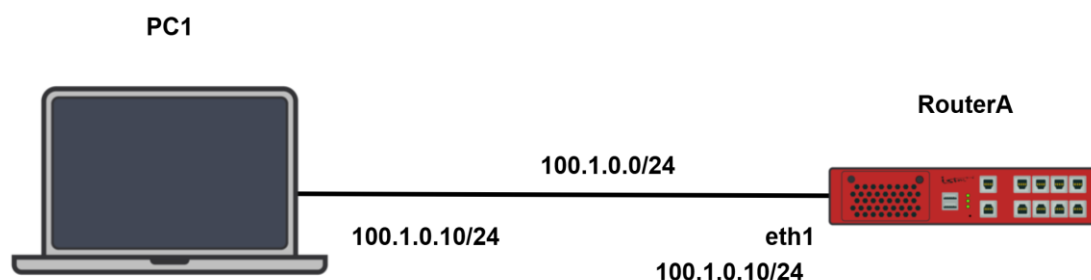


Рисунок 114 – Схема настройки fail2ban с ACL

15.25.2 Этапы настройки

15.25.2.1 Настройте на PC1 IP-адрес 100.1.0.10/24

15.25.2.2 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.25.2.3 Настройте сетевой интерфейс eth1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address dhcp
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 100.1.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

15.25.2.4 Настройте список контроля доступа ACL

```
RouterA(config)#ip access-list test_psd psd weight-threshold 30 delay-threshold 200 lo-ports-weight 3 hi-ports-weight 1
```

15.25.2.5 Настройте и активируйте fail2ban

```
RouterA(config)#fail2ban jail psd
RouterA(config-fail2ban[psd])#snort ids eth1
RouterA(config-fail2ban[psd])#maxretry 1
RouterA(config-fail2ban[psd])#bantime 1 hour
RouterA(config-fail2ban[psd])#findtime 1 min
RouterA(config-fail2ban[psd])#ignoreip 100.1.0.20
RouterA(config-fail2ban[psd])#access-list test_psd
RouterA(config-fail2ban[psd])#enable
RouterA(config-fail2ban[psd])#exit
RouterA(config)#fail2ban start
RouterA(config)#end
```

15.25.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.25.3 Проверка настроек

15.25.3.1 Выполните команду **show fail2ban psd** на RouterA для проверки настройки fail2ban

```
RouterA#show fail2ban psd
Jail name: psd
Enabled: True
Ignoreip: These IP addresses/networks are ignored:
`- 100.1.0.20
Bantime: 3600
Findtime: 60
Maxretry: 1
ACL name: test_psd
Filter: psd: weight 30 delay 200 lo 3 hi 1
```

```
Banned ip:
```

15.25.3.2 Проведите тестирование работы failblan

15.25.3.2.1 На PC1 выполните команду nmap 100.1.0.1

```
user@VM-1:~$ nmap 100.1.0.1
```

15.25.3.2.2 После выполнения команды на RouterA снова выполните команду `show fail2ban psd` и убедитесь, что хост 100.1.0.10 заблокирован на 1 час

```
RouterA#show fail2ban psd
Jail name: psd
Enabled: True
Ignoreip: These IP addresses/networks are ignored:
'- 100.1.0.20
Bantime: 3600
Findtime: 60
Maxretry: 1
ACL name: test_psd
Filter: psd: weight 30 delay 200 lo 3 hi 1
Banned ip:
100.1.0.10    2025-11-19 16:36:20 + 3600 = 2025-11-19 17:36:20
```

15.25.3.2.3 Для разблокировки хоста введите команду `fail2ban unban 100.1.0.10`

```
RouterA(config)#fail2ban unban 100.1.0.10
```

15.25.3.2.4 Затем снова выполните команду `show fail2ban psd` на RouterA и убедитесь, что хост 100.1.0.10 успешно разблокирован.

```
admin@RouterA#show fail2ban psd
admin@dut-t3m-ac-01(config)#show fail2ban psd
Jail name: psd
Enabled: True
Ignoreip: These IP addresses/networks are ignored:
'- 100.1.0.20
Bantime: 3600
Findtime: 60
Maxretry: 1
ACL name: test_psd
```

```
Filter: psd: weight 30 delay 200 lo 3 hi 1
Banned ip:
```

15.25.3.3 Отключение fail2ban осуществляется с помощью следующей команды:

```
RouterA(config)#fail2ban stop
```

15.25.3.4 Удаление fail2ban осуществляется с помощью следующей команды:

```
RouterA(config)#no fail2ban jail psd
```

15.25.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.1/24
exit
ip access-list test_psd psd weight-threshold 30 delay-threshold 200 lo-ports-weight 3 hi-ports-weight 1
fail2ban jail psd
snort ids eth1
maxretry 1
bantime 1 hour
findtime 1 min
ignoreip 100.1.0.20
access-list test_psd
enable
exit
fail2ban start
end
write name
```

15.25.5 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA:

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
```



```
no shutdown
no ip address all
ip address 100.1.0.1/24
exit
ip access-list test_psd psd weight-threshold 30 delay-threshold 200 lo-ports-weight 3 hi-ports-weight 1
fail2ban jail psd
snort ids eth1
maxretry 1
bantime 1 hour
findtime 1 min
ignoreip 100.1.0.20
access-list test_psd
enable
exit
fail2ban start
end
write name
```

15.26 Настройка списка доступа

15.26.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 115](#) в качестве основных устройств выбраны сервисные маршрутизаторы (далее RouterA и RouterB).

Выполнено физическое подключение и настройка оборудования.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24.

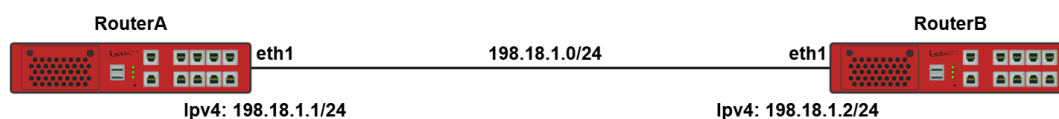


Рисунок 1105 – Схема настройки списка доступа

15.26.2 Этапы настройки сети

15.26.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

15.26.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

15.26.2.3 Настройте RouterB

15.26.2.3.1 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

15.26.2.3.2 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
```

15.26.2.3.3 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 ip_deny
```

15.26.2.3.4 Включите логирование срабатывания правил фильтрации трафика

```
RouterB(config)#log ip access-list ip_deny on
RouterB(config)#end
```

15.26.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

15.26.3 Проверка настроек

15.26.3.1 Выполните команду `ping 198.18.1.2 repeat 8` на RouterA для проверки работы фильтрации трафика 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
```

15.26.3.2 Выполните команду `show log access-list` на RouterB для проверки записей log срабатываний 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
```

15.26.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
ip access-list default sourceip 0.0.0.0/0 protocol tcp destinationports 22
ip access-list ip_deny destinationip 198.18.1.2/32 protocol ip
ip filter input position 10 permit access-list default
ip filter input position 20 deny access-list ip_deny
log ip access-list ip_deny on
end
end
write name
```

16 Мониторинг сетевого трафика

16.1 Настройка сервера Syslog

16.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 116](#) 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.

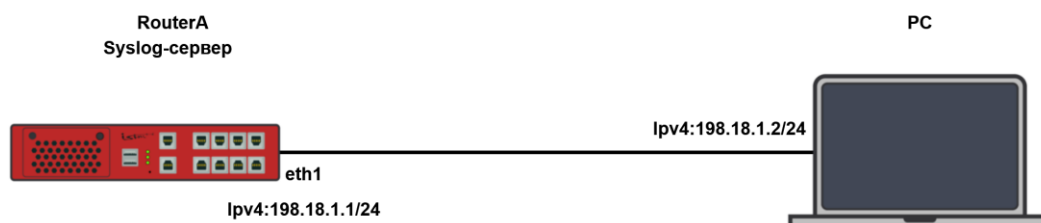


Рисунок 116 – Схема настройки сервера Syslog

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 Войдите в режим глобальной конфигурации

Конфигурационный режим - это один из режимов командной строки. В конфигурационном режиме можно изменять настройки интерфейсов, маршрутизацию, безопасность и другие параметры устройств.

❗ Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

16.1.2.2.2 Настройте IP-адрес интерфейса eth1

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

16.1.2.2.3 Настройте адрес сервера Syslog на устройстве

```
RouterA(config)#log syslog remote 198.18.1.2
RouterA(config)#end
```

16.1.2.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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
...
```

16.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
```

```
no shutdown
exit
log syslog remote 198.18.1.2
end
end
write name
```

16.2 Просмотр использования системных ресурсов

16.2.1 Описание настройки

16.2.2 Этапы настройки

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
```

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%

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
```

4. Для вывода статистики пропускной способности изделия используйте утилиту мониторинга с помощью команды **show bandwidth-monitor**

4.1 Корректный вывод команды содержит в себе таблицу динамически изменяющимися данными.

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 117](#) 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.

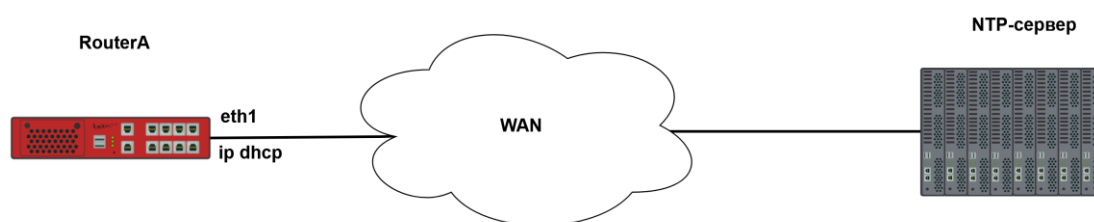


Рисунок 117 – Схема настройки NAT masquerade

16.3.2 Этапы настройки сети

16.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```


16.3.2.2 Настройте RouterA

16.3.2.2.1 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
```

16.3.2.2.2 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
```

16.3.2.2.3 Синхронизируем с сервером NTP

```
RouterA(config)#system clock synchronize 0.ru.pool.ntp.org
```

16.3.2.3 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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.

16.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no shutdown
ip address dhcp
exit
system clock timezone Europe/Moscow
name-server 1.1.1.1
name-server 8.8.4.4
ntp server 0.ru.pool.ntp.org
ntp restrict default ipv4 nomodify kod
ntp on
system clock synchronize 0.ru.pool.ntp.org
end
write name
```

16.4 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv4)

16.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 118](#) 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.

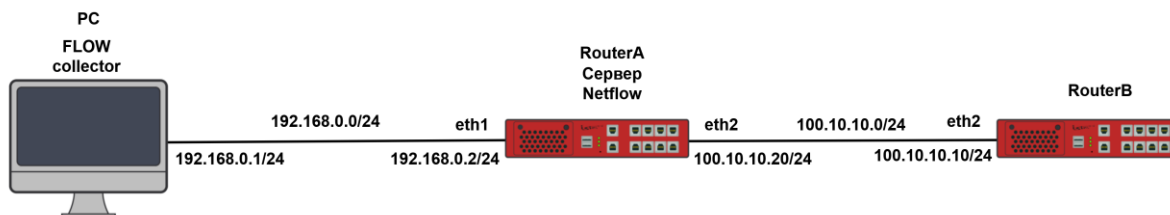


Рисунок 118 – Схема настройки утилиты мониторинга Netflow

16.4.2 Этапы настройки сети

16.4.2.1 Настройте FLOW collector на PC

16.4.2.2 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.

Напоминание

```
Router#configure terminal
```

16.4.2.3 Настройте RouterA

16.4.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

16.4.2.3.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.20/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.4.2.3.3 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
```

16.4.2.4 Настройте интерфейс на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 100.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth2])#end
```

16.4.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

Router#write <name>

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

16.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.20/24
exit
log netflow clear
log netflow dumping-time 300
log netflow maxlife 30d
log netflow maxsize 10MB
log netflow set-server 192.168.0.1 9005
log netflow ipv4 on
log netflow input on
log netflow ipv6 off
log netflow protocol 10
log netflow on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 100.10.10.10/24
end
end
write name
```

16.5 Настройка утилиты мониторинга Netflow (Ipv6)

16.5.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 119](#) 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.

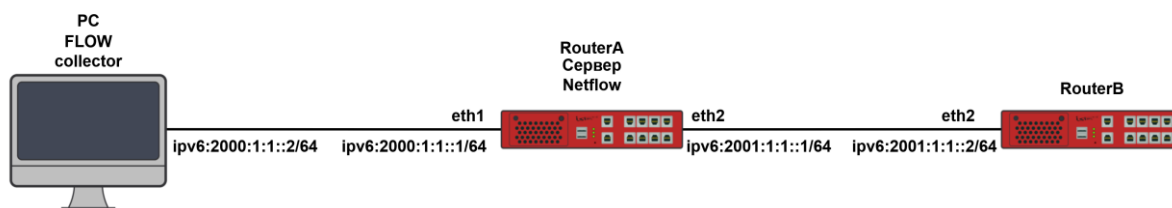


Рисунок 119 – Схема настройки утилиты мониторинга Netflow

16.5.2 Этапы настройки сети

16.5.2.1 Настройте FLOW collector на PC

16.5.2.2 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.

❗ Напоминание

Router#configure terminal

16.5.2.3 Настройте RouterA

16.5.2.3.1 Настройте интерфейсы eth1 и eth2

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ipv6 address 2000:1:1::1/64
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:1:1::1/64
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.5.2.3.2 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
```

16.5.2.4 Настройте интерфейс на RouterB

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ipv6 address 2001:1:1::2/64
RouterB(config-if-[eth2])#end
```

16.5.2.5 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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

16.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
interface eth1  
no shutdown  
no ip address all  
ipv6 address 2000:1:1::1/64  
exit
```



```
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:1:1::1/64
exit
log netflow clear
log netflow dumping-time 300
log netflow maxlife 30d
log netflow maxsize 10MB
log netflow protocol 10
log netflow set-server 2000:1:1::2 9005
log netflow ipv4 off
log netflow input on
log netflow ipv6 on
log netflow on
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ipv6 address 2001:1:1::2/64
end
end
write name
```

16.6 Настройка функции мониторинга через Console

16.6.1 Описание настройки

В качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

На устройстве настроен мониторинг CPU, мониторинг температуры, мониторинг состояния диска, мониторинг памяти, мониторинг сетевых интерфейсов.

16.6.2 Этапы настройки

16.6.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

16.6.2.2 Настройка мониторинга CPU

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#cpu
RouterA(monitoning-cpu)#interval info 10
RouterA(monitoning-cpu)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
RouterA(config)#exit
```

16.6.2.3 Настройка мониторинга температуры

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#temperature
RouterA(monitoning-temperature)#interval info 5
RouterA(monitoning-temperature)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
RouterA(config)#exit
```

16.6.2.4 Настройка мониторинга состояния диска

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#disk
RouterA(monitoning-disk)#interval poll 10
RouterA(monitoning-disk)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
RouterA(config)#exit
```

16.6.2.5 Настройка мониторинга памяти

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#memory
RouterA(monitored-memory)#interval poll 5
RouterA(monitored-memory)#exit
RouterA(config-emon)#info
RouterA(config-emon)#logging console
RouterA(config-emon)#monitoring on
RouterA(config)#exit
```

16.6.2.6 Настройка мониторинга сетевых интерфейсов

```
RouterA(config)#monitoring
RouterA(config-emon)#network
RouterA(monitored-net)#interval poll 5
RouterA(monitored-net)#interface eth1 1
RouterA(monitored-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
RouterA(config)#end
```

16.6.2.7 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 120](#) 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.

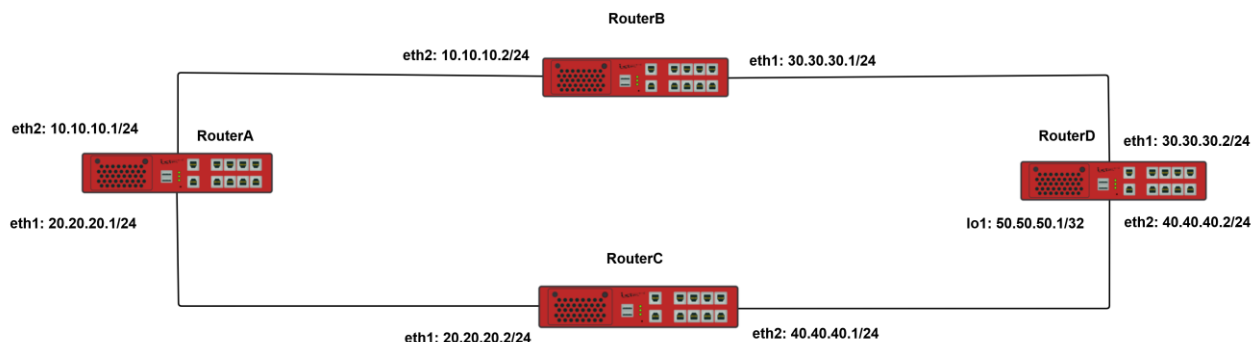


Рисунок 120 – Схема настройки IP SLA

16.7.2 Этапы настройки сети

16.7.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

16.7.2.2 Настройте RouterA

16.7.2.2.1 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])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.1/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.2.2 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
```

16.7.2.2.3 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
```

16.7.2.3 Настройте RouterB

16.7.2.3.1 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])#no ip address all
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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.2/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.2.3.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterB(config)#ip route 50.50.50.0/24 30.30.30.2
RouterB(config)#end
```

16.7.2.4 Настройте RouterC

16.7.2.4.1 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)#no ip address all
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)#no ip address all
RouterC(config-if-eth2)#ip address 40.40.40.1/24
RouterC(config-if-eth2)#exit
```

16.7.2.4.2 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterC(config)#ip route 50.50.50.0/24 40.40.40.2
RouterC(config)#end
```

16.7.2.5 Настройте RouterD

16.7.2.5.1 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)#no ip address all
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)#no ip address all
RouterD(config-if-eth2)#ip address 40.40.40.2/24
RouterD(config-if-eth2)#exit
```

16.7.2.5.2 Создайте и настройте loopback-интерфейс

```
RouterD(config)#interface lo1
RouterD(config-if-lo1)#no shutdown
RouterD(config-if-lo1)#no ip address all
RouterD(config-if-lo1)#ip address 50.50.50.1/32
RouterD(config-if-lo1)#exit
```

16.7.2.5.3 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
```

16.7.2.6 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 track** на RouterA 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` на RouterA, 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 действия 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 eth2RouterB(config-if-[eth2])#shutdownRouterB(config-if-[eth2])#exit
```

16.7.3.6.2 Выполните команды `show ip route track-table` и `show track` на RouterA, 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 действия для восстановления соединения между RouterA и RouterB

16.7.3.7.1 Включите интерфейс eth2 на RouterB

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

16.7.3.7.2 Выполните команды show ip route track-table и show track на RouterA, 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 на RouterA, 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
```

16.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 20.20.20.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.1/24
exit
track icmp ICMP host 10.10.10.2 period 3
track icmp ICMP on
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.2 50 track ICMP
ip route 0.0.0.0/0 20.20.20.2 100
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
```

```
no ip address all
ip address 30.30.30.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.2/24
exit
ip route 50.50.50.0/24 30.30.30.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterC

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 20.20.20.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 40.40.40.1/24
exit
ip route 50.50.50.0/24 40.40.40.2
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterD

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 30.30.30.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 40.40.40.2/24
exit
interface lo1
```

```
no shutdown
no ip address all
ip address 50.50.50.1/32
exit
ip route 10.10.10.0/24 30.30.30.1
ip route 20.20.20.0/24 40.40.40.1
end
end
write name
```

16.8 Настройка PoE

16.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 121](#) в качестве основного устройства используется сервисный маршрутизатор - RouterA.

К RouterA подключена Camera через switchport1 работающий в режиме PoE.

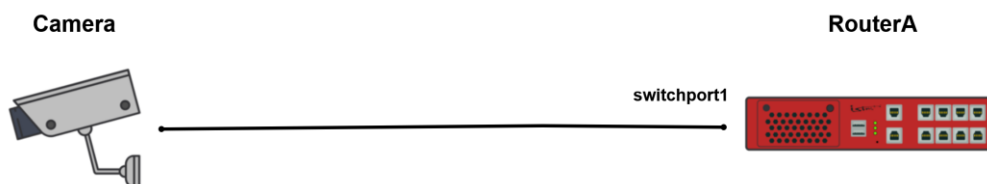


Рисунок 121 – Схема настройки PoE

16.8.2 Этапы настройки

16.8.2.1 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.

 Напоминание

```
Router#configure terminal
```

16.8.2.2 Настройте RouterA

16.8.2.2.1 Включите на RouterA режим PoE

```
RouterA(config)#poe on
```

16.8.2.2.2 Включите интерфейс switchport1

```
RouterA(config)#interface switchport1  
RouterA(config-switchport1)#no shutdown
```

16.8.2.2.3 Настройте на интерфейсе PoE+(AT)

```
RouterA(config-switchport1)#poe operation-mode PoE+  
RouterA(config-switchport1)#exit
```

 Примечание

PoE+ можно настроить на всех интерфейсах, но одновременно только на двух.
Команда `poe operation-mode PoE` отключает PoE+

16.8.2.2.4 Настройте температуру срабатывания предупреждения

```
RouterA(config)#poe temperature-alarm 50
```

16.8.2.2.5 Включите метод ограничения мощности

```
RouterA(config)#poe AT power-limit-mode PPL
```

 Примечание

Для команды предусмотрено два варианта ограничения питания на интерфейсе:

- PPL - на основе мощности определенной пользователем;
- class-based - на основе класса мощности.

16.8.2.2.6 Настройте ограничение мощности на интерфейсе

```
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-switchport1)#poe power-limit AT ppl 8000
RouterA(config-switchport1)#exit
```

16.8.2.2.7 Выберите метод отключения питания PoE

```
RouterA(config)#poe power-mode dynamic
```

 Примечание

Для команды предусмотрено два метода отключения питания:

- dynamic - динамический (по потреблению);
- static - статический (TPPL).

16.8.2.2.8 Включите приоритизацию питания интерфейсов

```
RouterA(config)#poe AT disconnection-method higher-priority
```

 Примечание

Команда poe AT disconnection-method ignore-priority отключает приоритизацию интерфейсов.

16.8.2.2.9 Настройте приоритет отключения на интерфейсе

```
RouterA(config)#interface switchport1  
RouterA(config-switchport1)#poe priority HIGH
```

Примечание

Для команды предусмотрено три варианта приоритета:

CRITICAL - высший приоритет;

HIGH - высокий приоритет;

LOW - низкий приоритет.

16.8.2.2.10 Принудительно включите питание на интерфейсе

```
RouterA(config-switchport1)#poe force power on
```

16.8.2.3 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

16.8.3 Проверка настроек

Выполните команду **show poe** на RouterA для просмотра настроек PoE

```
Power over Ethernet IEEE Std 802.3AT
```

```
Status: PoE enabled
```

```
Power Limit = 160W, Max shutdown Voltage = 58.0V, Min shutdown Voltage = 46.0V
```

```
Power Supply Voltage: 48.7 V
```

```
Total Power Consumption: 0 W
```

```
Calculated Power: 0 W
```

```
Temperature Info:
```

```
Current Temperature : 37°C
```

```
Overheated: no
```

```
Temperature Alarm (user defined: 50°C): no
Power Management:
  Calculation Power Mode: Full Dynamic (Consumption)
  Power Limit Mode: User defined per port
  Disconnection Method: priority
PoE enabled Ports: switchport1
Ports delivering power:
```

Выполните команду **show poe interfaces switchport 1** на RouterA для просмотра состояния порта

```
Power over Ethernet Interfaces: enabled
Interface switchport1: UP
Port type: IEEE802.3AT (PoE+)
Port Power Consumption: 0.08 W
Pre-defined Power Limit: 8000 mW
Temporary Power Limit: 16.4 W
Class: 0
Priority: HIGH
Force Power: on
Status:
Port is on: Valid resistor detected
```

16.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
poe on
interface switchport1
no shutdown
poe operation-mode PoE+
exit
poe temperature-alarm 50
poe AT power-limit-mode PPL
interface switchport1
poe power-limit AT ppl 8000
exit
poe power-mode dynamic
poe AT disconnection-method higher-priority
interface switchport1
poe priority HIGH
poe force power on
end
write name
```

16.9 Использование модификаторов GREP

16.9.1 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.

16.9.2 Примеры вывода команд с использованием модификаторов **grep**

16.9.2.1 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
```

16.9.2.2 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
```

16.9.2.3 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
```

16.9.2.4 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
```

16.9.2.5 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	

16.9.2.6 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	

16.9.2.7 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 `dhcpcdiscover` в полученных результатах, так же игнорируя регистр.

```
Avg 8 11:16:22 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
Avg 8 12:16:21 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 16
Avg 8 16:21:08 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 13
Avg 8 16:21:21 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 18
Avg 8 16:21:39 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 20
Avg 8 16:21:59 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 20
Avg 8 16:22:19 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 18
Avg 8 16:22:37 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 9
Avg 8 16:22:46 RouterC dhclient: DHCPDISCOVER on eth1 to 255.255.255.255 port 67 interval 17
```

16.9.2.8 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
```

16.9.2.9 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
```

16.10 Настройка точки отката действий

16.10.1 Описание настройки

Настройка позволяет установить точки отката конфигурации и действия при ее загрузке. Далее приведено описание создания, изменения, удаления, а также загрузки и выгрузки.

Создание, удаление, а также загрузку и выгрузку точек отката может производить пользователь с уровнем привилегий 14 и более.

16.10.2 Этапы настройки

16.10.2.1 Установка точки отката конфигурации

Выполните команду `system rollback <profile "config_name"> <action "action_name"> <force> <time "timer" | idle "timer"> <comment "user_comment">` для создания точки отката и действия при ее загрузке.

```
admin@RouterA# system rollback profile name action reload force time 5 comment 1111
```

где: – `<profile "config_name">` – выбор профиля конфигурации, загружаемого при откате, где "config_name" – наименование профиля конфигурации. По умолчанию в профиль отката загружаются текущие настройки сделанные с момента загрузки СМ;

– `<action "action_name">` – выбор действия, которое будет производиться при откате: полная перезагрузка устройства с откатываемым профилем конфигурации (action reboot) или загрузка откатываемого профиля конфигурации без перезагрузки устройства (action reload). По умолчанию выбирается загрузка откатываемого профиля конфигурации без перезагрузки устройства;

– `<force>` – выполнение команды без диалога подтверждения;

- `<time "timer">` – выбор таймера для автоматического отката, где "timer" – время до автоматического отката в минутах. Доступные значения от 1 до 20. По умолчанию выбирается параметр `time` с 5-минутным таймаутом до отката конфигурации;
- `<idle "timer">` – выбор таймера неактивности пользователя для автоматического отката, где "timer" – время до автоматического отката в минутах. Доступные значения от 1 до 20;
- `<comment "user_comment">` – установка комментария для записываемого профиля отката, где "user_comment" – небольшое словесное описание профиля оставляемое пользователем по желанию.

Примечание

Имя профиля конфигурации `null`, которое может быть использовано в команде `load null`, является зарезервированным системным именем, профайла с таким именем не существует, поэтому использовать это имя в данной команде невозможно.

При создании точки отката выбранная конфигурация профиля сохраняется в специальный профиль отката. Имя точки отката формируется на основе текущих даты и времени, установленных в системе, включая день недели в формате ДеньНедели_ДД_ММ_ГГГГ_ЧЧ:ММ:СС. Например: `Tue_14_Apr_2015_12:21:19`.

По истечении таймаута, заданного параметрами `time` или `idle`, система загружает: профиль конфигурации, указанный параметром `profile` или профиль конфигурации, активный на момент создания точки отката (если параметр `profile` не задан).

Примечание

При откате восстанавливаются только те настройки, которые могут быть сохранены в конфигурационном профиле. Такие настройки, как сгенерированные ключи SSH/vpn, настройки пользователей и групп, установленное время, имя устройства, настройки VLOG, настройки команд `terminal` и аналогичные, не восстанавливаются при откате.

16.10.2.2 Отмена точки отката

Выполните команду **system commit <force>** для отмены процедуры отката, активированной командой **system rollback**

```
admin@RouterA# system commit force
```

где <force> – выполнение команды без диалога подтверждения.

16.10.2.3 Немедленное выполнение отката системы

Выполните команду **system revert <force> <rollback-profile "config_name">** для немедленного отката системы в последнюю точку отката, установленную командой **system rollback**

```
admin@RouterA# system revert force rollback-profile Tue_14_Apr_2015_12:21:19
```

где: – <force> – выполнение команды без диалога подтверждения;

– <rollback-profile "config_name"> – выбор профиля отката, где "config_name" – наименование профиля.

Примечание

Если параметр <rollback-profile> не указан, и при этом была создана точка отката командой **system rollback**, то система автоматически выполнит откат к этой точке.

16.10.2.4 Удаление конкретной точки отката

Выполните команду **system clear-rollback rollback <"config_name">** для удаления определенной точки отката.

```
admin@RouterA# system clear-rollback rollback Tue_14_Apr_2015_12:21:19
```

где <"config_name"> – выбор профиля отката, где "config_name" – наименование профиля.

16.10.2.5 Удаление всех точек отката

Выполните команду **system clear-rollback all** для удаления всех сохраненных точек отката.

```
admin@RouterA# system clear-rollback all
```

16.10.2.6 Установка максимального значения количества точек отката

Выполните команду **system rollback-files-number <number_of_files>** для установки максимального количества точек отката в истории откатов.

```
admin@RouterA# system rollback-files-number 20
```

где: <number_of_files> – количество максимальных точек отката, доступные значения от 1 до 20.

16.10.2.7 Просмотр статуса активированной процедуры отката

Выполните команду **show system rollback** для просмотра статуса активированной процедуры отката.

```
admin@RouterA# show system rollback
Rollback is active
Current rollback profile is: Tue_14_Apr_2015_12:21:19
Rollback action: reload
Current timer mode: time
Time remaining: 5 minutes
admin@RouterA#
```

16.10.2.8 Просмотр максимального количества точек отката

Выполните команду **show system rollback-files-number** для просмотра максимального количества точек отката.

```
admin@RouterA# show system rollback-files-number 10
admin@RouterA#
```

16.10.2.9 Просмотр профиля точки отката

Выполните команду **show profile rollback <"rollback_name">** для просмотра определенной точки отката.

```
admin@RouterA# show profile rollback Tue_14_Apr_2015_12:21:19
```

Profile Name	Loaded by	Created by	Loaded at

Tue_14_Apr_2015_12:21:19		admin	

```
admin@RouterA#
```

где <"rollback_name"> – выбор профиля отката, где "config_name" – наименование профиля.

17 Управление маршрутизатором

17.1 Настройка LTE-модема

17.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 122](#) в качестве основного устройства используются сервисный маршрутизатор RouterA.

На RouterA настроен интерфейс lte1 и интерфейс eth1 - IP address 198.168.0.2/24.

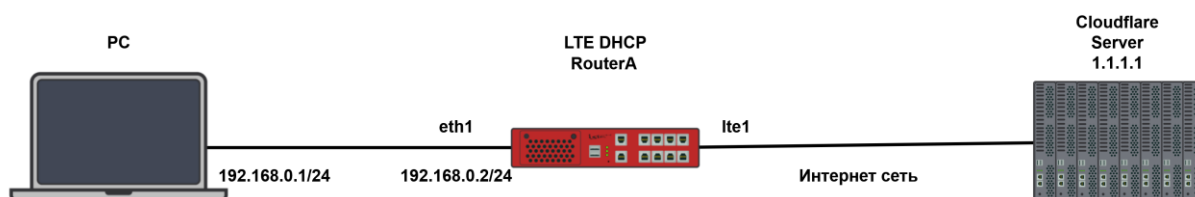


Рисунок 122 – Схема настройки

17.1.2 Этапы настройки сети

17.1.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.1.2.2 Настройте RouterA

17.1.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.1.2.2.2 Настройте интерфейс lte1

```
RouterA(config)#interface lte1  
RouterA(config-if-[lte1])#ip address dhcp  
RouterA(config-if-[lte1])#exit
```

17.1.2.2.3 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
```

17.1.2.2.4 Настройте NAT на RouterA

```
RouterA(config)#ip access-list NAT outinterface lte1  
RouterA(config)#ip nat access-list NAT source masquerade
```

17.1.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 123](#) 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.

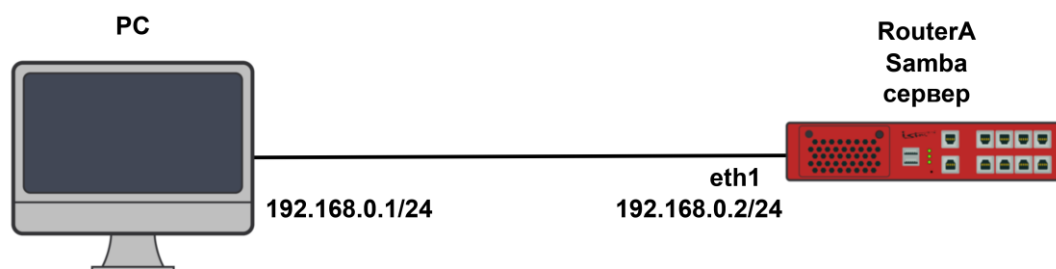


Рисунок 123 – Схема настройки работы сервера Samba

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 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

Напоминание

```
RouterA#configure terminal
```

17.2.2.2.2 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.2.2.2.3 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.2.2.2.4 Добавьте пользователя в систему

```
RouterA(config)#username add testuser group service
Enter password:
Repeat password:
```

17.2.2.2.5 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/
```

17.2.2.2.6 Подтвердите выбор накопителя

```
Are you sure? (y/n) yes
```

17.2.2.2.7 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
```

17.2.2.2.8 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

ⓘ Напоминание

Router#write <name>

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: \>

17.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
username add testuser group service
samba server
mkdir /media/usb0 testshare
chmod /media/usb0 testshare/
yes
interfaces eth1
user add testuser
share add testshare /media/usb0
writable on
disk /media/usb0
path testshare/
users testuser
enable
exit
on
end
end
write name
```

17.3 Настройка TFTP-сервера

17.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 124](#) в качестве основных устройств используются два сервисных маршрутизатора - RouterA и RouterB.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24.

На RouterB настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.2/24 и включен протокол tftp.



Рисунок 124 – Схема настройки TFTP

17.3.2 Этапы настройки сети

17.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.3.2.2 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#end
```

17.3.2.3 Настройте RouterB

17.3.2.3.1 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)#no ip address all
RouterB(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.2/24
RouterB(config-if-eth1)#exit
```

17.3.2.3.2 Включите TFTP

```
RouterB(config)#tftp on
RouterB(config)#end
```

17.3.2.4 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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!
```

17.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
end
end
```

```
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.2/24
exit
tftp on
end
end
write name
```

17.4 Настройка авторизации по протоколу RADIUS

17.4.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 125](#) в качестве основных устройств используется сервисный маршрутизатор и PC

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24 и настроен RADIUS-сервер.

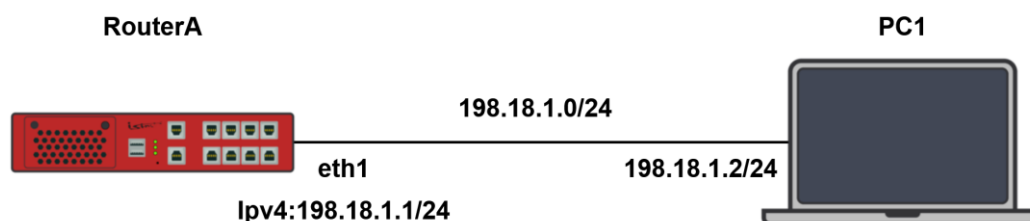


Рисунок 125 – Схема настройки IP SLA

17.4.2 Этапы настройки сети

17.4.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.4.2.2 Настройте RouterA

17.4.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

17.4.2.2.2 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
```

17.4.2.3 Сохраните настройки

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

ⓘ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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 использованием учётных данных RADIUS-сервера (login: admin; password: istok-radius)

```
admin@RouterA#
```

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-radius"
(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
```

17.4.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
exit
radius server 198.18.1.2 password istok-radius authentication-port 1812 accounting-port 1813 timeout 3
system ssh authentication-method radius
end
end
write name
```

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.

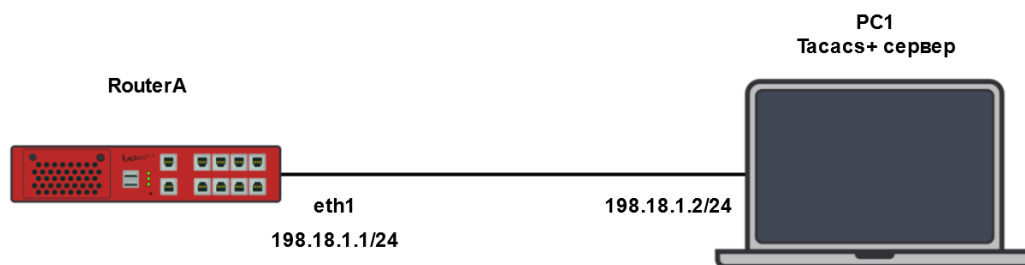


Рисунок 126 – Логическая схема протокола TACACS

17.5.2 Этапы настройки

17.5.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.5.2.2 Настройте RouterA

17.5.2.2.1 Настройте интерфейс eth1

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

17.5.2.2.2 Настройте tacacs сервер

```
RouterA(config)#tacacs server 198.18.1.2 secret vvzHlclwxT4bRNeetJYTtAA= priority 1
```

17.5.2.2.3 Включите функцию TACACS accounting

```
RouterA(config)#tacacs accounting on
```

17.5.2.2.4 Настройте автоматизацию по ssh

```
RouterA(config)#system ssh authentication-method tacacs  
RouterA(config)#end
```

17.5.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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: vvzHlclwxT4bRNeetJYTtAA= priority: 1  
accounting: on
```

17.5.3.2 Выполните команду **show aaa** на RouterA для вывода на экран текущих настроек аутентификации, авторизации, учета (AAA)

```
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 использованием учётных данных TACACS+ сервера

```
admin@dut-t3-01#
```

17.5.3.4 Выполните команду show privilege на RouterA для вывода на экран уровня привилегий текущего пользователя

```
Your privilege level is: 15
```

17.5.3.5 Выполните команду show users на RouterA для вывода на экран списка пользователей и информации о них

```
User | Group | Type | Privilege
-----
admin | admin | tacacs | 15
```

17.5.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
exit
tacacs server 198.18.1.2 secret vvzHlclwxT4bRNeetJYTtAA= priority 1
tacacs accounting on
system ssh authentication-method tacacs
end
end
write name
```

17.6 Настройка протокола ESRP

17.6.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 127](#) 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.

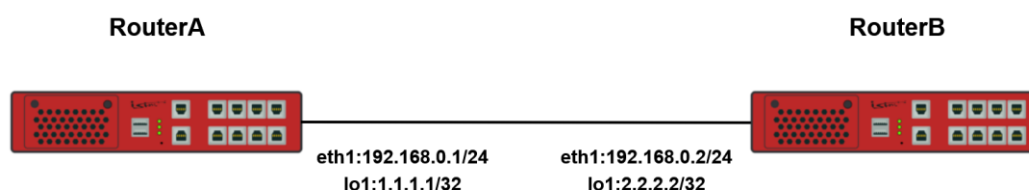


Рисунок 127 – Схема настройки работы debug на примере протокола OSPFv2

17.6.2 Этапы настройки

17.6.2.1 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.

ⓘ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.6.2.2 Настройте RouterA

17.6.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.6.2.2.2 Настройте интерфейс eth1

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

17.6.2.2.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterA(config)#interface lo1
RouterA(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterA(config-if-[lo1])#ip address 1.1.1.1/32
RouterA(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterA(config-if-[lo1])#exit
```

17.6.2.2.4 Настройте режим отладки с протоколом OSPF

```
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
```

17.6.2.3 Настройте RouterB

17.6.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.6.2.3.2 Настройте интерфейс eth1

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

17.6.2.3.3 Настройте интерфейс lo1

```
RouterB(config)#interface lo1
RouterB(config-if-[lo1])#no ip address all
RouterB(config-if-[lo1])#ip address 2.2.2.2/32
RouterB(config-if-[lo1])#no shutdown
RouterB(config-if-[lo1])#exit
```

17.6.2.3.4 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
```

17.6.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

17.6.3 Проверка настроек

17.6.3.1 Выполните команду no debug ospf на RouterA для выключения debug

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

17.6.3.2 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
```

17.6.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 192.168.0.1/24
no shutdown
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 1.1.1.1/32
no shutdown
exit
debug ospf route install
logging level ospf 7
vlog user admin
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
network 192.168.0.0/24 area 0
network 1.1.1.1/24 area 0
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
```



```
ip address 192.168.0.2/24
no shutdown
exit
interface lo1
no ip address all
ip address 2.2.2.2/32
no shutdown
exit
router ospf 1
router-id 2.2.2.2
network 192.168.0.0/24 area 0
network 2.2.2.2/24 area 0
end
end
write name
```

17.7 Настройка удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP

17.7.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 128](#) 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.

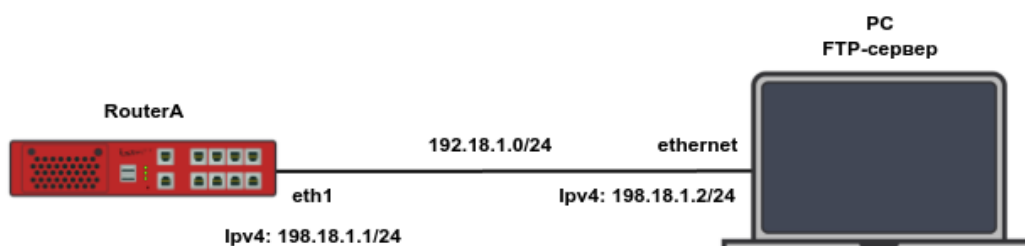


Рисунок 128 – Схема настройки удаленного сохранения конфигурации по протоколу FTP

17.7.2 Этапы настройки

17.7.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.7.2.2 Настройте на PC ip адрес 198.18.1.2/24, а так же FTP сервер

17.7.2.3 Настройте RouterA

17.7.2.3.1 Настройте интерфейс eth1

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

17.7.2.3.2 Сохраните настройки

Используйте команду **write name** для сохранения текущей конфигурации в файл

```
RouterA#write name
```

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

17.7.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
no shutdown
end
end
write name
```

17.8 Настройка управления по протоколу SNMP

17.8.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 129](#) 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.

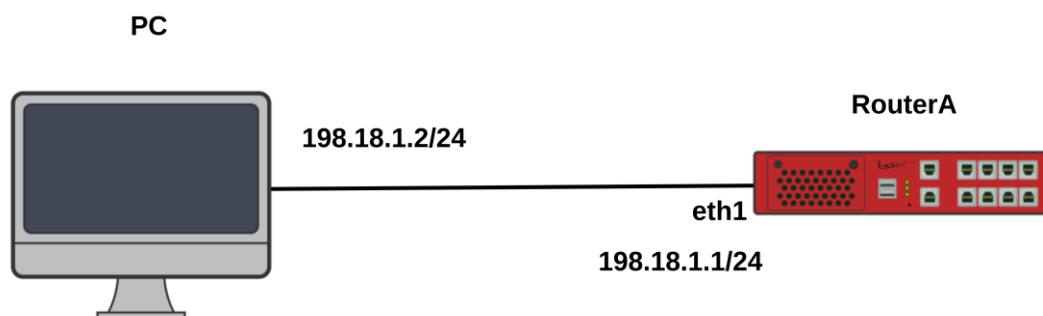


Рисунок 129 – Схема настройки протокола SNMP

17.8.2 Этапы настройки сети

17.8.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.8.2.2 Настройте RouterA

17.8.2.2.1 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)#no ip address all
RouterA(config-if-eth1)#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

17.8.2.2 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
RouterA(config)#end
```

17.8.2.3 Сохраните настройки

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

Напоминание

```
Router#write <name>
```

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
```

17.8.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
interface eth1
no ip address dhcp
```

```
no shutdown
no ip address all
ip address 198.18.1.1/24
exit
snmp community ro public ip-address 198.18.1.2/32
snmp community rw private ip-address 198.18.1.2/32
snmp user rw admin password istok_secret
snmp on
end
end
write name
```

17.9 Настройка управления по протоколу SSH IPv4

17.9.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 130](#) в качестве основного устройства используется один сервисный маршрутизатор - RouterA.

На RouterA настроен интерфейс eth1 - IP address 198.18.1.1/24 и настроен протокол SSH.

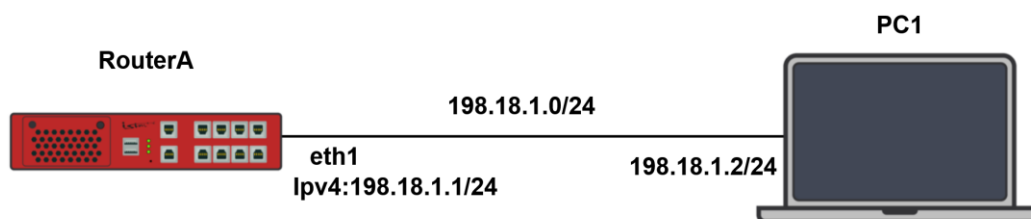


Рисунок 130 – Схема настройки протокола SSH IPv4

17.9.2 Этапы настройки сети

17.9.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.9.2.2 Настройте на PC1 ip адрес 198.18.1.2/24

17.9.2.3 Настройте RouterA

17.9.2.3.1 Включите службу SSH

```
RouterA(config)#system ssh on
```

17.9.2.3.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 198.18.1.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#end
```

17.9.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

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/BWLmyFK1cBZLAJGvwrZNQVCMFP65HZdLJEttU.  
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:
```

17.9.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal  
system ssh on  
interface eth1  
no ip address dhcp  
no shutdown  
no ip address all  
ip address 198.18.1.1/24  
end  
end  
write name
```

17.10 Настройка управления по протоколу Telnet

17.10.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 131](#) 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 131 – Схема настройки протокола Telnet

17.10.2 Этапы настройки сети

17.10.2.1 Войдите в режим глобальной конфигурации на устройстве 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

17.10.2.2 Настройте RouterA

17.10.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.10.2.2.2 Назначьте экземпляру VPN Routing Forwarding (VRF)

```
RouterA(config)#ip vrf VRF1  
RouterA(config)#exit
```

17.10.2.2.3 Настройте интерфейс eth1 и свяжите интерфейс с указанным VRF

```
RouterA(config)#interface eth1  
RouterA(config-if-[eth1])#shutdown  
RouterA(config-if-[eth1])#ip vrf forwarding VRF1  
RouterA(config-if-[eth1])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24  
RouterA(config-if-[eth1])#no shutdown  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

17.10.2.2.4 Настройте telnet на VRF1

```
RouterA(config)#system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2  
RouterA(config)#system telnet vrf VRF1 port 100  
RouterA(config)#end
```

17.10.2.3 Настройте RouterB

17.10.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

17.10.2.3.2 Назначьте экземпляр VPN Routing Forwarding (VRF)

```
RouterB(config)#ip vrf VRF1  
RouterB(config-vrf)#exit
```

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

17.10.2.3.4 Настройте telnet на VRF1

```
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
RouterB(config)#system telnet vrf VRF1 port 100
```

17.10.2.3.5 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
RouterB(config)#end
```

17.10.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

17.10.3 Проверка настроек

17.10.3.1 Выполните команду `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 telnet

```
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.
```

17.10.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
ip vrf VRF1
exit
interface eth1
shutdown
```

```
ip vrf forwarding VRF1
no ip address all
ip address 192.168.0.1/24
no shutdown
exit
system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
system telnet vrf VRF1 port 100
end
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
ip vrf VRF1
exit
interface eth1
no ip address dhcp
ip vrf forwarding VRF1
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
no shutdown
exit
system telnet vrf VRF1 listen-address 192.168.0.2
system telnet vrf VRF1 port 100
system telnet vrf VRF1 whitelist 10.10.10.0/24
system telnet restart
end
end
write name
```

18 Резервирование

18.1 Резервирование с использованием IP SLA

18.1.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 132](#) в качестве основного устройства используются сервисный маршрутизатор - RouterA.

В сети реализована статическая маршрутизация между устройствами. Установлено соседство между маршрутизатором RouterA и ISP1 и ISP2. На каждом из устройств сконфигурированы интерфейсы с назначением соответствующих IP-адресов.

На маршрутизаторе RouterA настроен механизм IP SLA для мониторинга и управления производительностью сетевых соединений.

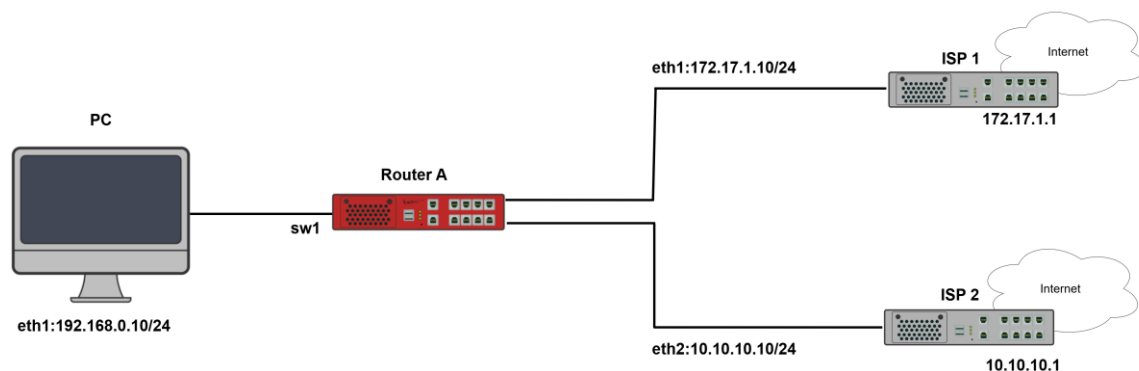


Рисунок 132 – Схема настройки IP SLA

18.1.2 Этапы настройки сети

18.1.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

18.1.2.2 Настройте RouterA

18.1.2.2.1 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 172.17.1.10/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.10/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

18.1.2.2.2 Настройте интерфейсы vlan10 и switchport1

```
RouterA(config)#interface vlan 10
RouterA(config-if-[vlan10])#vid 10
RouterA(config-if-[vlan10])#no shutdown
RouterA(config-if-[vlan10])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[vlan10])#exit
RouterA(config)#interface switchport1
RouterA(config-if-[switchport1])#no shutdown
RouterA(config-if-[switchport1])#switchport access vlan 10
RouterA(config-if-[switchport1])#exit
```

18.1.2.2.3 Настройте трекер для отслеживания состояния хоста при помощи ICMP сообщений

```
RouterA(config)#track icmp ICMP host 172.17.1.1 period 3
RouterA(config)#track icmp ICMP on
```

18.1.2.2.4 Настройте статическую маршрутизацию

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 172.17.1.1 50 track ICMP
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.1 100
RouterA(config)#end
```

18.1.2.3 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

18.1.3 Проверка настроек

18.1.3.1 Выполните команду `show ip route track-table` на RouterA для просмотра вывода на экран маршрутов, их состояний и подключенных к ним трекеров

```
ip route 0.0.0.0/0 172.17.1.1 track ICMP state is up
```

18.1.3.2 Выполните команду `show track` на RouterA для просмотра настроенного трекера

```
ICMP-tracker ICMP:
  testing reachability of 172.17.1.1
  period 3 seconds
  state: ON
History of tracking:
  29-09-2025 12:01:43 - host is up
  29-09-2025 12:01:46 - host is up
  29-09-2025 12:01:49 - host is up
  29-09-2025 12:01:52 - host is up
  29-09-2025 12:01:55 - host is up
```

18.1.3.3 Выполните команду `show ip route static` на RouterA для просмотра настроенного маршрута

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 172.17.1.1 to network 0.0.0.0
S*  0.0.0.0/0 [50/0] via 172.17.1.1, eth1
```

18.1.3.4 Выполните команду `ping 1.1.1.1` на PC, чтобы убедиться, что трафик проходит через ISP1

```
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=0.979 ms
```



```
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.975 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.962 ms
```

18.1.3.5 Выполните команду tcpdump eth1 на ISP1 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
12:17:03.187632 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 5008, length 64
12:17:03.187697 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 5008, length 64
12:17:04.188974 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 5009, length 64
12:17:04.189044 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 5009, length 64
12:17:05.190299 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 5010, length 64
12:17:05.190331 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 5010, length 64
```

18.1.3.6 Выполните следующие действия для проверки прохождения трафика по другому настроенному маршруту

18.1.3.6.1 Отключите интерфейс eth1 на ISP1, чтобы разорвать соединение RouterA и ISP1

```
RouterA(config)#interface eth1
RouterA(config-if-eth1)#shutdown
RouterA(config-if-eth1)#exit
```

18.1.3.6.2 Выполните команды show ip route track-table и show track на RouterA, чтобы убедиться, что трек отключен

show ip route track-table

```
ip route 0.0.0.0/0 172.17.1.1 track ICMP state is down
```

show track

```
ICMP-tracker ICMP:
  testing reachability of 172.17.1.1
  period 3 seconds
  state: ON
History of tracking:
  29-09-2025 12:29:13 - host is down
  29-09-2025 12:29:17 - host is down
  29-09-2025 12:29:20 - host is down
```

```
29-09-2025 12:29:23 - host is down
29-09-2025 12:29:26 - host is down
```

18.1.3.6.3 Выполните команду `show ip route static` на RouterA для просмотра маршрута к ISP2

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 10.10.10.1 to network 0.0.0.0
S* 0.0.0.0/0 [100/0] via 10.10.10.1, eth2
```

18.1.3.6.4 Выполните команду `ping 1.1.1.1` на RouterA, чтобы убедиться, что трафик проходит через ISP2

```
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=0.963 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.933 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.961 ms
```

18.1.3.6.5 Выполните команду `tcpdump eth1` на ISP2 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
12:47:31.000530 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 6543, length 64
12:47:31.000588 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 6543, length 64
12:47:32.001819 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 6544, length 64
12:47:32.001873 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 6544, length 64
12:47:33.003077 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 6545, length 64
12:47:33.003108 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 6545, length 64
```

18.1.3.7 Выполните следующие действия для восстановления соединения между RouterA и ISP1

18.1.3.7.1 Включите интерфейс eth1 на ISP1

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

18.1.3.7.2 Выполните команды `show ip route track-table` и `show track` на RouterA, чтобы убедиться, что трек включен

show ip route track-table

```
ip route 0.0.0.0/0 172.17.1.1 track ICMP state is up
```

show track

```
ICMP-tracker ICMP:
  testing reachability of 172.17.1.1
  period 3 seconds
  state: ON
History of tracking:
  29-09-2025 12:38:51 - host is up
  29-09-2025 12:38:54 - host is up
  29-09-2025 12:38:57 - host is up
  29-09-2025 12:39:00 - host is up
  29-09-2025 12:39:03 - host is up
```

18.1.3.7.3 Выполните команду `show ip route static`, чтобы убедиться, что восстановился маршрут к ISP1

```
IP Route Table for VRF "default"
Gateway of last resort is 172.17.1.1 to network 0.0.0.0
S*   0.0.0.0/0 [50/0] via 172.17.1.1, eth1
```

18.1.3.7.4 Выполните команду `ping 1.1.1.1` на PC, чтобы убедиться, что трафик проходит через ISP1

```
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=0.976 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.948 ms
64 bytes from 1.1.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.943 ms
```

18.1.3.7.5 Выполните команду `tcpdump eth1` на ISP1 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
12:51:36.070057 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 7078, length 64
```

```
12:51:36.070123 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 7078, length 64
12:51:37.071393 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 282, seq 7079, length 64
12:51:37.071431 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 282, seq 7079, length 64
```

18.1.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan 1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 172.17.1.10/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.10/24
exit
interface vlan 10
vid 10
no shutdown
ip address 192.168.0.1/24
exit
interface switchport1
no shutdown
switchport access vlan 10
exit
track icmp ICMP host 172.17.1.1 period 3
track icmp ICMP on
ip route 0.0.0.0/0 172.17.1.1 50 track ICMP
ip route 0.0.0.0/0 10.10.10.1 100
end
write name
```

18.2 Резервирование с использованием VRRP BGP

18.2.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 133](#) в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 взаимодействует с ISP1 и ISP2 через маршрутизаторы RouterA и RouterB, на которых настроена маршрутизация с использованием протокола VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) для обеспечения виртуального IP-адреса.

Виртуальный IP-адрес используется в качестве шлюза по умолчанию. В зависимости от состояния маршрутизаторов (master/backup) виртуальный IP будет находиться на одном из двух маршрутизаторов.

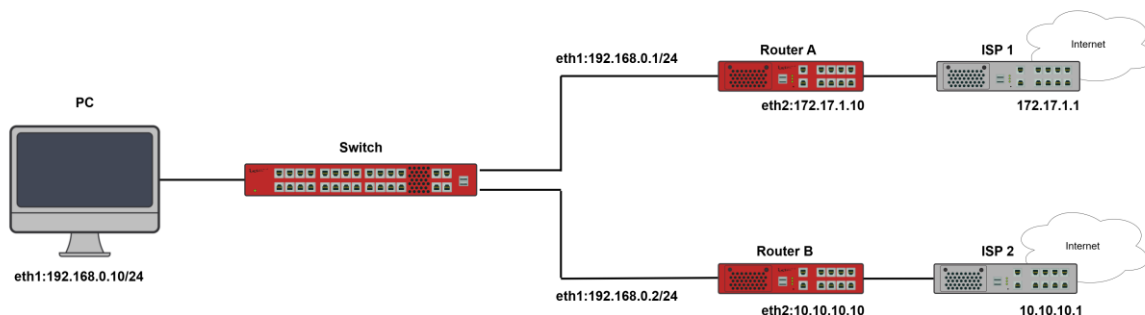


Рисунок 111 – Схема настройки протокола отказоустойчивости VRRPv2

18.2.2 Этапы настройки сети

18.2.2.1 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.

① Напоминание

```
Router#configure terminal
```

18.2.2.2 Настройте RouterA

18.2.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

18.2.2.2.2 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])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24  
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

18.2.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2  
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown  
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all  
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 172.17.1.10/24  
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

18.2.2.2.4 Настройте протокол BGP

```
RouterA(config)#router bgp 100  
RouterA(config-router)#bgp router-id 1.1.1.1  
RouterA(config-router)#network 192.168.0.0/24  
RouterA(config-router)#neighbor 172.17.1.1 remote-as 300  
RouterA(config-router)#exit
```

18.2.2.2.5 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 192.168.0.3/24  
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101  
RouterA(config-vrrp-[1])#authentication password istok  
RouterA(config-vrrp-[1])#exit  
RouterA(config)#vrrp on
```

18.2.2.2.6 Настройте RouterB

18.2.2.2.7 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

18.2.2.2.8 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

18.2.2.2.9 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

18.2.2.2.10 Настройте протокол BGP

```
RouterA(config)#router bgp 100
RouterA(config-router)#bgp router-id 2.2.2.2
RouterA(config-router)#network 192.168.0.0/24
RouterA(config-router)#neighbor 10.10.10.1 remote-as 200
RouterA(config-router)#exit
```

18.2.2.2.11 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 192.168.0.3/24
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 100
```

```
RouterB(config-vrrp-[1])#authentication password istok
RouterB(config-vrrp-[1])#exit
```

18.2.2.2.12 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

18.2.3 Проверка настроек

18.2.3.1 Выполните команду **show vrrp** на RouterA для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 100
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
Virtual addresses:
  192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
  eth2
Tracking IP address:
  unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.2.3.2 Выполните команду **show vrrp** на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: BACKUP (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 50
```



```
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
Virtual addresses:
  192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
  eth2
Tracking IP address:
  unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.2.3.3 Проверьте связность между конечными устройствами

18.2.3.3.1 Выполните команду `tcpdump eth2` на RouterA, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterA (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:02:03.212816 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1923, length 64
12:02:03.213736 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1923, length 64
12:02:04.214543 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1924, length 64
12:02:04.215464 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1924, length 64
12:02:05.216332 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1925, length 64
12:02:05.217244 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1925, length 64
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.2.3.3.2 Выполните команду `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
12:00:39.252424 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:40.252459 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:41.252531 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:42.252575 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:43.252623 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:44.252717 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
6 packets captured
6 packets received by filter
```

```
0 packets dropped by kernel
```

18.2.3.4 Извлеките кабель от порта WAN2 маршрутизатора RouterA (master) и убедитесь, что маршрутизатор RouterB (backup) получает статус VRRP master. Запустите трафик и проверьте, что он проходит через маршрутизатор RouterB (master).

18.2.3.4.1 Выполните команду `show vrrp` на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 50
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
Virtual addresses:
  192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
  eth2
Tracking IP address:
  unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.2.3.4.2 Выполните команду `tcpdump eth2` на RouterB, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterB (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:09:02.131779 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2660, length 64
12:09:02.132680 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2660, length 64
12:09:03.133491 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2661, length 64
12:09:03.134386 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2661, length 64
12:09:04.135178 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2662, length 64
12:09:04.136072 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2662, length 64
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.2.3.4.3 Выполните команду `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
12:15:09.398081 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
12:15:10.398111 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
12:15:11.398130 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
12:15:12.398165 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
12:15:13.398202 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
12:15:14.398263 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s,
length 20
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.2.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 172.17.1.10/24
exit
router bgp 100
bgp router-id 1.1.1.1
network 192.168.0.0/24
neighbor 172.17.1.1 remote-as 300
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
interface eth1
priority 100
track interface eth2
version 2
```

```
virtual ip 192.168.0.3/24
virtual-router-id 101
authentication password istok
exit
vrrp on
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.10/24
exit
router bgp 100
bgp router-id 2.2.2.2
network 192.168.0.0/24
neighbor 10.10.10.1 remote-as 200
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
interface eth1
priority 50
track interface eth2
version 2
virtual ip 192.168.0.3/24
virtual-router-id 100
authentication password istok
exit
end
write name
```

18.3 Резервирование с использованием VRRP статические маршруты

18.3.1 Описание настройки

Как показано на [рисунке 134](#) в качестве основного устройства выбраны сервисные маршрутизаторы - RouterA и RouterB.

PC1 взаимодействует с ISP1 и ISP2 через маршрутизаторы RouterA и RouterB, на которых реализована маршрутизация с использованием протокола VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol).

Виртуальный IP-адрес используется в качестве шлюза по умолчанию и, в зависимости от состояния маршрутизаторов (master/backup), будет находиться на одном из двух маршрутизаторов.

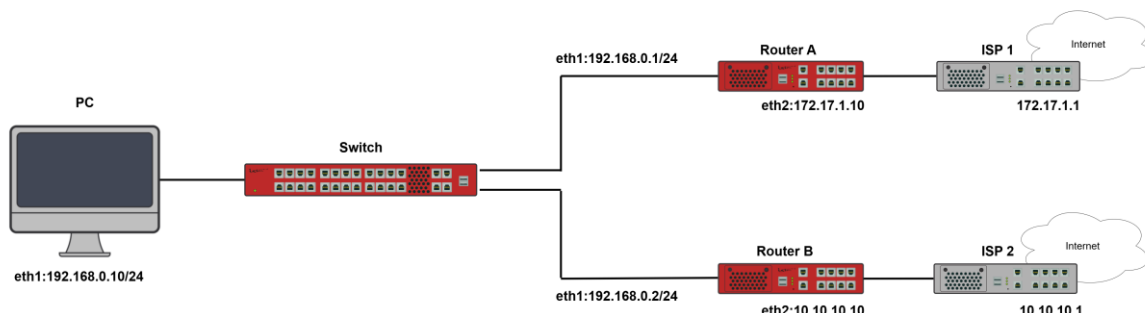


Рисунок 134 – Схема настройки протокола отказоустойчивости VRRPv2

18.3.2 Этапы настройки сети

18.3.2.1 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.

❗ Напоминание

```
Router#configure terminal
```

18.3.2.2 Настройте RouterA

18.3.2.2.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

18.3.2.2.2 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])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.1/24
RouterA(config-if-[eth1])#exit
```

18.3.2.2.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterA(config)#interface eth2
RouterA(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterA(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterA(config-if-[eth2])#ip address 172.17.1.10/24
RouterA(config-if-[eth2])#exit
```

18.3.2.2.4 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 192.168.0.3/24
RouterA(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterA(config-vrrp-[1])#authentication password istok
RouterA(config-vrrp-[1])#exit
RouterA(config)#vrrp on
```

18.3.2.3 Настройте RouterB

18.3.2.3.1 Отключите текущий vlan используемый по умолчанию

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

18.3.2.3.2 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])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth1])#ip address 192.168.0.2/24
RouterB(config-if-[eth1])#exit
```

18.3.2.3.3 Настройте интерфейс eth2

```
RouterB(config)#interface eth2
RouterB(config-if-[eth2])#no shutdown
RouterB(config-if-[eth2])#no ip address all
RouterB(config-if-[eth2])#ip address 10.10.10.10/24
RouterB(config-if-[eth2])#exit
```

18.3.2.3.4 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 192.168.0.3/24
RouterB(config-vrrp-[1])#virtual-router-id 101
RouterB(config-vrrp-[1])#authentication password istok
RouterB(config-vrrp-[1])#exit
```

18.3.2.4 Сохраните настройки

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

❗ Напоминание

```
Router#write <name>
```

18.3.3 Проверка настроек

18.3.3.1 Выполните команду **show vrrp** на RouterA для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 100
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
Virtual addresses:
  192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
  eth2
Tracking IP address:
  unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.3.3.2 Выполните команду `show vrrp` на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: BACKUP (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 50
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
Virtual addresses:
  192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
  eth2
Tracking IP address:
  unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.3.3.3 Проверьте связность между конечными устройствами

18.3.3.3.1 Выполните команду `tcpdump eth2` на RouterA, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterA (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:02:03.212816 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1923, length 64
12:02:03.213736 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1923, length 64
```



```
12:02:04.214543 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1924, length 64
12:02:04.215464 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1924, length 64
12:02:05.216332 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 1925, length 64
12:02:05.217244 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 1925, length 64
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.3.3.3.2 Выполните команду `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
12:00:39.252424 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:40.252459 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:41.252531 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:42.252575 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:43.252623 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:00:44.252717 IP 192.168.0.1 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 100, authtype simple, intvl 1s, length 20
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.3.3.4 Извлеките кабель из порта WAN2 маршрутизатора RouterA (master) и проверьте, что маршрутизатор RouterB (backup) получает статус VRRP master. Запустите сетевой трафик и убедитесь, что он проходит через маршрутизатор RouterB (master).

18.3.3.4.1 Выполните команду `show vrrp` на RouterB для просмотра настроек экземпляра VRRP

```
VRRP enabled
VRRPv2 instance: 1
State: MASTER (unset)
Sync-group: unset
Interface: eth1
Virtual Router ID: 101
Priority: 50
Advertising interval: 1.0 s
Password: UJtcC+OwOG8UyGM7HpiH8wA=
```

```
Virtual addresses:
 192.168.0.3/24
Tracking interfaces:
 eth2
Tracking IP address:
 unset
VRRPv2 checksum compatibility: False
```

18.3.3.4.2 Выполните команду `tcpdump eth2` на RouterB, чтобы убедиться, что трафик идет через RouterB (master)

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth2, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:09:02.131779 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2660, length 64
12:09:02.132680 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2660, length 64
12:09:03.133491 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2661, length 64
12:09:03.134386 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2661, length 64
12:09:04.135178 IP 192.168.0.10 > 1.1.1.1: ICMP echo request, id 268, seq 2662, length 64
12:09:04.136072 IP 1.1.1.1 > 192.168.0.10: ICMP echo reply, id 268, seq 2662, length 64
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.3.3.4.3 Выполните команду `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
12:15:09.398081 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:15:10.398111 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:15:11.398130 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:15:12.398165 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:15:13.398202 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
12:15:14.398263 IP 192.168.0.2 > 224.0.0.18: VRRPv2, Advertisement, vrid 101, prio 50, authtype simple, intvl 1s, length 20
6 packets captured
6 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

18.3.4 Конфигурационный файл

Конфигурационный файл RouterA

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.1/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 172.17.1.10/24
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
interface eth1
priority 100
track interface eth2
version 2
virtual ip 192.168.0.3/24
virtual-router-id 101
authentication password istok
exit
vrrp on
end
write name
```

Конфигурационный файл RouterB

```
configure terminal
no interface vlan1
interface eth1
no ip address dhcp
no shutdown
no ip address all
ip address 192.168.0.2/24
exit
interface eth2
no shutdown
no ip address all
ip address 10.10.10.10/24
exit
vrrp 1
advertising-interval 1.0
```

```
interface eth1
priority 50
track interface eth2
version 2
virtual ip 192.168.0.3/24
virtual-router-id 101
authentication password istok
exit
end
write name
```

19 Настройка протокола SNMP для сервисных маршрутизаторов серии ISN41508X и подключение к серверу Zabbix v6

19.1 Требования к устройству

- ВПО BMC не ниже 1.8.1
- ВПО U-Boot не ниже 1.3.6
- СПО не ниже 3.24.07

19.2 Скачиваем готовый шаблон

[YAML](#), [JSON](#), [XML](#)

19.3 Содержание шаблона (Service Router template for ISN41508X)

19.3.1 Элементы данных

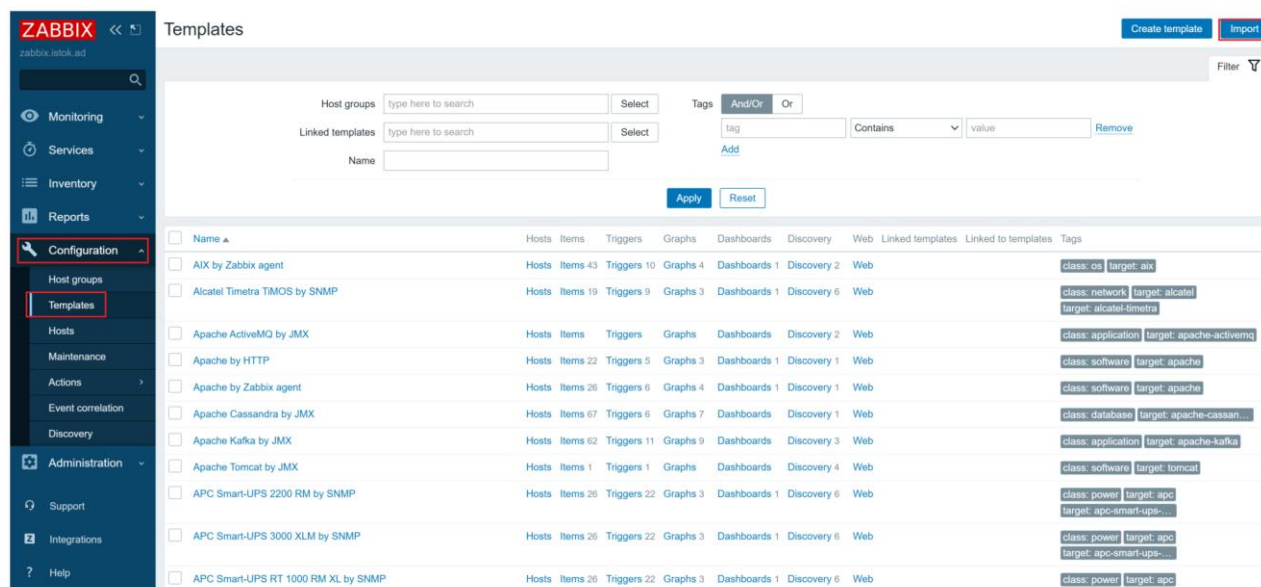
Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
Buffered Memory		sys.mem.buffered	.1.3.6.1.4.1.2021.4.14.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Cached Memory		sys.mem.cached	.1.3.6.1.4.1.2021.4.15.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
CPU load 1m (int)	Triggers 1	system.cpu.load1.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.1	1m	% (preprocessing, custom multiplier: 0.5)
CPU load 1m (int)		system.cpu.load1.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.1	1m	type: text
CPU load 5m (int)		system.cpu.load5.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.2	5m	% (preprocessing, custom multiplier: 0.5)
CPU load 5m (str)		system.cpu.load5.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.2	5m	type: text
CPU load 15m (int)		system.cpu.load15.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.3	15m	% (preprocessing,

Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
					custom multiplier: 0.5)
CPU load 15m (str)		system.cpu.load15.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.3	15m	type: text
CPU temp	Triggers 2,3	sys.cpu.temp	.1.3.6.1.4.1.2021.13.16.2.1.3.6	5m	°C (preprocessing, custom multiplier: 0.001)
CPU temp idle		sys.cpu.idle	.1.3.6.1.4.1.2021.11.11.0	15m	%
Memory available real		sys.mem.avail.real	.1.3.6.1.4.1.2021.4.6.0	15m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Ping	Triggers 3,4	icmpping[,3]		1m	type: Simple check Value mapping: Host status
Shared memory		sys.mem.shared	.1.3.6.1.4.1.2021.4.13.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (config)		sys.ssd.capacity.config	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393312	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (home)		sys.ssd.capacity.home	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393296	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (system)		sys.ssd.capacity.system	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393328	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (var)		sys.ssd.capacity.var	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393280	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Swap available		sys.mem.swap.avail	.1.3.6.1.4.1.2021.4.4.0	30m	bytes (preprocessing,

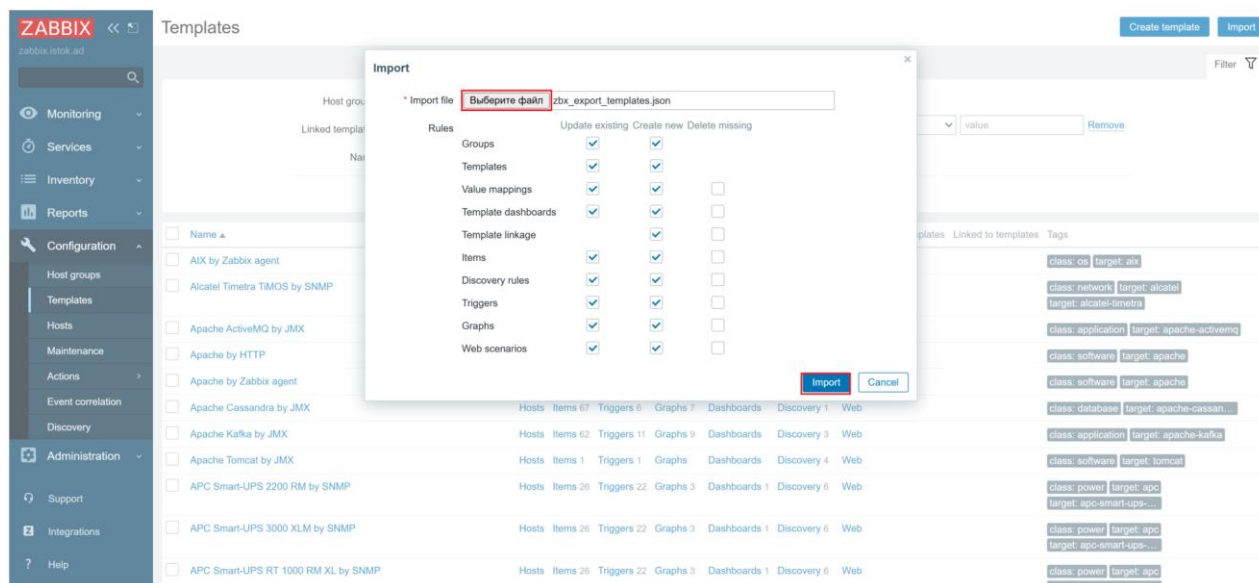
Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
memory					custom multiplier: 1024)
Swap total memory		sys.mem.swap.total	.1.3.6.1.4.1.2021.4.3.0	20m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SysName		system.hostname	.1.3.6.1.2.1.1.5.0	1h	type: text
Total memory free		sys.mem.total.free	.1.3.6.1.4.1.2021.4.11.0	30m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Total memory real		sys.mem.total.real	.1.3.6.1.4.1.2021.4.5.0	30h	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Uptime		system.uptime	.1.3.6.1.2.1.1.3.0	3m	uptime (preprocessing, custom, multtplier: 0.01)

19.3.2 Добавляем шаблон

19.3.2.1 Перейти во вкладку Configuration, выбрать Templates и нажать Import

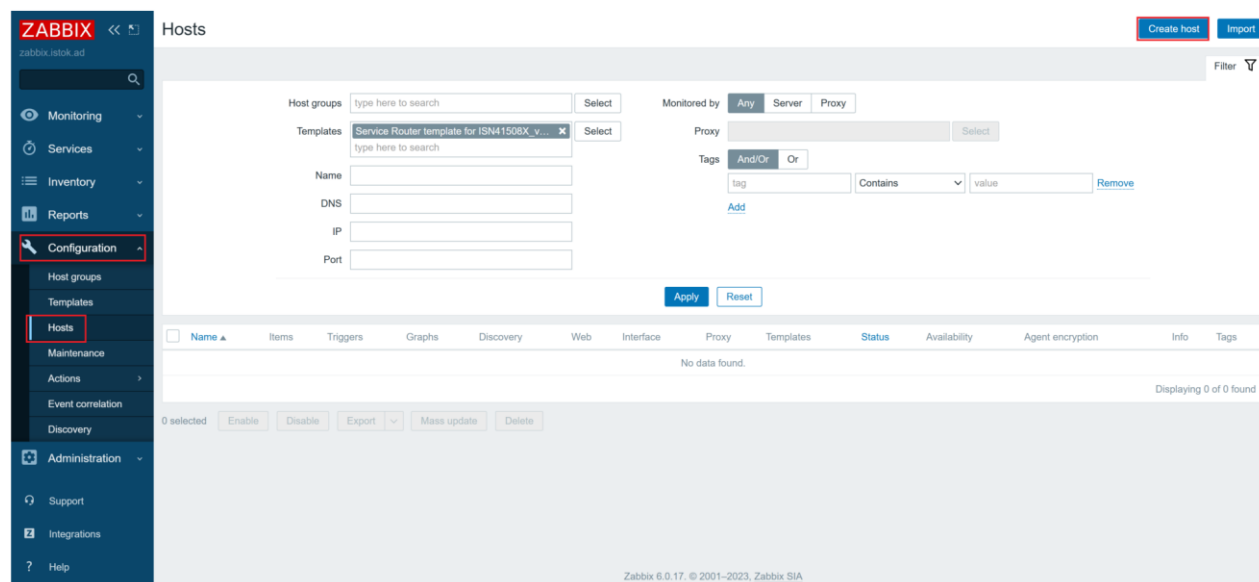


19.3.2.2 Выбрать шаблон и нажать Import



19.3.3 Добавляем устройство

19.3.3.1 Перейти во вкладку Configuration, выбрать Hosts, нажать Create host



19.3.3.2 Ввести имя хоста, выбрать шаблон, выбрать Группу хостов и добавить интерфейс

New host

Host IPMI Tags Macros Inventory Encryption Value mapping

* Host name dut-t4-01

Visible name dut-t4-01

Templates Service Router template for ISN41508X_v1.4_zabbix6 Select

* Groups Istok Select

Interfaces No interfaces are defined.
Add

Description

Monitored by proxy (no proxy)

Enabled ☒

Add Cancel

19.3.3.3 Ввести IP-адрес, выбрать SNMP community и нажать Add

New host

Host IPMI Tags Macros Inventory Encryption Value mapping

* Host name dut-t4-01

Visible name dut-t4-01

Templates Service Router template for ISN41508X_v1.4_zabbix6 Select

* Groups Istok Select

Interfaces	Type	IP address	DNS name	Connect to	Port	Default
SNMP		10.65.5.104		IP	DNS	161

* SNMP version SNMPv2

* SNMP community puplic

☒ Use bulk requests

Add

Add Cancel

19.3.4 Настраиваем устройство

Пример настроек для сервисного маршрутизатора

```
RouterA(config)#snmp onRouterA(config)#snmp community public ip-address  
10.65.9.3/32RouterA(config)#snmp restart
```

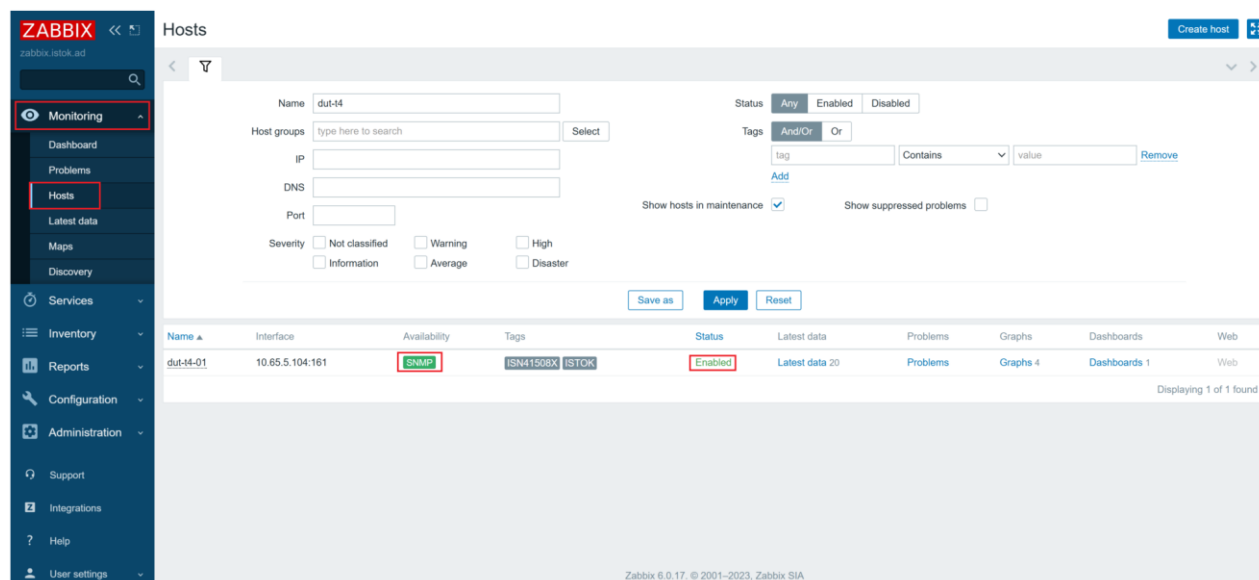
19.3.5 Используемые MIB

Наименование	Описание
SNMPv2-MIB	Модуль MIB содержит информацию о системе: описание, имя, контактная информация, id, локация, время аптайма последних изменений, а также ряд статических данных по работе SNMP
IF-MIB	Модуль MIB для описания общих объектов для подуровней сетевого интерфейса
IP-FORWARD-MIB*	Модуль для управления многопутевыми IP-маршрутами CIDR
IP-MIB*	Модуль MIB для управления реализации IP и ICMP, но исключая их управление IP-маршрутами
HOST-RESOURCES-MIB	Модуль для управления различными ресурсами системы. Включает в себя информацию о процессах системы, оперативной памяти, подключенных устройствах, загрузке процессора, жестких дисках, файловой системы и т.д.

19.3.6 Проверка настроек

19.3.6.1 Проверяем подключение

Зайти во вкладку **Monitoring**, выбрать **Hosts**



Status должен быть enabled, а Availability - SNMP и гореть зеленым

19.3.6.2 Смотрим статистику

Перейти во вкладку **Monitoring**, выбрать **Latest data**

ZABBIX << >>
zabbix.istok.ad

Monitoring

Dashboard
Problems
Hosts
Latest data
Maps
Discovery
Services
Inventory
Reports
Configuration
Administration
Support
Integrations
Help
User settings

Subfilter affects only filtered data

HOSTS
dut-14-01 260

TAGS
component 12 filesystem 4 hostname 1 performance 243

TAG VALUES
component: availability 2 cpu 2 memory 8
filesystem: sgd 4
hostname: availability 1
performance: cpu 3 eth1 20 eth2 20 lo 20 switchport1 20 switchport2 20 switchport3 20 switchport4 20 switchport5 20 switchport6 20 switchport7 20 switchport8 20 vlan603 20

DATA
With data Without data

☐	Host	Name ▲	Last check	Last value	Change	Tags	Info
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface eth1	43s	up (1)		performance: eth1	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface eth2	43s	up (1)		performance: eth2	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface lo	43s	up (1)		performance: lo	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface switchport1	43s	up (1)		performance: switchp...	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface switchport2	43s	down (2)		performance: switchp...	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface switchport3	43s	down (2)		performance: switchp...	Graph
☐	dut-14-01	AdminStatus on interface switchport4	43s	down (2)		performance: switchp...	Graph

20 Настройка протокола SNMP для сервисных маршрутизаторов серии ISN41508X и подключение к серверу Zabbix v7

20.1 Требования к устройству

- ВПО BMC не ниже 1.8.1
- ВПО U-Boot не ниже 1.3.6
- СПО не ниже 3.24.07

Скачиваем готовый шаблон:

[YAML](#), [JSON](#), [XML](#)

20.2 Содержание шаблона (Service Router template for ISN41508X)

20.2.1 Элементы данных

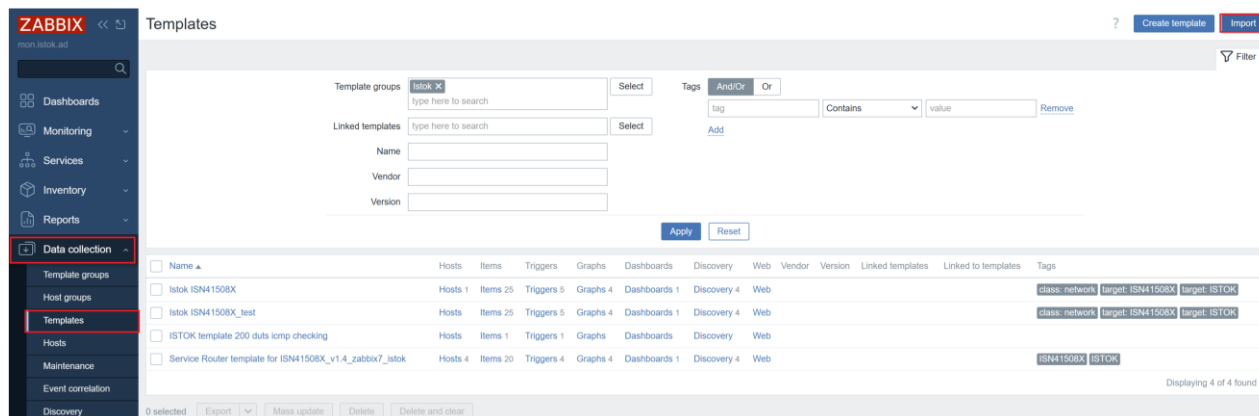
Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
Buffered Memory		sys.mem.buffered	.1.3.6.1.4.1.2021.4.14.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Cached Memory		sys.mem.cached	.1.3.6.1.4.1.2021.4.15.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
CPU load 1m (int)	Triggers 1	system.cpu.load1.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.1	1m	% (preprocessing, custom multiplier: 0.5)
CPU load 1m (int)		system.cpu.load1.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.1	1m	type: text
CPU load 5m (int)		system.cpu.load5.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.2	5m	% (preprocessing, custom multiplier: 0.5)
CPU load 5m (str)		system.cpu.load5.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.2	5m	type: text
CPU load 15m (int)		system.cpu.load15.int	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.5.3	15m	% (preprocessing, custom multiplier: 0.5)

Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
CPU load 15m (str)		system.cpu.load15.str	.1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3.3	15m	type: text
CPU temp	Triggers 2,3	sys.cpu.temp	.1.3.6.1.4.1.2021.13.16.2.1.3.6	5m	°C (preprocessing, custom multiplier: 0.001)
CPU temp idle		sys.cpu.idle	.1.3.6.1.4.1.2021.11.11.0	15m	%
Memory available real		sys.mem.avail.real	.1.3.6.1.4.1.2021.4.6.0	15m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Ping	Triggers 3,4	icmpping[,3]		1m	type: Simple check Value mapping: Host status
Shared memory		sys.mem.shared	.1.3.6.1.4.1.2021.4.13.0	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (config)		sys.ssd.capacity.config	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393312	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (home)		sys.ssd.capacity.home	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393296	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (system)		sys.ssd.capacity.system	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393328	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SSD disk storage capacity (var)		sys.ssd.capacity.var	.1.3.6.1.2.1.25.3.6.1.4.393280	5m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Swap available memory		sys.mem.swap.avail	.1.3.6.1.4.1.2021.4.4.0	30m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)

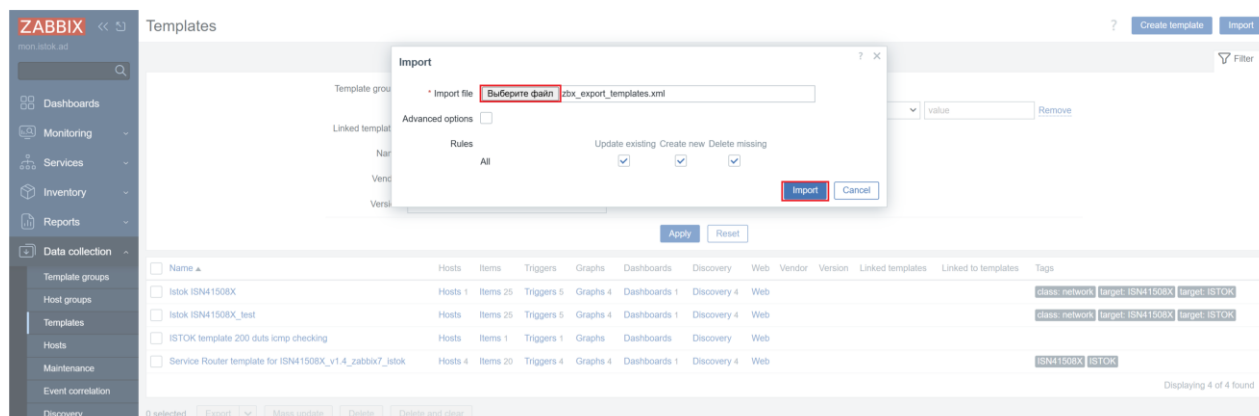
Наименование элемента	Связанный триггер	Ключ	SNMP OID	Интервал	Единица измерения
Swap total memory		sys.mem.swap.total	.1.3.6.1.4.1.2021.4.3.0	20m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
SysName		system.hostname	.1.3.6.1.2.1.1.5.0	1h	type: text
Total memory free		sys.mem.total.free	.1.3.6.1.4.1.2021.4.11.0	30m	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Total memory real		sys.mem.total.real	.1.3.6.1.4.1.2021.4.5.0	30h	bytes (preprocessing, custom multiplier: 1024)
Uptime		system.uptime	.1.3.6.1.2.1.1.3.0	3m	uptime (preprocessing, custom, multiplier: 0.01)

20.2.2 Добавляем шаблон

Перейти во вкладку **Configuration**, выбрать **Templates** и нажать **Import**

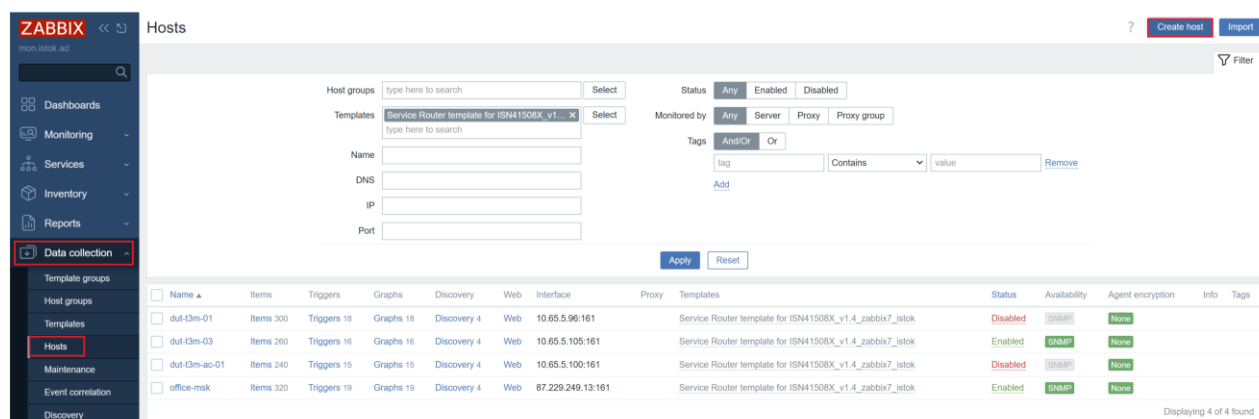


Выбрать шаблон и нажать **Import**



20.2.3 Добавляем устройство

Перейти во вкладку **Data collection-Hosts**, выбрать **Hosts**, нажать **Create host**



Ввести имя хоста, выбрать шаблон, выбрать Группу хостов и добавить интерфейс

New host

Host IPMI Tags Macros Inventory Encryption Value mapping

* Host name

Visible name

Templates

* Host groups

Interfaces No interfaces are defined.

Description

Monitored by

Enabled ☒

Ввести IP-адрес, выбрать SNMP версию, ввести SNMP community и нажать Add

New host

Host IPMI Tags Macros Inventory Encryption Value mapping

* Host name

Visible name

Templates

* Host groups

Interfaces

Type	IP address	DNS name	Connect to	Port	Default
SNMP	10.65.5.105		<input checked="" type="button" value="IP"/> DNS	161	☒ ☐ Remove

* SNMP version

* SNMP community

Max repetition count

☒ Use combined requests

Description

20.2.4 Настраиваем устройство

Пример настроек для сервисного маршрутизатора

```
RouterA(config)#snmp onRouterA(config)#snmp community public ip-address
```



```
10.65.9.3/32RouterA(config)#snmp restart
```

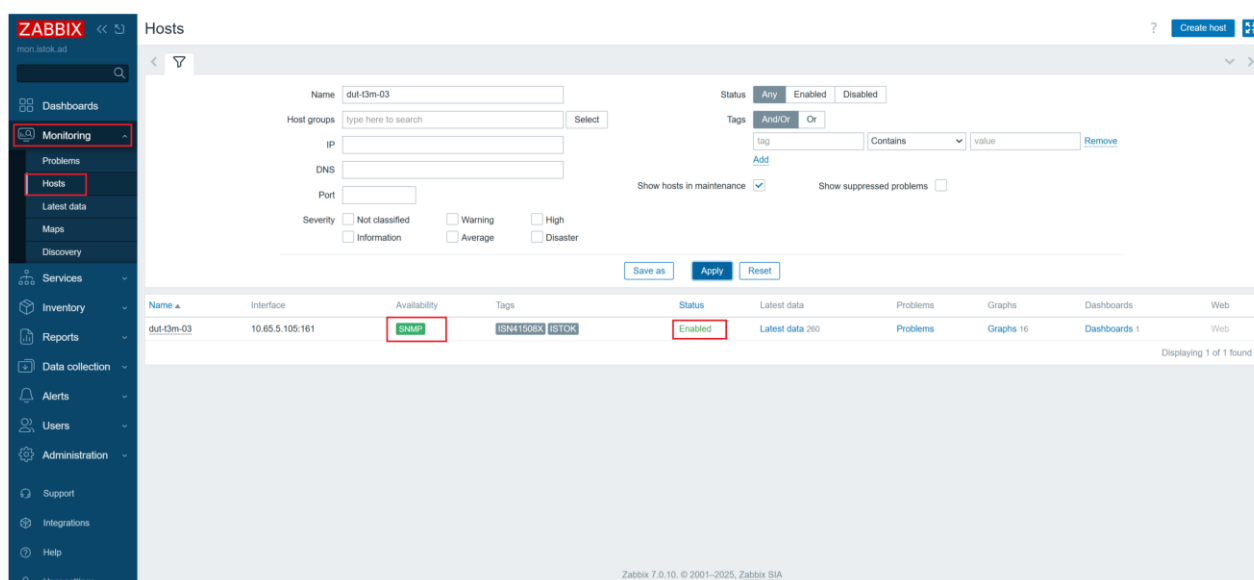
20.2.5 Используемые MIB

Наименование	Описание
SNMPv2-MIB	Модуль MIB содержит информацию о системе: описание, имя, контактная информация, id, локация, время аптайма последних изменений, а также ряд статических данных по работе SNMP
IF-MIB	Модуль MIB для описания общих объектов для подуровней сетевого интерфейса
IP-FORWARD-MIB*	Модуль для управления многопутевыми IP-маршрутами CIDR
IP-MIB*	Модуль MIB для управления реализации IP и ICMP, но исключая их управление IP-маршрутами
HOST-RESOURCES-MIB	Модуль для управления различными ресурсами системы. Включает в себя информацию о процессах системы, оперативной памяти, подключенных устройствах, загрузке процессора, жестких дисках, файловой системы и т.д.

20.2.6 Проверка настроек

20.2.6.1 Проверяем подключение

Зайти во вкладку **Monitoring**, выбрать **Hosts**



Status должен быть enabled, а Availability - SNMP и гореть зеленым

20.2.6.2 Смотрим статистику

Перейти во вкладку **Monitoring**, выбрать **Latest data**

Hosts
dut-33m-03-X
Select

type here to search

Name

tag

Contains value [Remove](#)

Add

Show tags

None | 1 | 2 | 3

Tag name

Full | Shortened | None

Tag display priority

State

All | Normal | Not supported

Show details ☐

[Save as](#)
[Apply](#)
[Reset](#)

Subfilter affects only filtered data

HOSTS
dut-33m-03 260

TAGS
component 12 | filesystem 4 | hostname 1 | performance 243

TAG VALUES
component: availability 2 | cpu 2 | memory 8
filesystem: ssd 4
hostname: availability 1
performance: cpu 3 | eth1 20 | eth2 20 | lo 20 | switchport1 20 | switchport2 20 | switchport3 20 | switchport4 20 | switchport5 20 | switchport6 20 | switchport7 20 | switchport8 20 | vlan603 20

DATA
[With data](#) [Without data](#)

☐	Host	Name ↕	Last check	Last value	Change	Tags	Info
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface eth1 📄	45s	up (1)		performance: eth1	Graph
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface eth2 📄	45s	down (2)		performance: eth2	Graph
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface lo 📄	45s	up (1)		performance: lo	Graph
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface switchport1 📄	45s	up (1)		performance: switchp...	Graph
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface switchport2 📄	45s	down (2)		performance: switchp...	Graph
☐	dut-33m-03	AdminStatus on interface switchport3 📄	45s	down (2)		performance: switchp...	Graph

21Дополнительные 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/>