

## **Лабораторная работа №5**

### **Настройка протоколов RIP, OSPF, EIGRP**

#### **Задачи**

- Включение маршрутизации по протоколам RIP, OSPF и EIGRP.
- Проверка конфигурации RIP, OSPF и EIGRP.

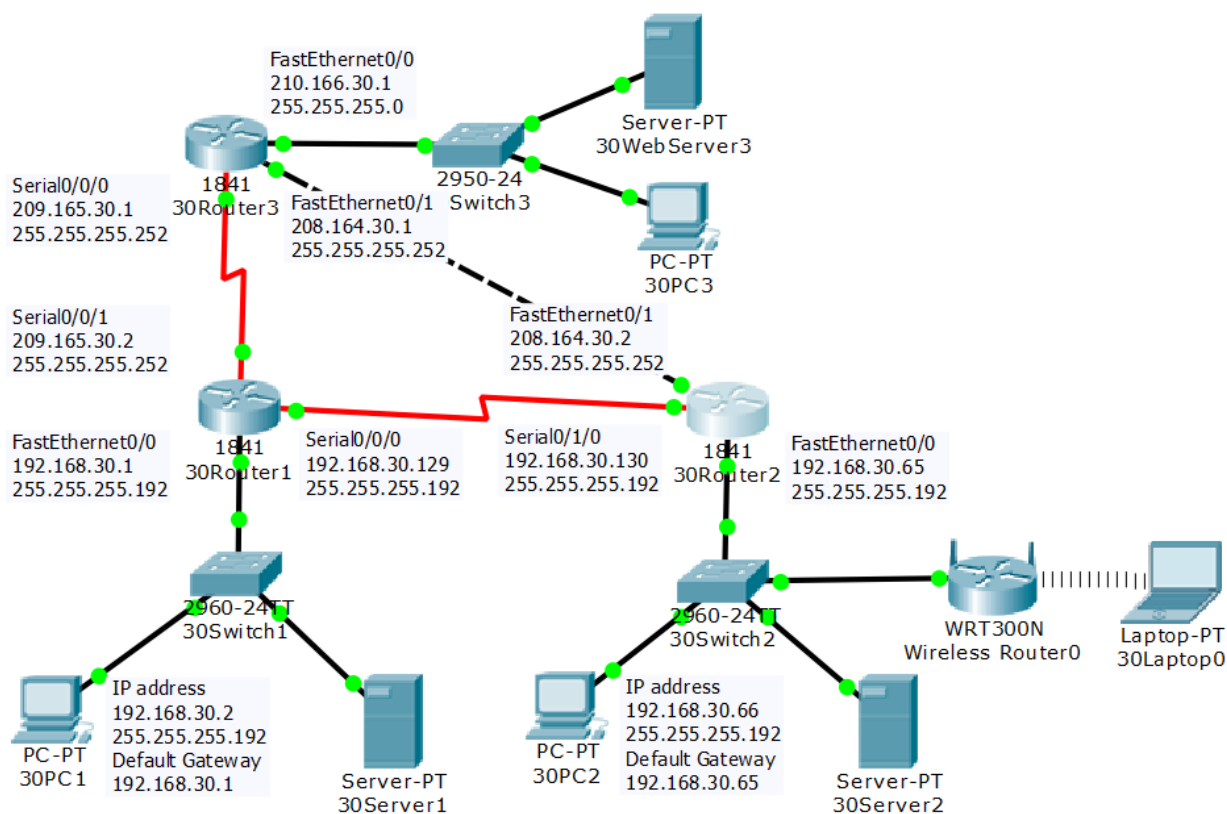
#### **Исходные данные**

Для изучения маршрутизации по различным протоколам обмена маршрутной информацией создана простая маршрутизируемая сеть. На данном занятии вы сконфигурируете протоколы RIP, OSPF и EIGRP для использования в сети и проверите их конфигурацию.

#### **Задание 1. Создание схемы сети и подключение сетевых устройств.**

Постройте схему в программе Packet Tracer согласно примеру и данным вашего варианта задания.

1. Откройте сохраненный проект с итоговой схемой предыдущей лабораторной работы.
2. Соедините Router2 и Router3 через интерфейсы FastEthernet.
3. На Router2 в интерфейсе командной строки настройте интерфейс Fast Ethernet 0/1, используя IP-адрес 208.164.X.1 /30 (где X номер варианта). Включите интерфейс.
4. На Router3 в интерфейсе командной строки настройте интерфейс Fast Ethernet 0/1, используя IP-адрес 208.164.X.2 /30 (где X номер варианта). Включите интерфейс.
5. Удалите все статические маршруты на всех маршрутизаторах.



## Задание 2. Настройка протокола маршрутизации RIP.

1. Настройте протокол RIPv2 на маршрутизаторе Router1.
2. Настройте протокол RIPv2 на маршрутизаторе Router2.
3. Настройте протокол RIPv2 на маршрутизаторе Router3.
4. Сохраните текущую конфигурацию в качестве начальной конфигурации на всех маршрутизаторах.

## Задание 3. Проверка конфигурации протокола RIP на каждом маршрутизаторе.

1. Убедитесь в том, что маршрутизация RIP полностью конвергируется, с помощью команд **show ip protocols** и **show ip route** интерфейса командной строки каждого из маршрутизаторов. Команда **show ip protocols** предназначена для отображения списка сетей, в которые происходит отправка обновлений, и адресов соседних маршрутизаторов, использующих RIP. Команда **show ip route** отображает список всех известных локальному маршрутизатору маршрутов, в том числе маршрутов RIP, которые обозначены символом "R".
2. Ознакомьтесь с базой данных RIP. Введите команду **show ip rip database**.
3. Проверьте, что каждое устройство успешно выполняет эхо-запросы к остальным устройствам.

## Задание 4. Настройка протокола маршрутизации OSPF.

1. Настройте протокол OSPFv2 на маршрутизаторе Router1. В качестве process-id задайте свой номер варианта. В качестве router-id задайте значение по следующей схеме X.N.N.N (где X ваш вариант, а N номер маршрутизатора). С помощью команды `passive-interface` отключите обновления маршрутизации на локальном интерфейсе.
2. Настройте аналогичным образом протокол OSPFv2 на маршрутизаторе Router2.
3. Настройте аналогичным образом протокол OSPFv2 на маршрутизаторе Router3.
4. Только на маршрутизаторе Router1 пропишите статический маршрут по умолчанию на Router3, и распространите этот маршрут по умолчанию с помощью специальной команды OSPF.
5. Сохраните текущую конфигурацию в качестве начальной конфигурации на всех маршрутизаторах.

#### **Задание 5. Проверка конфигурации протокола OSPF на каждом маршрутизаторе.**

1. Введите команду **show ip ospf protocols**. Изучите содержимое вывода. Обратите внимание, что теперь настроены два протокола обмена маршрутной информацией: RIP и OSPF.
2. Введите команду **show ip route**. Обратите внимание, что маршруты протокола RIP не отображаются, зато должны быть видны маршруты созданные протоколом OSPF.
3. Введите и изучите содержимое вывода следующих команд: **show ip ospf neighbor**, **show ip ospf database**, **show ip ospf**, **show ip ospf interface**.
4. Убедитесь, что протокол OSPF функционирует верно, отправив эхо-запросы между устройствами из различных сетей.

#### **Задание 6. Настройка протокола маршрутизации EIGRP.**

1. Настройте протокол EIGRP на маршрутизаторе Router1. В качестве номера автономной системы задайте свой номер варианта. В качестве router-id задайте значение по следующей схеме X.N.N.N (где X ваш вариант, а N номер маршрутизатора). Включите маршрутизацию всех подключенных сетей с учетом их маски. С помощью команды `passive-interface` отключите обновления маршрутизации на локальном интерфейсе. Отключите автосуммирование маршрутов.
2. Введите и изучите содержимое вывода следующих команд на маршрутизаторе Router1: **show ip eigrp interfaces**, **show ip eigrp neighbors**, **show ip eigrp topology**, **show ip eigrp traffic**, **show ip route**.
3. Настройте аналогичным образом протокол EIGRP на маршрутизаторе Router2.
4. Введите и изучите содержимое вывода следующих команд на маршрутизаторе Router2: **show ip eigrp interfaces**, **show ip eigrp neighbors**, **show ip eigrp topology**, **show ip eigrp traffic**, **show ip route**. Обратите внимание, что в таблице маршрутизации присутствуют маршруты созданные протоколом OSPF и EIGRP.
5. Настройте аналогичным образом протокол EIGRP на маршрутизаторе Router3. Перед тем как ввести команду отключения автосуммирования маршрутов, посмотрите таблицу маршрутизации командой **show ip route**. Отключите

автосуммирование маршрутов. Вновь выведите таблицу маршрутизации командой **show ip route** и сравните с предыдущей версией, сделайте выводы.

- Введите и изучите содержимое вывода следующих команд на маршрутизаторе Router3: **show ip eigrp interfaces**, **show ip eigrp neighbors**, **show ip eigrp topology**, **show ip eigrp traffic**, **show ip route**. Обратите внимание, что в таблице маршрутизации от протокола OSPF осталась лишь одна запись с анонсированным маршрутом по умолчанию. Почему записи протокола EIGRP перекрывают другие протоколы?
- Сохраните текущую конфигурацию в качестве начальной конфигурации на всех маршрутизаторах.

### **Задание 7. Проверка конфигурации протокола EIGRP на каждом маршрутизаторе.**

- Выберите каждый из маршрутизаторов и проверьте таблицы маршрутизации с помощью команды **show ip route**.
- Убедитесь в правильности таблиц маршрутизации.
- Убедитесь, что протокол EIGRP функционирует верно, отправив эхо-запросы между устройствами из различных сетей.

### **Вопросы для самопроверки**

- Какое максимальное количество переходов поддерживается протоколом маршрутизации RIP?
- Почему расширяющаяся компания заинтересована в переходе от статических маршрутов к протоколам маршрутизации?
- Какие три команды можно применить для вывода номера используемой версии протокола RIP?
- Какая версия протокола RIP является бесклассовой и поддерживает маски подсети переменной длины (VLSM)?
- На маршрутизаторе Router1 введите команду **show ip rip database**. Данные о каких маршрутах были получены протоколом маршрутизации RIP?
- С помощью какой команды можно увидеть обновления RIP в режиме реального времени?
- Почему после настройки протокола OSPF в таблице маршрутизации перестали отображаться маршруты протокола RIP?
- С помощью какой команды можно посмотреть полную базу топологии протокола OSPF?
- В чем заключаются преимущества суммирования маршрутов, используемого по умолчанию?
- В какой ситуации может потребоваться ручное суммирование нескольких подсетей?
- Сколько маршрутов EIGRP и прямых маршрутов существует на всех маршрутизаторах?

- Сколько пассивных маршрутов известно в топологии EIGRP?
- Какие данные выводит команда `debug eigrp packet`?
- Какие данные выводит команда `debug eigrp fsm`?

### Дополнительная информация

- 1) <https://arny.ru/education/ccna-rs/materialy-cisco-ccna-marshrutizacziya/>
- 2) <https://arny.ru/education/ccna-rs/materialyi-kursa-cisco-ccna-3-chast-2/>

### Виды маршрутов

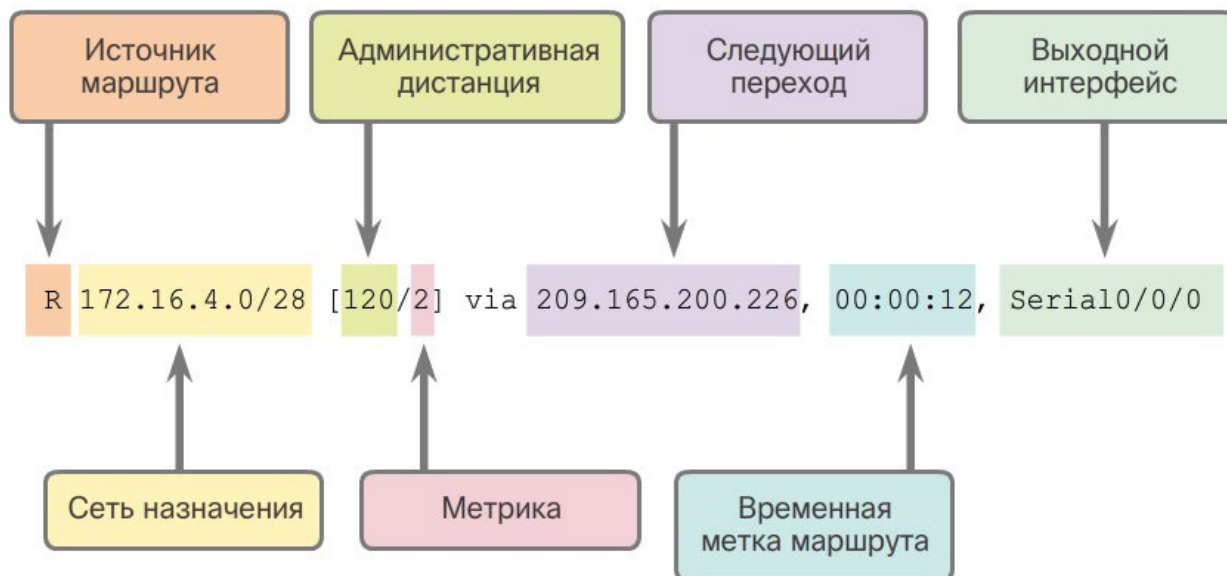
Независимо от того, как был получен маршрут, если интерфейс, пересылка через который должна осуществляться согласно данному маршруту, выключен, то маршрут не попадёт в таблицу маршрутизации (или исчезнет оттуда сразу после выключения интерфейса).

- **Интерфейсы локального маршрута** — добавляются, когда интерфейс настроен и активен (запись отображается только в IOS 15 или более поздних версиях для IPv4-маршрутов и во всех версиях IOS для IPv6-маршрутов);
- **Интерфейсы с прямым подключением** — добавляются в таблицу маршрутизации, когда интерфейс настроен и активен;
- **Статические маршруты** — добавляются, когда маршрут настроен вручную и активен выходной интерфейс;
- **Протокол динамической маршрутизации** — добавляется, когда определены сети и реализуются протоколы маршрутизации, которые получают информацию о сети динамически.

### Обозначение маршрутов

Код определяет, каким образом был получен маршрут:

- **L** — указывает адрес, назначенный интерфейсу маршрутизатора. Данный код позволяет маршрутизатору быстро определить, что полученный пакет предназначен для интерфейса, а не для пересылки;
- **C** — определяет сеть с прямым подключением;
- **S** — определяет статический маршрут, созданный для достижения конкретной сети;
- **D** — определяет сеть, динамически полученную от другого маршрутизатора с помощью протокола EIGRP;
- **O** — определяет сеть, динамически полученную от другого маршрутизатора с помощью протокола маршрутизатора OSPF;
- **R** — определяет сеть, динамически полученную от другого маршрутизатора с помощью протокола RIP.



**Временная метка маршрута** - количество времени, прошедшее с тех пор, как был получен маршрут.

### Добавление маршрутов в таблицу маршрутизации

Предположим, что есть сеть назначения и к ней найдено несколько разных маршрутов. Вариации: несколько статических маршрутов, несколько динамических внутри одного протокола, несколько динамических из разных протоколов, статические и динамические и так далее.

В таблицу маршрутизации (Route Information Base, RIB) добавляются не все маршруты, а только **лучший маршрут** для данной сети. Лучшие маршруты выбираются как **внутри каждого протокола**, так и **между протоколами**. Внутри протокола лучший маршрут **выбирается по метрике**: только маршрут с наименьшей метрикой добавляется в таблицу маршрутизации. Между протоколами маршрут **выбирается по административной дистанции**: только маршрут с наименьшей административной дистанцией добавляется в таблицу маршрутизации.

Административная дистанция по умолчанию:

Источник маршрута	Административное расстояние
Прямой	0
Статическая	1
Суммарный маршрут EIGRP	5
Внешний BGP	20
Внутренний EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
Внешний EIGRP	170
Внутренний BGP	200

*Административную дистанцию можно изменять.*

## Метрика

Кроме административной дистанции динамические протоколы маршрутизации вводят понятие метрики:

**Метрики** — это показатели, которые можно измерить. Протоколы маршрутизации выбирают оптимальный путь для отправки данных, исходя из различных метрик. К этим метрикам относятся количество переходов, полоса пропускания, задержка, надёжность, стоимость маршрута и другое.

Наиболее оптимальным путём к сети является путь с наименьшей метрикой.

*Метрики, измеренные в одном протоколе маршрутизации, не применимы к другому протоколу. Это значит что при выборе маршрута из двух маршрутов с разными протоколами используется административное расстояние, при выборе маршрута из двух внутри одного протокола используется метрика.*

Различные протоколы маршрутизации используют различные способы расчёта оптимального пути (различную метрику): протокол RIP выбирает путь с наименьшим числом переходов, а протокол OSPF - путь с самой высокой пропускной способностью.

*Если маршрутизатор располагает двумя или более путями к пункту назначения с метриками равной стоимости (в рамках одного протокола маршрутизации естественно), он отправляет пакеты по обоим путям. Это называется **распределением нагрузки в соответствии с равной стоимостью**.*

*Распределение нагрузки с равной стоимостью можно настроить на использование как динамических протоколов маршрутизации, так и статических маршрутов.*

*Только **протокол EIGRP** поддерживает распределение нагрузки с неравной стоимостью.*

## Equal-Cost Multipathing

Большинство протоколов динамической маршрутизации (RIP, EIGRP, OSPF, IS-IS) поддерживают распределение нагрузки (load sharing) через несколько маршрутов с одинаковой метрикой к одной и той же подсети назначения. Обычно поддерживается до 4 маршрутов. И это количество ещё можно увеличить настройкой протокола. Называется такая технология *equal-cost multipathing (ECMP)*. При ECMP в таблицу маршрутизации добавляется сразу несколько маршрутов к подсети назначения.

R1# show ip route

*O 10.3.3.0/24 [110/30] via 10.12.1.2, 00:49:12, GigabitEthernet0/2  
[110/30] via 10.14.1.4, 00:49:51, GigabitEthernet0/4*

## Unequal-Cost Load Balancing

Наконец, EIGRP поддерживает технологию подобную ECMP, но для маршрутов с неравной стоимостью. По умолчанию она выключена. Требуется включение и настройка. В результате в таблице маршрутизации может оказаться несколько маршрутов к подсети назначения и у этих маршрутов будет разная метрика.

R1# show ip route eigrp

*Gateway of last resort is not set*

*10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks*

*D 10.3.3.0/24 [90/3328] via 10.14.1.4, 00:00:02, GigabitEthernet0/4*

*[90/5632] via 10.12.1.2, 00:00:02 GigabitEthernet0/2*

### Поиск маршрута в таблице маршрутизации

Адрес назначения прикладывается к записи в таблице маршрутизации и вычисляется побитово совпадающая часть. Совпадение должно быть в пределах маски записи. В качестве маршрута выбирается наилучшее совпадение.

*Наилучшее совпадение - это самое длинное совпадение.*

адрес назначения 192.168.248.17

таблица маршрутизации (маршруты 1 уровня)

... 0.0.0.0/0 ... - *подходит, совпадение по нулевой маске (маршрут по умолчанию)*

... 192.160.0.0/16 ... - *не подходит, нет совпадения по 16 маске*

... 192.168.0.0/16 ... - *подходит, совпадение 192.168, по 16 маске (суперсеть)*

... 192.168.248.0/23 ... - *подходит, совпадение 192.168.248, по 23 маске (суперсеть)*

... 192.168.248.0/24 ... - *подходит, совпадение 192.168.248, самое длинное по 24 маске, сюда уйдёт пакет (сеть)*

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

S*    0.0.0.0/0 is directly connected, GigabitEthernet0/2
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C      10.10.20.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L      10.10.20.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
C      10.10.30.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/3
L      10.10.30.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/3
S      192.160.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/3
S      192.168.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/3
S      192.168.248.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/3
S      192.168.248.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
```

Отсюда видно, что маршрут по умолчанию:

- Совпадает с любым адресом назначения;
- Используется, если нет других совпадений.

### Устранение неполадок

Основные причины отсутствие маршрута в таблице маршрутизации:

- Сбой интерфейса;
- Разрыв соединения;
- Переполнение каналов;
- Неверно заданная администратором конфигурация.

Основные команды для проверки и выявления проблем:

**ping** - базовая связь с устройством

**tracert** - просмотр переходов до устройства

**show ip route** - просмотр таблицы маршрутизации

**show ip interface brief** - просмотр состояния интерфейсов

**debug ip protocol** - процедура отладки для наблюдения за обменом данными по протоколам обмена маршрутной информацией

**undebug all** - прекращение процедуры отладки

**show cdp neighbors detail** - просмотр информации о соседних устройствах CISCO

Команда **show cdp neighbors detail** выполняет проверку соединения второго уровня и, как следствие - первого уровня. Например, если соседнее устройство указано в выходных данных команды, но эхо-запрос к нему не может быть выполнен, следует искать проблему в адресации третьего уровня.

## Настройка RIP

**R1(config)# router rip**

**R1(config-router)# network network** - классовый сетевой адрес для каждой напрямую подключённой сети

Команда выполняет следующие действия:

- Включает протокол RIP на всех интерфейсах, которые относятся к конкретной сети. Связанные интерфейсы теперь могут и отправлять, и получать пакеты обновлений протокола RIP;
- Объявляет указанную сеть в обновлениях маршрутизации RIP, отправляемых другим маршрутизаторам каждые 30 секунд.

Если указан адрес подсети, IOS автоматически преобразует его в классовый сетевой адрес. Следует помнить о том, что протокол RIPv1 является протоколом классовой маршрутизации для IPv4.

**Пример.** При вводе команды network 192.168.1.32 в текущем файле конфигурации выполняется автоматическое преобразование входных данных в - network 192.168.1.0.

**R1(config)# no router rip** - останавливает работу протокола RIP и удаляет все существующие настройки протокола

Дополнительные команды:

**R1(config-router)# distance number** - (1-255) поменять AD

**R1(config-router)# version number** - (1-2) установить версию

**R1(config-router)# no version** - возвращает в состояние по умолчанию - отправляет сообщения версии 1, принимает версий 1 и 2 и интерпретирует 2 в 1

Все протоколы маршрутизации поддерживают команду passive-interface для отключения рассылок обновлений на интерфейсе.

**Вариант 1**, настройка на интерфейсе:

**R1(config-router)# passive-interface interface\_id**

**Вариант 2**, общая настройка:

**R1(config-router)# passive-interface default** - можно настроить все интерфейсы как пассивные

**R1(config-router)# no passive-interface** - интерфейсы, которые не должны быть пассивными, могут быть заново активированы с помощью этой команды

Для того чтобы передать маршрут по умолчанию по сети через RIP, граничный маршрутизатор требуется настроить с использованием:

- Статического маршрута по умолчанию с помощью команды:

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 { next-hop-ip | exit-intf }
```

Затем команды конфигурации маршрутизатора:

```
R1(config-router)# default-information originate
```

### **Настройка RIPv2**

Настраивается точно также как и RIPv1, за исключением того, что автоматическое суммирование можно отключить. RIPv2 необходимо включить до отключения функции автоматического объединения.

```
R1(config-router)# no auto-summary
```

Для RIP и RIPv2: маршрутизатор следующего перехода считается 1 переходом.

### **Команды для проверки и отладки RIP**

**debug ip rip** - включение отладки RIP

**debug ip routing** - включение отладки маршрутизации

**show ip protocols** - просмотр протокола маршрутизации

**show ip route rip** - просмотр маршрутов rip

**clear ip route \*** - удаляет записи динамической маршрутизации из таблицы маршрутизации, через небольшой промежуток времени таблица обновляется и записи снова появляются

### **Настройка OSPFv2 (IPv4)**

**R1(config)# router ospf process-id** - process-id представляет собой число в диапазоне от 1 до 65535 и имеет локальное значение, то есть оно не обязательно должно быть идентичным значениям на других маршрутизаторах OSPF для установления отношений смежности

**R1(config-router)# router-id X.X.X.X** - добавление идентификатора маршрутизатора

**R1(config-router)# network network area number** - добавление сети

**R1(config-router)# passive-interface interface** - подавляет обновления маршрутизации на интерфейсе

**R1(config-router)# default-information originate** - передача статического маршрута по умолчанию средствами OSPF

**clear ip ospf process** - удаляет OSPF процесс, выполняется в привилегированном режиме EXEC

**bandwidth number** - KBit/s, настроить пропускную способность интерфейса

**no bandwidth** - восстановить значение по умолчанию

**ip ospf cost value** - настроить вручную на интерфейсе значение стоимости, преимущество - маршрутизатору не требуется рассчитывать метрику

### **Команды просмотра:**

**show ip protocols | section Router ID** - для проверки идентификатора маршрутизатора

**show ip ospf** - можно использовать для проверки идентификатора процесса OSPF и идентификатора маршрутизатора

**show ip ospf interface { brief | int\_id }** - данные по всем интерфейсам | данные по интерфейсу

**show ip ospf neighbor** - используется для проверки установления маршрутизатором отношений смежности с соседними маршрутизаторами

Команда отображает следующие выходные данные:

- **Neighbor ID** — идентификатор соседнего маршрутизатора;
- **Pri** — приоритет OSPF интерфейса. Это значение используется при выборе маршрутизаторов DR и BDR;
- **State** — состояние OSPF интерфейса. Состояние FULL означает, что маршрутизатор и его соседнее устройство имеют идентичные базы данных состояний каналов OSPF. В сетях с множественным доступом (например, Ethernet) состояние двух маршрутизаторов, состоящих в отношениях смежности, может отображаться как 2WAY. Тип указывает на то, что использование в данном типе сети выделенного маршрутизатора DR или резервного выделенного маршрутизатора BDR не требуется;
- **Dead Time** — интервал времени, в течение которого маршрутизатор ожидает получения пакета приветствия от соседнего устройства прежде, чем объявит его недействующим. Данное значение сбрасывается при получении интерфейсом пакета приветствия;
- **Address** — IPv4-адрес интерфейса соседнего устройства, к которому напрямую подключен этот маршрутизатор;
- **Interface** — интерфейс, на котором этот маршрутизатор установил отношения смежности с соседним устройством.

### Passive-interface

Когда мы включаем некоторую сеть в процесс ospf, мы не только рассказываем про неё всем маршрутизаторам, но и начинаем слать в неё hello пакеты. Для клиентских сетей этого делать не нужно, так как там не должно быть маршрутизаторов. В то же время, если мы исключим такую сеть – то про неё никто не узнает и трафик в неё доставляться не будет. Решение – включать такую сеть, но прописывать команду passive-interface, которая запрещает слать на некоторые интерфейсы апдейты, тем самым обеспечивает дополнительную безопасность.

```
R1(config-router)#passive-interface FastEthernet0/0
```

### Передача статического маршрута по умолчанию средствами OSPF

Чтобы сообщить всем внутренним маршрутизаторам о том, что есть маршрут по умолчанию, то на маршрутизаторе смотрящем на провайдера необходимо задать статический маршрут по умолчанию и транслировать его с помощью протокола OSPF:

```
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.10.10.1  
R1(config)#router ospf 1  
R1(config-router)#default-information originate
```

Первая строчка добавляет статический маршрут по умолчанию в направлении ISP, но этот маршрут пока локальный, то есть он известен только на R1. Команда default-information originate заставляет OSPF передавать этот маршрут остальным маршрутизаторам.

## Типичная настройка OSPFv2 для одной области

```
R1(config)# interface GigabitEthernet0/0
R1(config-if)# bandwidth 1000000
R1(config-if)# exit
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# router-id 1.1.1.1
R1(config-router)# auto-cost reference-bandwidth 1000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
      Please ensure reference bandwidth is consistent
across all routers.
R1(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)# network 172.16.3.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)# network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)#
R1(config-router)# passive-interface g0/0
R1(config-router)#
```

### Команды просмотра (проверки):

- **show ip ospf neighbor** — команда используется для того, чтобы убедиться, что маршрутизатор сформировал отношения смежности с соседними маршрутизаторами. Если идентификатор соседнего маршрутизатора не отображается или не показывает состояние FULL, это значит, что оба маршрутизатора не создали отношения смежности OSPF;
- **show ip protocols** — эта команда обеспечивает быструю проверку критически важных данных конфигурации OSPF. К таким данным относятся идентификатор процесса OSPF, идентификатор маршрутизатора, сети, объявляемые маршрутизатором, соседние устройства, от которых маршрутизатор принимает обновления, и значение административной дистанции по умолчанию, равное 110 для OSPF;
- **show ip ospf** — эта команда используется для отображения идентификатора процесса OSPF и идентификатора маршрутизатора, а также сведений об OSPF и области OSPF;
- **show ip ospf interface** — эта команда предоставляет подробный список интерфейсов, где работает протокол OSPF, с ее помощью можно определить, правильно ли были составлены выражения **network**.

## Настройка OSPFv3 (IPv6)

### Этапы настройки:

**Этап 1.** Включите индивидуальную адресацию IPv6: `ipv6 unicast-routing`.

**Этап 2.** Настройте адреса типа link-local (необязательно).

**Этап 3.** Настройте 32-битный идентификатор маршрутизатора в режиме конфигурации OSPFv3 с помощью команды `router-id rid`.

**Этап 4.** Настройте дополнительные характеристики маршрутизации (например, настройка заданной пропускной способности).

**Этап 5.** Настройте параметры OSPFv3, зависящие от интерфейса. Например, измените пропускную способность интерфейса.

**Этап 6.** Включите маршрутизацию IPv6 с помощью команды `ipv6 ospf area`.

**ipv6 router ospf process-id** - process-id может быть от 1 до 65535 и имеет локальное значение

Протоколы маршрутизации IPv6 включаются на интерфейсе, а не из режима конфигурации маршрутизатора, как в IPv4. Команда режима конфигурации маршрутизатора IPv4 **network** недоступна в IPv6.

**router-id rid** - установка идентификатора маршрутизатора, rid = X.X.X.X

**show ipv6 protocols** - для просмотра идентификатора маршрутизатора

После того как маршрутизатор OSPFv3 установил идентификатор маршрутизатора, идентификатор не может быть изменён до тех пор, пока маршрутизатор не будет перезагружен или процесс OSPF не будет удалён.

**clear ipv6 ospf process** - удаление процесса OSPF

Удаление процесса является предпочтительным действием. При этом протокол OSPF на маршрутизаторе R1 принудительно выполняет повторное установление отношений смежности с соседними устройствами с использованием нового идентификатора маршрутизатора.

**ipv6 ospf process-id area area-id** - включение ospf на интерфейсе

Process-id при этом должен совпадать с идентификатором процесса, используемым при создании процесса.

**Типичная настройка OSPFv3 для одной области**

```
R1(config)# ipv6 router ospf 10
R1(config-rtr)# router-id 1.1.1.1
R1(config-rtr)# auto-cost reference-bandwidth 1000
% OSPFv3-10-IPv6: Reference bandwidth is changed.
      Please ensure reference bandwidth is consistent across all
routers.
R1(config-rtr)#
R1(config-rtr)# interface GigabitEthernet 0/0
R1(config-if)# bandwidth 1000000
R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 0
R1(config-if)#
R1(config-if)# interface Serial0/0/0
R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 0
R1(config-if)#
R1(config-if)# interface Serial0/0/1
R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 0
R1(config-if)# end
R1#
```

### Команды просмотра (проверки):

- **show ipv6 ospf neighbor** — команда используется для того, чтобы убедиться, что маршрутизатор сформировал отношения смежности с соседними маршрутизаторами. Если идентификатор соседнего маршрутизатора не отображается или не показывает состояние FULL, это значит, что оба маршрутизатора не создали отношения смежности OSPF;
- **show ipv6 protocols** — позволяет быстро проверить критически важные данные конфигурации OSPFv3, включая идентификатор процесса OSPF, идентификатор маршрутизатора и интерфейсы, включенные для OSPFv3;
- **show ipv6 route ospf** — предоставляет сведения о маршрутах OSPFv3, содержащихся в таблице маршрутизации;
- **show ipv6 ospf interface brief** — эту команду рекомендуется использовать для отображения краткой информации и состояния интерфейсов, участвующих в OSPFv3.

### Настройка EIGRP IPv4

В реализациях EIGRP для IPv4 использование идентификатора маршрутизатора не так очевидно. EIGRP для IPv4 использует 32-битовый идентификатор маршрутизатора для определения исходного маршрутизатора с целью перераспределения внешних маршрутов. Необходимость идентификатора маршрутизатора становится очевиднее при обсуждении EIGRP для IPv6.

Маршрутизаторы Cisco создают идентификаторы маршрутизаторов на основе трех критериев в следующем порядке:

- Используйте адрес IPv4, настроенный с помощью команды режима конфигурации маршрутизатора:

**eigrp router-id X.X.X.X**

- Если идентификатор маршрутизатора не задан, маршрутизатор выбирает наивысший IPv4-адрес любого из его интерфейсов loopback;
- Если интерфейсы loopback не настроены, маршрутизатор выбирает наивысший активный IPv4-адрес любого из своих физических интерфейсов.

Команда **network** работает так же, как и для других протоколов маршрутизации IGP. Команда **network** в EIGRP:

- Включает для любого интерфейса этого маршрутизатора, соответствующего сетевому адресу команды режима конфигурации маршрутизатора **network**, отправку и получение обновлений EIGRP;
- Сеть интерфейсов включается в обновления маршрутизации EIGRP.

**network network-address [wildcard-mask]**

По умолчанию включена команда режима конфигурации маршрутизатора:

**eigrp log-neighbor-changes**

Эта команда используется для следующих целей:

- Вывод на экран всех изменений для отношений смежности с соседними устройствами EIGRP;
- Проверка отношений смежности с соседними устройствами при конфигурации EIGRP;
- Выдача рекомендаций администратору сети после удаления отношений смежности с соседними устройствами EIGRP.

Для запрета отношений смежности с соседними устройствами можно использовать команду: **passive-interface**

Хотя EIGRP не отправляет и не получает обновления маршрутизации через интерфейс, настроенный с помощью данной команды, **адрес этого интерфейса все еще содержится в обновлениях маршрутизации**, отправляемых через другие, непассивные интерфейсы.

Существуют две основные причины включения команды **passive-interface**:

- Подавить нежелательный трафик обновления, например, когда интерфейс является интерфейсом локальной сети без других подключенных маршрутизаторов;
- Улучшить элементы безопасности, например запрещая неизвестным сторонним устройствам маршрутизации получать обновления EIGRP.

Чтобы проверить, настроен ли интерфейс маршрутизатора как пассивный, используйте команду привилегированного режима **show ip protocols**.

### Типичная настройка EIGRP IPv4

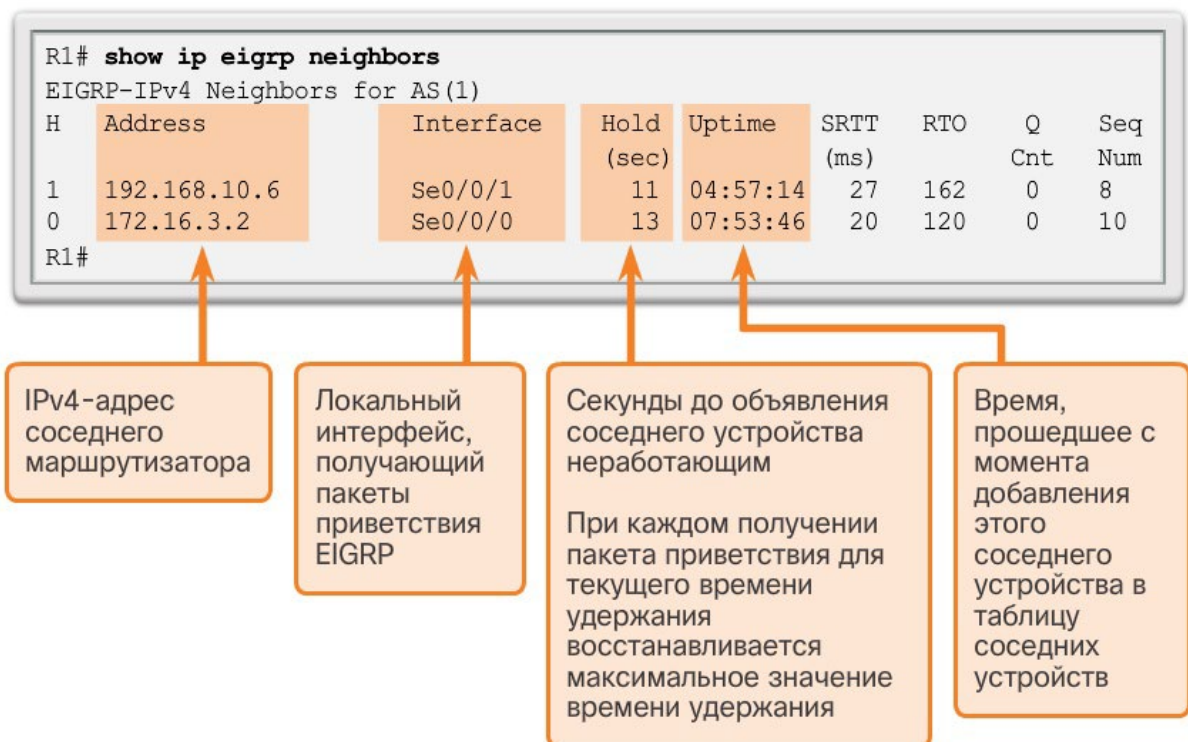
```
R1(config)#router eigrp 100
R1(config-router)#eigrp router-id 1.1.1.1
R1(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255
R1(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255
R1(config-router)#no auto-summary
R2(config)#router eigrp 100
R2(config-router)#eigrp router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255
R2(config-router)#network 20.0.0.0 0.255.255.255
```

```
R2(config-router)#no auto-summary
```

## Проверка EIGRP

Результат команды **show ip eigrp neighbors** содержит следующие данные:

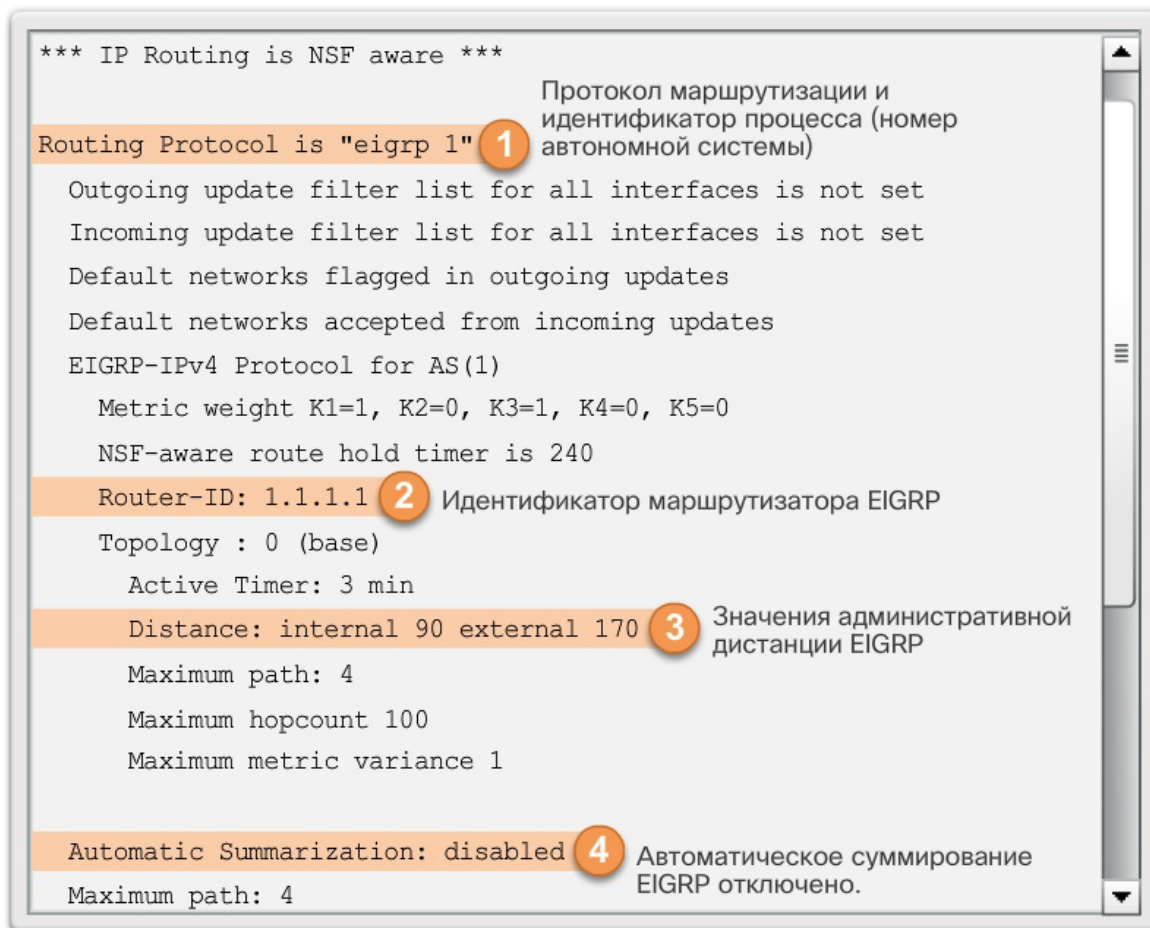
- **H.** Содержит номер для соседних устройств в порядке получения сведений о них;
- **Address.** IPv4 адрес соседнего устройства;
- **Interface.** Локальный интерфейс, через который был получен этот пакет приветствия;
- **Hold.** Текущее время удержания. После получения пакета приветствия для этого значения устанавливается максимальное для этого интерфейса время удержания, **после чего начинается обратный отсчёт**. При достижении нуля соседнее устройство считается отказавшим;
- **Uptime.** Время, прошедшее с момента добавления этого соседнего устройства в таблицу соседних устройств;
- **Smooth Round Trip Timer (SRTT)** (время плавного прохождения сигнала в прямом и обратном направлениях) и **Retransmission Timeout (RTO)** (тайм-аут повторной передачи). Используется RTP для управления пакетами надежного протокола EIGRP;
- **Queue Count.** Счётчик очереди. **Должен быть всегда равным нулю**. Если это значение не равно нулю, то какие-то пакеты EIGRP ожидают отправки;
- **Sequence Number.** Порядковый номер, используемый для отслеживания пакетов обновлений, запросов и ответов.



Команда **show ip protocols** выводит параметры и другую информацию о текущем состоянии всех активных процессов протоколов маршрутизации IPv4:

1. Номер автономной системы;

2. Идентификатор роутера;
3. Административную дистанцию;
4. Значение коэффициентов метрики;
5. Автоматическое суммирование.



Для выпусков, предшествующих IOS 15, автоматическое объединение EIGRP **включено по умолчанию**.

### Устранение неполадок EIGRP

Команда **show ip eigrp neighbors** очень полезна для проверки и устранения проблем EIGRP. Если после установления отношений смежности с соседними маршрутизаторами соседнее устройство отсутствует в списке:

1. С помощью команды **show ip interface brief** проверьте локальный интерфейс, чтобы убедиться в его активации.
2. Если интерфейс активен, попробуйте отправить эхо-запрос ping на IPv4-адрес соседнего устройства. Если этот эхо-запрос не проходит, то интерфейс соседнего устройства отключен и должен быть активирован.
3. Если эхо-запрос ping выполняется успешно, но EIGRP по-прежнему не видит маршрутизатор как соседнее устройство, проанализируйте следующие конфигурации:
  - а. Настроены ли оба маршрутизатора с использованием **одного и того же** номера автономной системы EIGRP;

6. Включена ли напрямую подключенная сеть в инструкции **network** EIGRP.

## Метрика EIGRP

По умолчанию протокол EIGRP использует для расчёта предпочитаемого пути к сети в своей составной метрике следующие значения.

- **Bandwidth** (по умолчанию  $k1 = 1$ ). **Самая низкая пропускная способность** среди всех исходящих интерфейсов на маршруте от источника до места назначения;
- **Delay** (по умолчанию  $k3 = 1$ ). **Сумма всех задержек** интерфейсов вдоль маршрута (в **десятках** микросекунд, то есть значение в микросекундах **нужно разделить на 10**);
- **Reliability** (по умолчанию  $k4, k5 = 0$ ). Представляет **наихудшую надежность** маршрута между отправителем и получателем, основанную на сообщениях проверки активности (keepalive);
- **Load** (по умолчанию  $k2 = 0$ ) представляет **худшую нагрузку** для канала между источником и местом назначения, вычисляемую на основе скорости передачи пакета и настроенной пропускной способности интерфейса.

Значения  $k$  по умолчанию можно изменить, используя команду **режима конфигурации маршрутизатора**:

**metric weights** *tos k1 k2 k3 k4 k5 - tos (type of service) всегда равен 0*

Изменять значения нужно сразу на всех маршрутизаторах процесса EIGRP, при отличии значений соседние маршрутизаторы не смогут сформировать отношения смежности.

**Пример:**

**metric weights** *0 1 1 1 0 0 - учитывается нагрузка (load)*

Для проверки значений  $k$  используется команда:

**show ip protocols**

Команда:

**show interfaces**

выводит сведения об интерфейсе, включая параметры, используемые для расчёта метрики EIGRP:

- **BW**. Пропускная способность интерфейса (в кбит/с);
- **DLY**. Задержка интерфейса (в микросекундах);
- **Reliability**. Надежность интерфейса в долях от 255 (255/255 соответствует стопроцентной надежности), рассчитываемая как экспоненциальное среднее за пять минут. По умолчанию протокол EIGRP не использует это значение при вычислении своей метрики;
- **Txload, Rxload**. Загрузка на передачу и прием для интерфейса данных в долях от 255 (255/255 соответствует полной загрузке), рассчитываемая как экспоненциальное среднее за 5 минут. По умолчанию протокол EIGRP не использует это значение при вычислении своей метрики.

Всегда проверяйте пропускную способность, используя команду **show interfaces**.

**Метрика пропускной способности (BW)** — это статическое значение, используемое некоторыми протоколами маршрутизации, такими как EIGRP и OSPF, для расчёта своей

метрики маршрутизации. Всегда проверяйте пропускную способность, используя команду **show interfaces**.

Для изменения метрики пропускной способности используйте следующую команду режима конфигурации интерфейса:

**bandwidth** *kilobits-bandwidth-value*

Задержка — это мера времени, требуемого для прохождения пакета по маршруту.

**Метрика задержки (DLY)** — является статическим значением, зависящим от типа канала, к которому подключен интерфейс.

Для изменения метрики задержки используйте следующую команду режима конфигурации интерфейса:

**delay** *value* - где *value* <1-16777215> значение в **десятках** микросекунд

Используйте команду:

**show ip eigrp topology**

для просмотра таблицы топологии. Таблица топологии содержит список всех преемников и всех возможных преемников.

Эта команда выводит для каналов сведения о том, выполняется ли для них условие осуществимости или нет:

**show ip eigrp topology all-links**

### Настройка EIGRP для IPv6

Сначала нужно включить IPv6 маршрутизацию.

**ipv6 unicast-routing**

Затем:

**ipv6 router eigrp** *autonomous-system*

**eigrp router-id** X.X.X.X

По умолчанию процесс EIGRP для IPv6 находится в **отключенном состоянии**. Чтобы включить процесс EIGRP для IPv6 требуется команда:

**no shutdown**

```
R2(config)# ipv6 unicast-routing
R2(config)# ipv6 router eigrp 2
R2(config-rtr)# eigrp router-id 2.0.0.0
R2(config-rtr)# no shutdown
R2(config-rtr)#
```

EIGRP для IPv6 настраивается прямо на интерфейсе.

```

R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ipv6 eigrp 2
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface s 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 eigrp 2
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface s 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 eigrp 2
R1(config-if)#

```

Та же команда:

### **passive-interface**

использовавшаяся для IPv4, применяется и для настройки пассивного интерфейса в EIGRP для IPv6. Для проверки конфигурации используется команда:

### **show ipv6 protocols**

Для просмотра соседей:

### **show ipv6 eigrp neighbors**

<pre> R1# show ipv6 eigrp neighbors EIGRP-IPv6 Neighbors for AS(2) </pre>									
H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num	
1	Link-local address: FE80::3	Se0/0/1	13	00:37:17	45	270	0	8	
0	Link-local address: FE80::2	Se0/0/0	14	00:53:16	32	2370	0	8	
R1#									

Локальный IPv6-адрес канала соседнего устройства.

Локальный интерфейс, получающий пакеты приветствия EIGRP для IPv6.

Время, прошедшее с момента добавления этого соседнего устройства в таблицу соседних устройств.

Секунды до объявления соседнего устройства неработающим.

При каждом получении пакета приветствия для текущего времени удержания восстанавливается максимальное значение времени удержания.

Содержит следующие данные:

- **Н.** Содержит номер соседних устройств в порядке получения сведений о них;

- **Address.** Локальный IPv6-адрес канала для соседнего устройства;
- **Interface.** Локальный интерфейс, через который был получен этот пакет приветствия;
- **Hold.** Текущее время удержания. После получения пакета приветствия для этого значения устанавливается максимальное для этого интерфейса время удержания, после чего начинается обратный отсчёт. При достижении нуля соседнее устройство считается отказавшим;
- **Uptime.** Время, прошедшее с момента добавления этого соседнего устройства в таблицу соседних устройств;
- **SRTT и RTO.** Используются протоколом RTP для управления надежной доставкой пакетов EIGRP;
- **Queue Count.** Счётчик очереди. **Должен быть всегда равным нулю.** Если он больше нуля, существуют пакеты EIGRP, ожидающие отправки;
- **Sequence Number.** Порядковый номер, используемый для отслеживания пакетов обновлений, запросов и ответов.