4. Протокол динамической маршрутизации EIGRP

Характеристика протокола *EIGRP*

Дистанционно векторный протокол маршрутизации *EIGRP* представляет собой усовершенствованный протокол *IGRP*, разработанный компанией *Cisco*.

EIGRP совмещает в себе *принципы дистанционно векторных протоколов маршрутизации*, используя вектор расстояния с более точной метрикой для определения наилучших путей к сети назначения, и *принципы протоколов состояния канала (раздел 5)*, используя триггерные обновления для распространения изменений маршрутной информации. За такое сочетание принципов работы, этот протокол иногда называют ***гибридным***.

Протокол EIGRP можно использовать в сети при условии, что все маршрутизаторы - устройства Cisco.

Протокол	тип	класс	административная дистанция
RIPv1	Дистанционно векторный	Классовый	120
RIPv2	Дистанционно векторный	Бесклассовый	120
EIGRP	Дистанционно векторный	Бесклассовый	90
OSPF	Протокол состоянии канала	Бесклассовый	110

Поддержка маршрутной информации в протоколе EIGRP

Для поддержки маршрутизации протокол EIGRP использует следующие средства:

Таблица соседей – содержит список соседних маршрутизаторов, что обеспечивает двухстороннее взаимодействие между непосредственно соединенными маршрутизаторами.

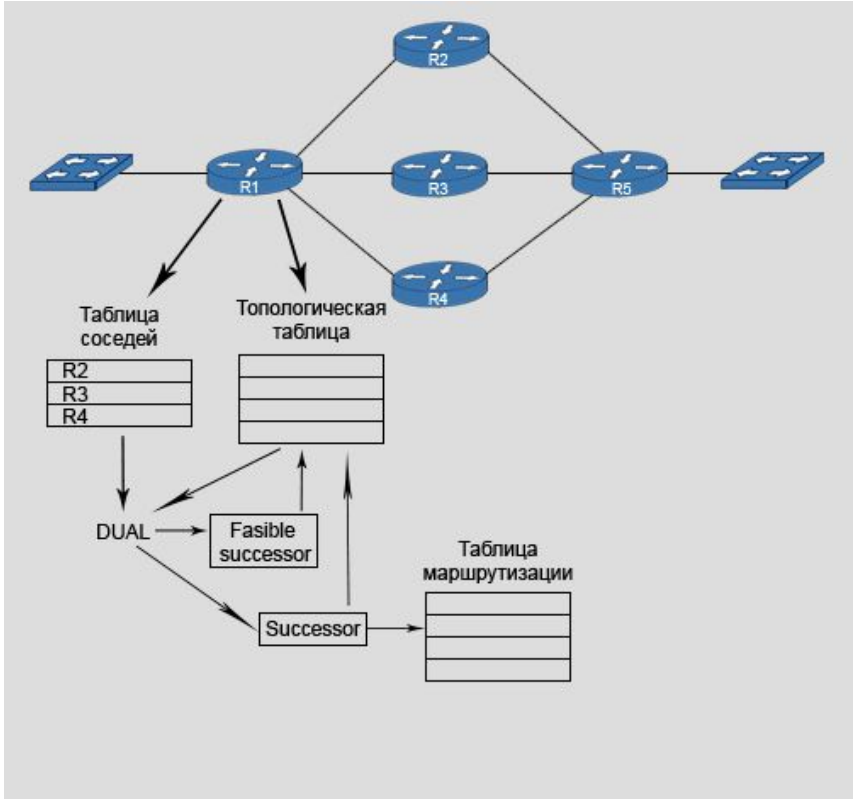
Топологическая таблица – содержит записи о маршрутах для всех сетей назначения, о которых известно маршрутизатору.

DUAL (diffusing update algorithm) – алгоритм диффузионных обновлений используемый, для вычисления маршрутов.

Таблица маршрутизации – содержит наилучшие маршруты в сети назначения, выбранные из топологической таблицы.

Успешный (*Successor*) – наилучший маршрут (основной), найденный для достижения сети назначения. Он заносится в таблицу маршрутизации.

Возможный успешный (*Feasible successor*) - резервный маршрут. Резервные маршруты выбираются в тоже время, что и наилучший. Эти маршруты хранятся в топологической таблице. Возможно существование нескольких резервных маршрутов до сети назначения.



Поддержка разных протоколов сетевого уровня

Протокол маршрутизации *EIGRP* поддерживает несколько протоколов сетевого уровня:
IP, IPX, Apple Talk.

Для этого используется протоколо-зависимый модуль *(protocol dependent module - PDM)*. Для каждого маршрутизируемого протокола на маршрутизаторе *EIGRP* поддерживаются отдельные средства:

Таблица соседей
Топологическая таблица
Таблица маршрутизации

Для доставки сообщений EIGRP используется протокол RTP (Reliable transport protocol), так как IPX и Apple Talk не поддерживают TCP(Transfer control protocol) или UDP(User datagram protocol).

Структура *EIGRP*

PDM	*IP*	*IPX*	*Apple Talk*
	Таблица соседей	Таблица соседей	Таблица соседей
	Топологическая таблица	Топологическая таблица	Топологическая таблица
	DUAL	*DUAL*	DUAL
	Таблица маршрутизации	Таблица маршрутизации	Таблица маршрутизации
	RTP		
	Сетевой уровень		

Типы сообщений *EIGRP*

EIGRP использует несколько типов сообщений (пакетов) для поддержки маршрутной информации.

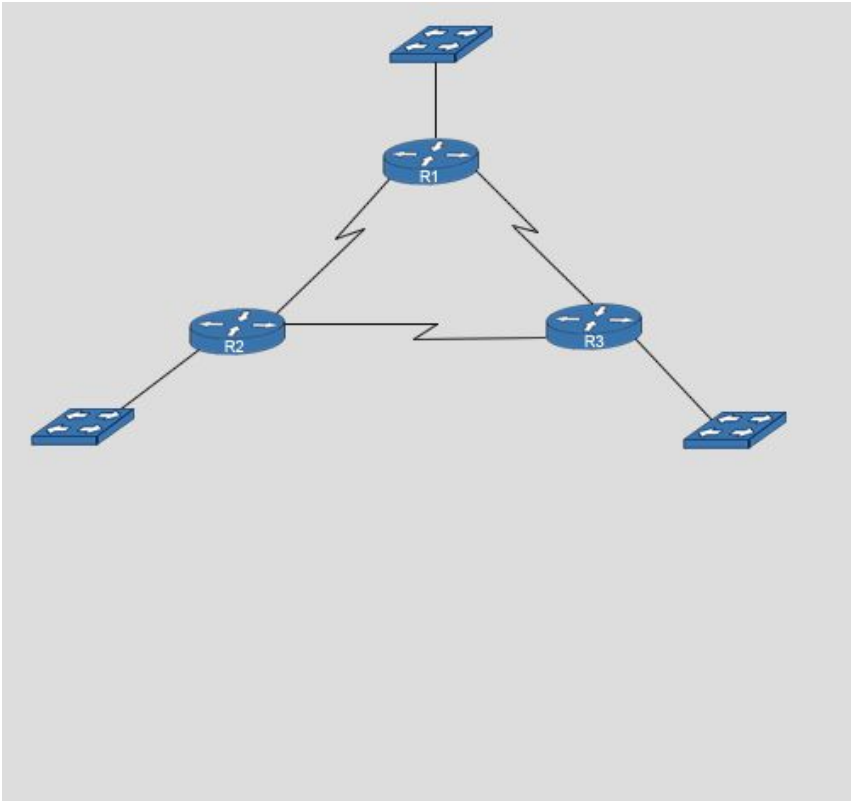
Для обмена маршрутной информацией и сообщениями *EIGRP* используется *IP*-адрес групповой рассылки 224.0.0.10.

Hello – используются для поиска соседей и формирования соседских отношений.

Update – используется для распространения маршрутной информации. Эти пакеты отправляются только при изменении маршрутной информации.

Acknowledgement – используется для подтверждения в протоколе *RTP*.

Query(запрос) и *Reply*(ответ) – используются алгоритмом DUAL при поиске маршрутов в сети.



Метрики протокола *EIGRP*

EIGRP использует композитную метрику маршрута. Формула расчета такой метрики дает гораздо более точные результаты при выборе наилучшего маршрута.

Путь, имеющий наименьшее значение метрики, является наилучшим маршрутом.

В протоколе *EIGRP* метрика рассчитывается с использованием коэффициентов от *K1* до *K5,* которые могут иметь значение «0» или «1».

Метрика *EIGRP* может включать следующие компоненты:

Bandwidth (BW) – полоса пропускания.

Load – загрузка.

Delay – задержка.

Reliability – надежность.

По умолчанию в метрике *EIGRP* используются только значения *полосы пропускания* и *задержки (K1* и *K3)*. Коэффициенты *K1* и *K3* равны «1», *K2, K4, K5* равны «0».

Значения коэффициентов можно при необходимости изменять.

Метрика	*Значение Ki по умолчанию*
Bandwidth	*K1=1*
Load	*K2=0*
Delay	*K3=1*
Reliability	*K4=0, K5=0*

Вычисление метрики по умолчанию выполняется по формуле

*K1*BW+K3*Delay*

Полная метрика вычисляется по формуле

*[K1*BW+(K2*BW)/(256-Load)+K3*Delay]*[K5/(Reliability+K4)]*

Значения метрик протокола *EIGRP*

Посмотреть значения параметров метрик на интерфейсе можно с помощью команды *show interfaces.*

Метрика *Bandwidth (BW).*

Полоса пропускания (BW) выражается в Кбит/с. Этот параметр может не отражать реальную производительность. Изменение *BW* влияет только на расчет стоимости маршрута.

При формировании стоимости маршрута выбирается минимальное значение *BW* до сети назначения. Расчет стоимости по *BW* выполняется по формуле *(10.000.000/BW)*256*. При делении может появиться дробная часть, которая отбрасывается перед умножением.

Метрика *Delay (DLY)*.

Определяет время, за которое пакет проходит по маршруту (измеряется в микросекундах). Формируется как сумма задержек исходящих интерфейсов до сети назначения *(Σ (DLY*10/256))*. Значение этого параметра может быть изменено администратором, но, как и BW, влияет только на стоимость маршрута.

Метрика *Load.*

Объем трафика, проходящего через соединение. Является динамическим параметром и изменяется в диапазоне от 0 до 255. Чем меньше это значение, тем предпочтительнее использование данного канала. Параметр пересчитывается каждые 5 мин как средняя загрузка по входящему и исходящему интерфейсу.

Метрика *Reliability (rely).*

Вероятность того, что соединение будет неисправно. Динамический параметр, изменяющийся в диапазоне от 0 до 255. Параметр пересчитывается каждые 5 мин. Основывается на получении *keepalive*-пакетов.

R1#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up (connected)
…
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255
…

Для интерфейса *serial*

Стоимость метрики *BW* примет значение
*10.000.000/BW*256=10.000.000/1544*256= 1.657.856*

Стоимость метрики *DLY* примет значение
*DLY*10/256=20.000/10*256= 512.000*

Метрика *Load*
1/255 – минимальная загрузка.
255/255 – максимальная загрузка.

Метрика *rely*
1/255 – минимальная надежность (1%).
255/255 – максимальная надежность (100%).

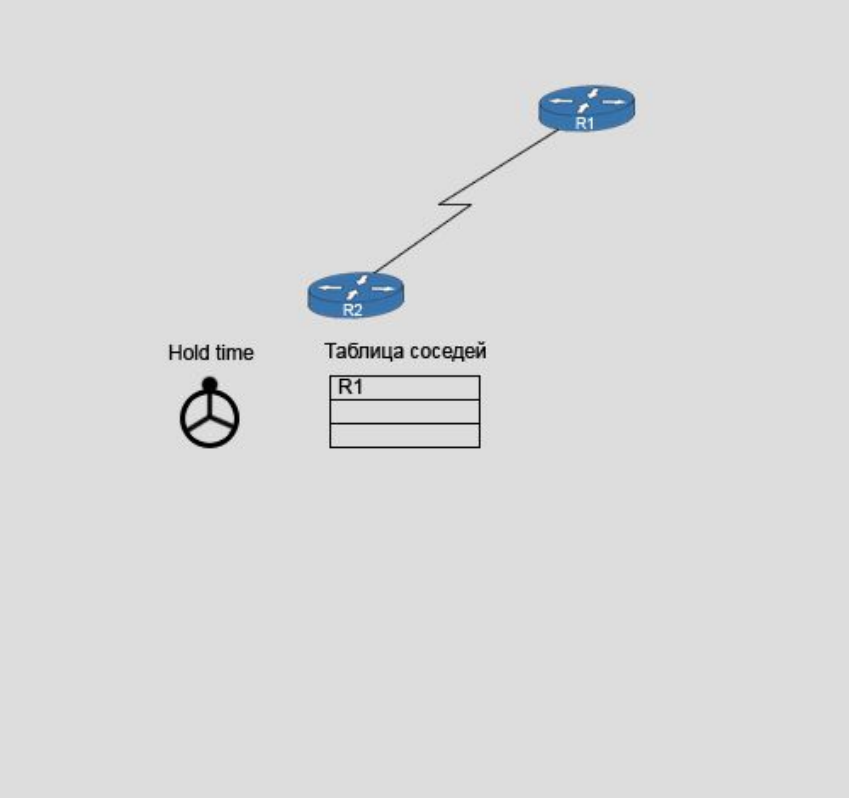
Таймеры протокола *EIGRP*

В протоколе *EIGRP* для обеспечения целостности маршрутной информации используется два таймера:

hello-interval – указывает время, через которое будут отправляться сообщения *Hello* определяющие наличие соседа. Для соединений точка-точка - по умолчанию 10с. Для сетей с множественным доступом – 60с.

hold-time – определяет время, в течении которого ожидается сообщение *Hello* от соседа. По истечении этого времени маршрутизатор из таблицы маршрутизации исключает маршруты, полученные от данного соседа (три интервала *hello* – 30с или 120с для сетей с множественным доступом).

Эти интервалы можно изменить в подрежиме настройки интерфейса *EIGRP*. ***На соседних маршрутизаторах интервалы hello и hold-time могут не совпадать. Главное, что бы интервал hello был меньше интервала hold-time.***



Алгоритм *DUAL*

Для своей работы алгоритм DUAL использует набор элементов.

Feasible distance (FD) (возможная дистанция) – минимальная стоимость до сети назначения.

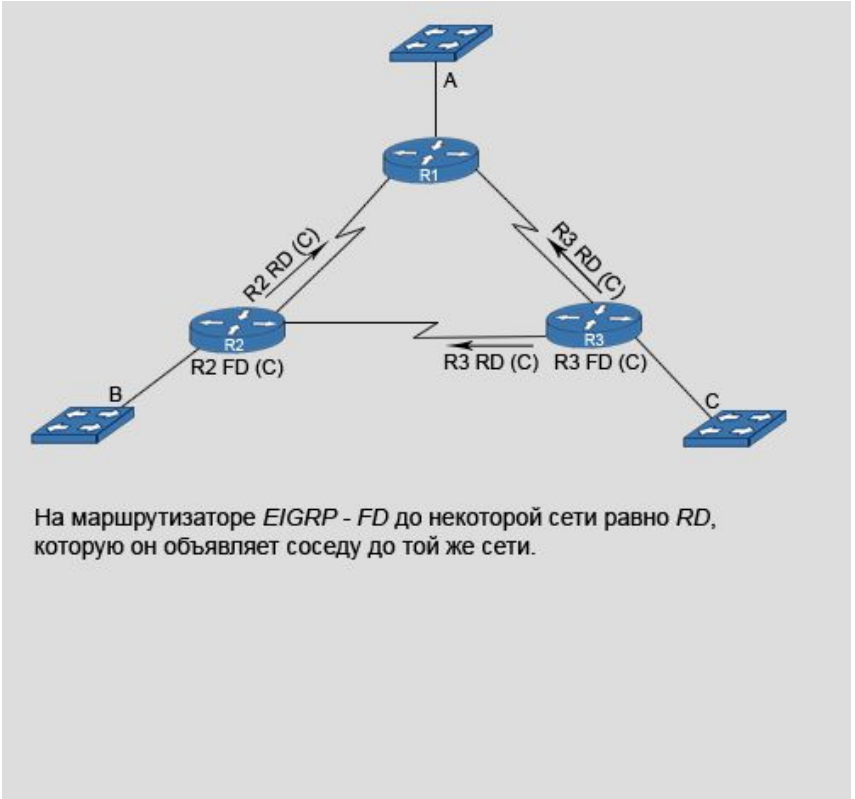
Reported distance (RD) (объявленная дистанция) – стоимость маршрута до сети назначения, которую маршрутизатор объявляет своему соседу.

Feasible condition (FC) (возможное условие) – стоимость RD от соседнего маршрутизатора (не successor) меньше, чем FD через *successor*.

Successor – соседний маршрутизатор, используемый для передачи пакетов в сеть назначения по маршруту с минимальной стоимостью. Находится в таблице маршрутизации.

Feasible successor – маршрутизатор имеющий маршрут в ту же сеть, что и successor, со стоимостью удовлетворяющей FC. Таким образом, исключаются петли маршрутизации (*loop free*).

Таблица топологии, хранящая все эти элементы.



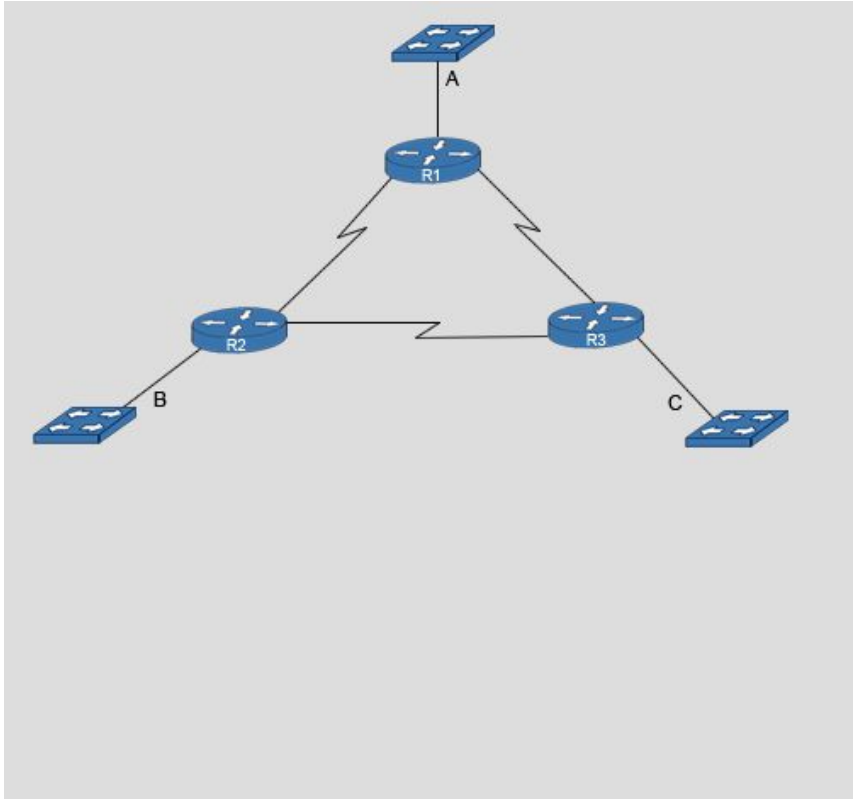
На маршрутизаторе *EIGRP - FD* до некоторой сети равно *RD*, которую он объявляет соседу до той же сети.

Процесс построения таблицы маршрутизации
Первый этап

Каждый маршрутизатор на всех своих интерфейсах устанавливает отношения соседства с другими маршрутизаторами и заносит их в таблицу «соседей», рассылая *Hello*-пакеты.

Два маршрутизатора становятся *EIGRP* соседями если:

- их интерфейсы подключены к одной линии связи и являются активными;
- на обоих маршрутизаторах включен протокол *EIGRP*;
- через интерфейсы, связывающие эти маршрутизаторы, работает протокол *EIGRP*.



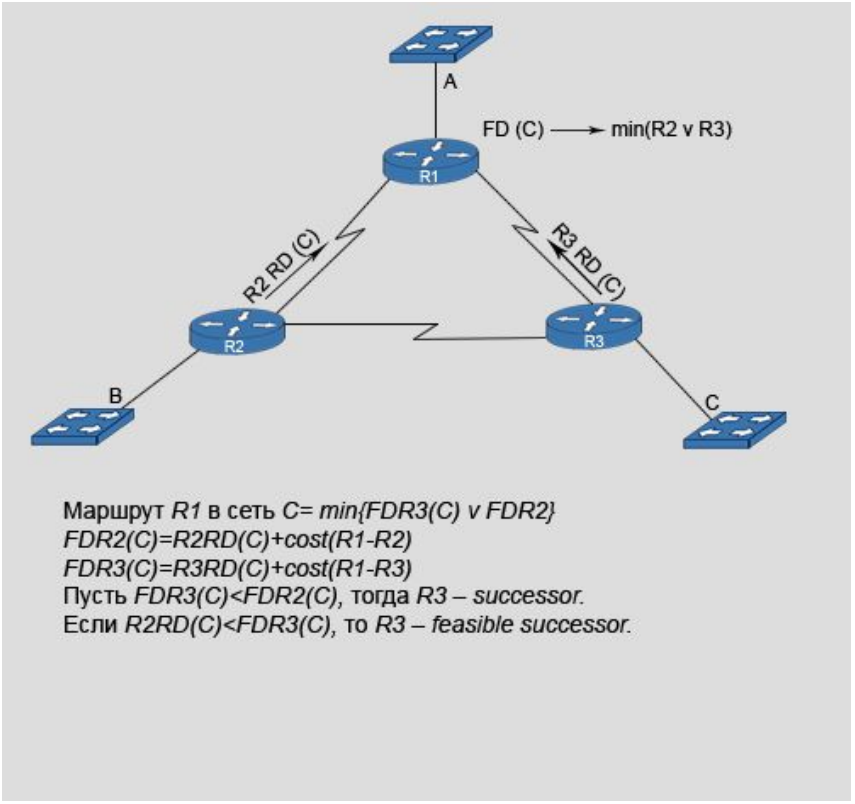
Процесс построения таблицы маршрутизации
Второй этап

Каждый маршрутизатор после установления отношений соседства объявляет соседям о всех своих маршрутах, посылая *Update* с *RD*.

Маршрутизатор, получивший *RD* о сети, добавляет к стоимости маршрута стоимость интерфейса, через который принято обновление и устанавливает *FD* для данной сети.

Маршрутизатор может получить *RD* об одной и той же сети от нескольких соседей. В таком случае рассчитываются *FD* по всем направлениям, и маршрут с наименьшей стоимостью будет занесен в таблицу маршрутизации, а сосед, передавший это *RD*, получит статус - successor. После этого, полученная *FD* сравнивается с оставшимися *RD*. Если найдется RD со стоимостью меньше чем *FD*, то этот маршрут будет занесен в таблицу топологии, а сосед, передавший это *RD*, получит статус – feasible successor.

Таким образом, решается задача уменьшения времени конвергенции, так как резервный маршрут уже найден. Кроме этого, исключаются петли маршрутизации, так как отбрасываются объявления о сетях со стоимостью больше, чем стоимость существующего маршрута.



Процесс построения таблицы маршрутизации
Реакция на изменения в сети

Если состояние связи изменилось, то происходит рассылка триггерных обновлений с помощью пакетов *Update* и получение соответствующих подтверждений *(ACK)*.

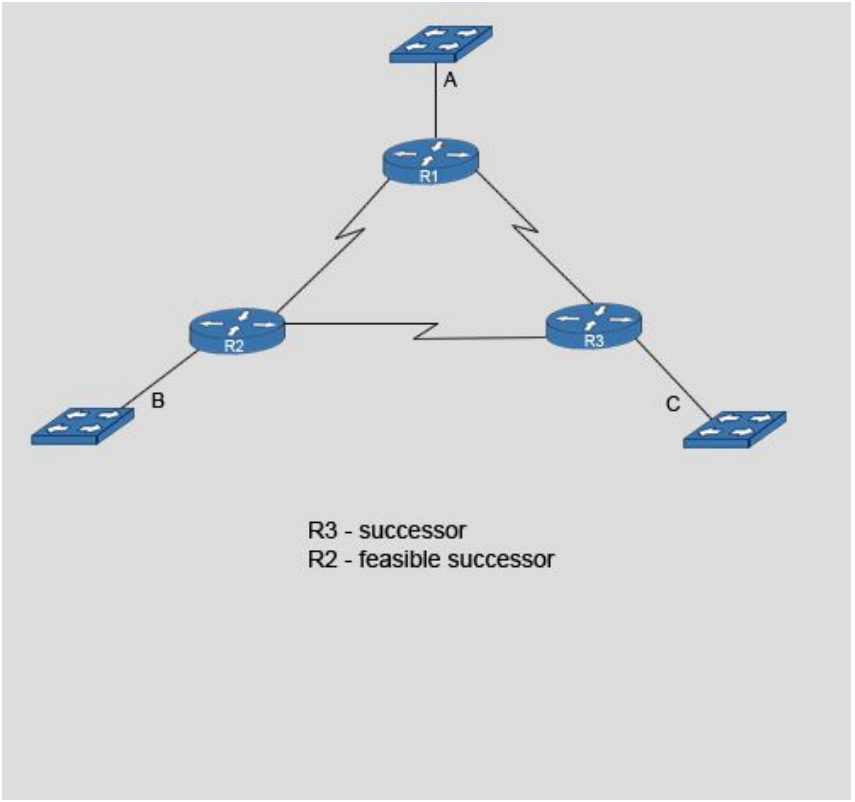
Маршрут удаляется из таблицы маршрутизации.

Получив новое объявление об изменении состояния связи, маршрутизатор действует в зависимости от того, есть ли резервный маршрут в таблице топологий или нет.

Если в таблице топологий есть *feasible successor*, то он становится *successor* и переводится в таблицу маршрутизации.

Если в таблице топологий нет *feasible successor*, то запись об этом маршруте переводится в активное состояние *(Active)* и запускается алгоритм *DUAL* для поиска маршрута в сеть. Начинается рассылка запросов *(Query)* о маршруте в сеть. Если получен положительный ответ, то в таблице маршрутизации формируется соответствующий маршрут.

Алгоритм *DUAL* работает по принципу конечного автомата *(finite state machine – FSM)*.



Автономная система

В протоколе маршрутизации EIGRP необходимо указывать номер процесса. В качестве идентификатора процесса назначается номер автономной системы.

Автономная система *(AS)* – это часть сети находящаяся под единым административным управлением и использующая единую политику маршрутизации. Правила создания и регистрации *AS* приведены в *RFC* 1930.

Номера *AS* назначаются той же организацией, которая выдает *IP*-адреса.

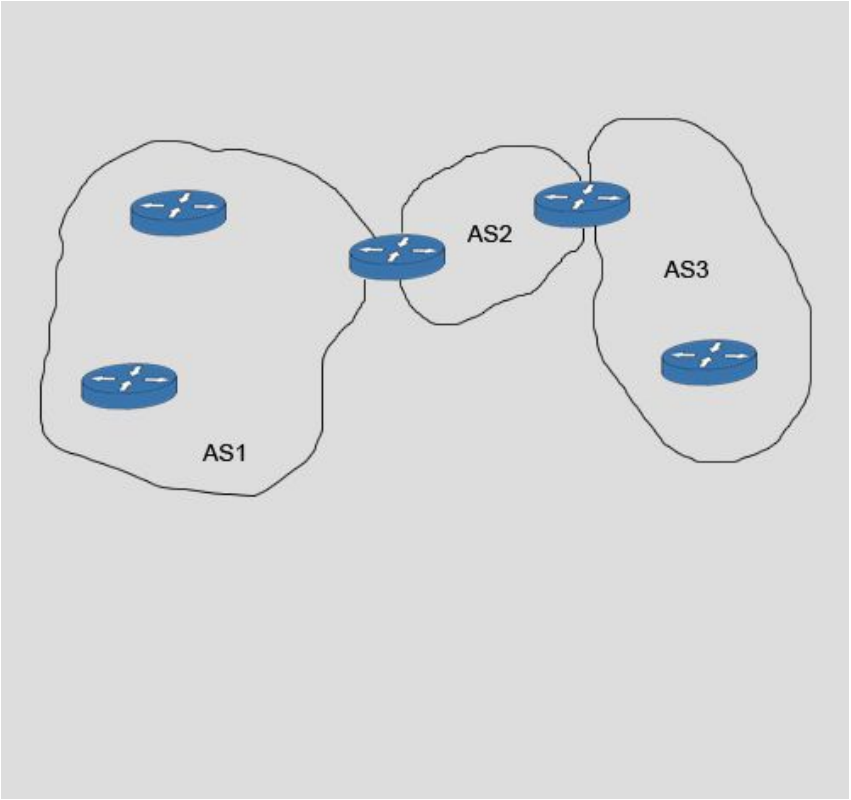
Все маршрутизаторы внутри автономной системы должны использовать одинаковый номер, иначе они не смогут обмениваться маршрутной информацией.

На одном маршрутизаторе может быть настроено несколько процессов.

Это сделано для возможности масштабирования протокола *EIGRP*.

Важно.

На соседних маршрутизаторах EIGRP должен быть настроен с одинаковыми номерами AS. В противном случае отношения соседства установлены не будут.



Преимущества протокола *EIGRP*

Сохранение резервных маршрутов, если они есть, дает возможность быстро переключаться на альтернативные пути при изменении топологии без включения алгоритма *DUAL*, что уменьшает время конвергенции, экономит ресурсы: полосу пропускания, памяти и процессорного времени.

При хорошей разработке дизайна сети, *EIGRP* масштабируется и имеет малое время сходимости при минимальной загрузке сети.

EIGRP поддерживает балансировку нагрузки по маршрутам с неэквивалентной метрикой.

EIGRP при обычном функционировании очень экономно расходует сетевые ресурсы. В сети, где нет изменений, распространяются только *hello*-пакеты.

Когда происходят изменения, передаются только эти изменения, а не вся таблица маршрутизации. При этом минимизируется нагрузка создаваемая протоколом на сеть.

EIGRP по умолчанию поддерживает автоматическое (классовое) суммирование маршрутов по границе основной сети. Однако, в отличие от других классовых протоколов маршрутизации, например, *IGRP* и *RIP*, суммирование маршрутов можно настроить вручную на произвольные границы сети для уменьшения размеров таблицы маршрутизации.

Сохранение резервных маршрутов.

Минимизация времени конвергенции.

Экономия вычислительных ресурсов маршрутизатора.

Экономия полосы пропускания.

Возможность суммирования адресов.

Конфигурирование *EIGRP*

Для настройки протокола *EIGRP* необходимо ввести команду *router eigrp* в режиме глобальной конфигурации. Кроме этого необходимо указать номер автономной системы.

*Router(config)# **router eigrp** autonomous-system*

Номер *AS* указывается в диапазоне от *1* до *65535.*

Затем в подрежиме настройки протокола маршрутизации необходимо указать сети, через которые протокол *EIGRP* должен посылать и получать обновления.

*Router(config-router)# **network** network-number*

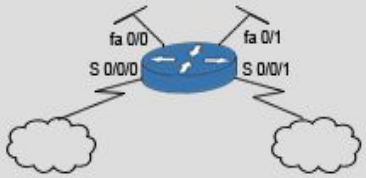
Команда ***network*** назначает номер классовой сети, к которой непосредственно подключен маршрутизатор. Процесс *EIGRP* ассоциирует адреса интерфейсов с указанным номером сети и начинает обработку *EIGRP* пакетов на определенных интерфейсах.

Если необходимо выделить интерфейсы, то можно использовать инверсную маску:

*Router(config-router)# **network** network-number wildcard-mask*

network-number- Может быть сетью, подсетью или *IP*-адресом интерфейса.

wildcard—mask - Инверсная маска. Двоичный 0 в маске говорит о том, что соответствующий бит в проверяемом *IP*-адресе должен совпадать с битом в параметре *network-number.* Двоичная 1 в маске говорит о том, что соответствующий бит в проверяемом *IP*-адресе может быть любым. Например, инверсная маска 0.0.0.0




```
Router(config)#interface fa0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config)#interface fa0/1
Router(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config)#interface s0/0/0
Router(config-if)#ip address 190.120.20.129 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#interface s0/0/1
Router(config-if)#ip address 190.120.20.193 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit

Router(config)#router eigrp 1
Router(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.255
Router(config-router)#network 172.16.2.0 0.0.0.255
Router(config-router)#network 190.120.20.128 0.0.0.3
Router(config-router)#network 190.120.20.192 0.0.0.3
```

Демонстрационный пример настройки *EIGRP*

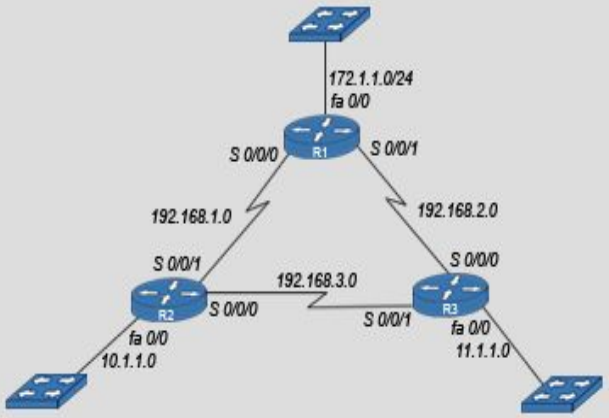
Надо настроить на маршрутизаторах *R1*, *R2* и *R3* протокол маршрутизации *EIGRP*.

На маршрутизаторах значение 1 определяет номер автономной системы, в которой работает протокол *EIGRP*.

Вычисление обратных масок, не проходящих по границам классовых сетей, может быть сопряжено с ошибками.

Вычисления обратной маски можно избежать, если после команды ***network*** указывать адрес интерфейса. На последовательных интерфейсах маршрутизаторов укажем классовые номера сетей без масок.

На остальных интерфейсах маршрутизаторов применим маску 0.0.0.255.




```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#network 192.168.1.0
R1(config-router)#network 192.168.2.0
R1(config-router)#network 172.1.1.0 0.0.0.255

R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#network 192.168.1.0
R2(config-router)#network 192.168.3.0
R2(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.255

R3(config)#router eigrp 1
R3(config-router)#network 192.168.2.0
R3(config-router)#network 192.168.3.0
R3(config-router)#network 11.1.1.0 0.0.0.255
```

Проверка таблицы маршрутизации

Команда *show ip route* показывает все известные маршрутизатору маршруты и источники их получения.

В нашем примере в таблице маршрутизации присутствует два типа записей: *C – connected и D – EIGRP.*

С помощью протокола маршрутизации изучены сети 10.0.0.0 и 11.0.0.0. Но в нашей схеме присутствуют сети 10.1.1.0/24 и 11.1.1.0/24. *Протокол работает как - классовый*. А это исключает использование супернеттинга *(supernet)*.

Кроме сетей изученных протоколом *EIGRP*, которые существуют физически, в таблице содержится маршрут *summary Null0.*

При формировании таблицы маршрутизации протокол EIGRP автоматически добавляет маршрут *Null0,* который является суммарным по границе класса сети.

Это *«маршрут никуда»* и используется для отбрасывания пакетов, адреса назначения которых совпали с классовым номером сети *(parent)*, но не совпали ни с одной из образовавших его подсетей *(child)*.

Все эти особенности формирования таблиц маршрутизации в *EIGRP* связаны с тем, что по умолчанию на маршрутизаторе включен режим *auto–summary*, т.е. автоматическое суммирование по границам классов сетей. Для отключения этого режима надо в подрежиме настройки протокола *EIGRP* ввести команду *no auto-summary.*

Рекомендуется выполнить эту команду на всех маршрутизаторах автономной системы.

После выполнения команды в таблице маршрутизации появятся бесклассовые сети.

```
R1#show ip route
Codes: C- connected, S- static, I-IGRP, R-RIP, M-mobile, B-BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
…

D    10.0.0.0/8 [90/2172416] via 192.168.1.2, 00:06:59, Serial0/0/0
D    11.0.0.0/8 [90/2172416] via 192.168.2.2, 00:03:12, Serial0/0/1
     172.1.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D       172.1.0.0/16 is a summary, 00:12:22, Null0
C       172.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
D    192.168.3.0/24 [90/2681856] via 192.168.1.2, 00:07:47, Serial0/0/0
                    [90/2681856] via 192.168.2.2, 00:03:29, Serial0/0/1


R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)# ^Z

R1#sh ip route
Codes: C- connected, S- static, I- IGRP, R- RIP, M-mobile, B-BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
…
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D       10.1.1.0 [90/2172416] via 192.168.1.2, 00:01:39, Serial0/0/0
     11.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D       11.1.1.0 [90/2172416] via 192.168.2.2, 00:02:12, Serial0/0/1
     172.1.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
D    192.168.3.0/24 [90/2681856] via 192.168.2.2, 00:01:35, Serial0/0/1
                    [90/2681856] via 192.168.1.2, 00:01:35, Serial0/0/0
```

Ручное суммирование с использованием бесклассовой адресации будет рассмотрено в разделе 6 данного курса.

Проверка таблицы топологии

Кроме таблицы маршрутизации можно посмотреть содержимое таблицы топологии с помощью команды *show ip eigrp topology*. В таблице топологий можно проверить наличие резервных маршрутов до сетей назначения и состояние маршрутов.

Например:

P 10.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
via 192.168.1.2 (2172416/28160), Serial0/0/0

28160 - RD от маршрутизатора R3 – successor.

via 192.168.2.2 (2684416/2172416), Serial0/0/1

2172416 – RD от маршрутизатора R2 – feasible successor.
2684416 – FD, которая могла бы быть, если бы R2 был основным.

Запись о сети *192.168.3.0* говорит о том, что туда есть два маршрута с равной стоимостью *(2 successors).*

```
R1#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 1

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 172.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160
        via Connected, FastEthernet0/1
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/0/1
P 11.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
        via 192.168.2.2 (2172416/28160), Serial0/0/1
        via 192.168.1.2 (2684416/2172416), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/0/0
P 10.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
        via 192.168.1.2 (2172416/28160), Serial0/0/0
        via 192.168.2.2 (2684416/2172416), Serial0/0/1
P 192.168.3.0/24, 2 successors, FD is 2681856
        via 192.168.2.2 (2681856/2169856), Serial0/0/1
        via 192.168.1.2 (2681856/2169856), Serial0/0/0
```

Изменение метрики маршрута

Изменим метрику одного из маршрутов таким образом, чтобы в сеть 10.1.1.0 на маршрутизаторе *R1* был только основной (successor) маршрут через *R2*.

Для этого необходимо уменьшить *BW* на сегменте сети *R2-R3*.

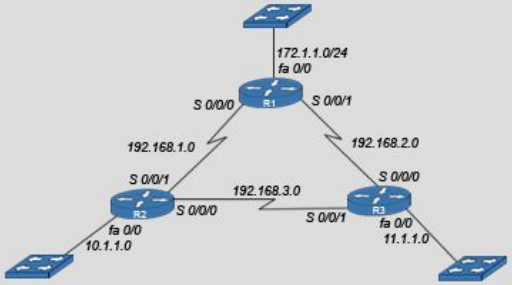
Сначала необходимо проверить текущее значение *BW.* Для этого выполним команду *show interfaces serial 0/0/1* на маршрутизаторе *R3.*

Теперь в подрежиме настройки интерфейса *Serial 0/0/1* маршрутизатора *R3* введем команду *bandwidth* с указанием нового значения скорости в кбит/с.

Проверим содержимое таблицы маршрутизации *R1*. Остался только один маршрут в сеть *192.168.3.0*.

Остается посмотреть содержимое таблицы топологии.

В сеть 10.1.1.0 остался только основной маршрут.




```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is HD64570
  Internet address is 192.168.2.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255,
load 1/255
...

R3(config)#interface serial 0/0/1
R3(config-if)#bandwidth 1500
R1#sh ip route
...
10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D  10.1.1.0 [90/2172416] via 192.168.1.2, 00:46:16, Serial0/0/0
 11.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D  11.1.1.0 [90/2342912] via 192.168.2.2, 00:00:09, Serial0/0/1
    172.1.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C  172.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C  192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C  192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
D  192.168.3.0/24[90/2681856] via 192.168.1.2, 00:46:12, Serial0/0/0

R1#sh ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 1

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 172.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160
        via Connected, FastEthernet0/1
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/0/1
P 11.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
        via 192.168.2.2 (2172416/28160), Serial0/0/1
        via 192.168.1.2 (2684416/2172416), Serial0/0/0
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 2681856
        via 192.168.1.2 (2681856/2169856), Serial0/0/0
        via 192.168.2.2 (4294967295/2218496), Serial0/0/1
P 10.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
        via 192.168.1.2 (2172416/28160), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2169856
        via Connected, Serial0/0/0
```

Выключение маршрута

После того как в сеть *10.1.1.0* на маршрутизаторе *R1* остался только основной маршрут, можно пронаблюдать реакцию протокола *EIGRP* на его выключение.

Для контроля работы протокола *EIGRP* надо запустить команду *debug eigrp fsm*. Это отладочный модуль работы алгоритма *DUAL*.

После этого имитируем неисправность на интерфейсе *serial 0/0/1 R2, изменив IP-адрес.*

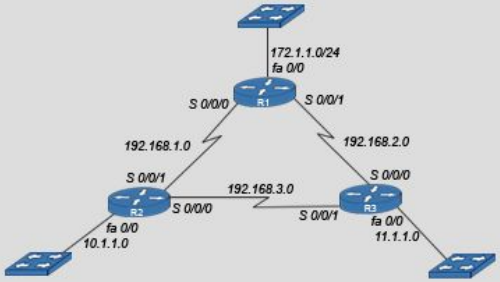
О всех сетях, доступных ранее через соседа 192.168.1.2 получены метрики недостижимости *4294967295/4294967295.*

Посылается запрос о достижимости этих сетей *Find FS for dest.*

Для сети *11.1.1.0* просто удаляется резервный маршрут.

Для сети *192.168.3.0* происходит замена основного маршрута на резервный, который находился в таблице топологии.

Для сети *10.1.1.0* выполняется запрос нового маршрута, так как в таблице топологии резервного не было.




```
R1# debug eigrp fsm
EIGRP FSM Events/Actions debugging is on
R2#conf t
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#ip address 191.168.1.2 255.255.255.0

R1#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 192.168.1.2
(Serial0/0/0) is down: holding time expired
DUAL: linkdown: start - 192.168.1.2 via Serial0/0/0
DUAL: Destination 11.1.1.0/24
DUAL: rcvupdate: 11.1.1.0/24 via 192.168.1.2 metric
4294967295/4294967295
DUAL: Find FS for dest: 11.1.1.0/24. FD is 2172416, RD is 28160
DUAL: Destination 192.168.3.0/24
DUAL: rcvupdate: 192.168.3.0/24 via 192.168.1.2 metric
4294967295/4294967295
DUAL: Find FS for dest: 192.168.3.0/24. FD is 2681856, RD is 2169856
DUAL:       0.0.0.0 metric 4294967295/4294967295 not found Dmin is
4294967295
DUAL: Destination 10.1.1.0/24
DUAL: rcvupdate: 10.1.1.0/24 via 192.168.1.2 metric
4294967295/4294967295
DUAL: Find FS for dest: 10.1.1.0/24. FD is 2172416, RD is 28160
DUAL:       0.0.0.0 metric 4294967295/4294967295 not found Dmin is
4294967295
DUAL: linkdown: finish
DUAL: rcvupdate: 192.168.3.0/24 via 192.168.2.2 metric
2730496/2730496
DUAL: Find FS for dest: 192.168.3.0/24. FD is 4294967295, RD is
4294967295
DUAL: RT installed 192.168.3.0/24 via 192.168.2.2
DUAL: Send update about 192.168.3.0/24.  Reason: metric chg
DUAL: rcvupdate: 10.1.1.0/24 via 192.168.2.2 metric 2733056/2733056
DUAL: Find FS for dest: 10.1.1.0/24. FD is 4294967295, RD is 4294967295
DUAL: RT installed 10.1.1.0/24 via 192.168.2.2
DUAL: Send update about 10.1.1.0/24.  Reason: metric chg
```

Упражнение по конфигурированию протокола *EIGRP*

Сконфигурируйте протокол EIGRP на маршрутизаторе.

Автономна система № 50.

Интерфейсы имеют адреса

ip-адрес 170.1.1.1 255.255.255.0

ip-адрес 130.12.38.1 255.255.255.0

(симуляция)

```
Router(config)#router eigrp 50
Router(config-router)#network 170.1.1.1 0.0.0.255
Router(config-router)#network 130.12.38.1 0.0.0.255
```

Просмотр дополнительной информации по протоколу *EIGRP*

В процессе отладки протокола *EIGRP* можно использовать команду ***show ip eigrp neighbors*** показывает информацию о соседях *EIGRP* на каждом интерфейсе.

При этом указывается ip-адрес соседа *EIGRP*, интерфейс к которому подключен сосед, время работы.

Команда ***show ip eigrp interfaces*** показывает информацию о *EIGRP* на интерфейсах

```
R1#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 1
H   Address      Interface   Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq
                             (sec)         (ms)       Cnt Num
0   192.168.2.2  Ser0/0/1     11  02:09:01  40   1000  0  197
1   192.168.1.2  Ser0/0/0     11  00:00:13  40   1000  0  175

R1#
R1#show ip eigrp interfaces
IP-EIGRP interfaces for process 1

                  Xmit Queue   Mean   Pacing Time   Multicast    Pending
Interface  Peers  Un/Reliable  SRTT   Un/Reliable   Flow Timer   Routes
Fa0/1        0      0/0        1236     0/10          0           0
Ser0/0/1     1      0/0        1236     0/10          0           0
Ser0/0/0     1      0/0        1236     0/10          0           0
R1#
```

Изменение таймеров протокола *EIGRP*

В протоколе *EIGRP* можно изменять интервалы *hello* и *hold-time.*

Если сеть стабильная, то нет необходимости частой посылки сообщений *hello*.

Интервал *hello* должен быть меньше или равен интервалу *hold-time*.

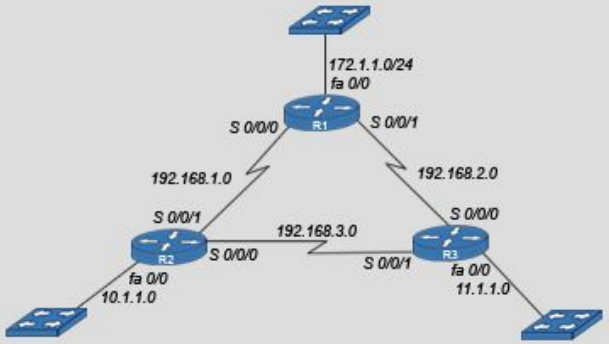
Изменение таймеров выполняется в подрежиме настройки соответствующего интерфейса с помощью команд

Router(config-if)#ip hello-interval eigrp as-number seconds

Router(config-if)#ip hold-time eigrp as-number seconds

Интервалы устанавливаются в секундах с обязательным указанием номера автономной системы.

Изменим в нашей схеме интервалы между *R1* и *R2*.



R1#conf t
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ip hello-interval eigrp 1 50
R1(config-if)#ip hold-time eigrp 1 100

Управление трафиком протокола *EIGRP*

Для функционирования протокола *EIGRP* используются различные сообщения, которые являются служебным трафиком.

В некоторых случаях, когда линия связи имеет низкую пропускную способность, необходимо уменьшить процент служебного трафика.

По умолчанию доля служебного трафика протокола EIGRP составляет 50% пропускной способности канала.

Для изменения этого соотношения используется команда

Router(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp as-number percent

Команда ***show ip eigrp traffic*** показывает количество отправленных и полученных *EIGRP*-пакетов. Эта команда показывает статистику по *hello*-пакетам, обновлениям, запросам, ответам и подтверждениям

```
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp 1 20t

R1#show ip eigrp traffic
IP-EIGRP Traffic Statistics for process 10
  Hellos sent/received: 985/974
  Updates sent/received: 5/4
  Queries sent/received: 0/0
  Replies sent/received: 0/0
  Acks sent/received: 2/2
  Input queue high water mark 1, 0 drops
```

Решение проблем при работе *EIGRP*

Команда ***debug ip eigrp*** привилегированного режима *EXEC* помогает анализировать пакеты, которые отправлены с интерфейса и получены на интерфейс. Так как команда ***debug ip eigrp*** генерирует большой объем вывода, то ее можно использовать ее только, когда в сети небольшой трафик.

Поля вывода команды ***debug ip eigrp***

Поле	Описание
IP-EIGRP	Указывает, что это *IP EIGRP* -пакет.
Ext	Указывает на адрес внешней сети назначения, в то время как внутренние сети назначения помечаются как "*Int*".
M	Показывает вычисленную метрику, которая включает *SM* и стоимость между маршрутизатором и соседом. Первое число — композитная метрика. Следующие два числа — в обратном порядке полоса пропускания и задержка соответственно.
SM	Показывает метрику, сообщенную соседом.