

IGRP и EIGRP

Cisco Routing Protocol

Содержание

● IGRP

- Interior Gateway Routing Protocol – внутренний протокол маршрутизации

● EIGRP

- EIGRP (Enhanced IGRP)– усовершенствованный внутренний протокол маршрутизации
- EIGRP концепция
 - ✓ Таблицы соседних роутеров
 - ✓ Топологические таблицы
 - ✓ Состояния маршрутов
 - ✓ Маркировка маршрутов

IGRP – background

● IGRP – протокол внутренней маршрутизации

- разработан в 1986 году фирмой Cisco
- частный (proprietary) протокол

● Причины появления IGRP?

- В то время не было никакой альтернативы для RIP
- Недостатки RIP:
 - ✓ Ограничение по метрике
 - максимум 15 хопов (16 хопов = недостижимая сеть)
 - Счетчик хопов не отражает производительность среды передачи
 - Выбирает наименьший путь по хопам вместо самого быстрого „лучшего пути“
 - ✓ Большая маршрутизация - полная таблица маршрутизации каждые 30 сек

● Цели IGRP/EIGRP

- устойчивость в больших сетях и недопустимость образования петель маршрутизации;
- восстановление работоспособности при изменениях в сетевой топологии быстрее чем в RIP;
- низкая загрузка сети служебным трафиком;
- возможность распределения потока данных между маршрутами с одинаковой стоимостью (метрикой) или пропорционально метрики

IGRP в целом

● Дистанционно-векторный протокол

- используется только в пределах Автономной Системы

● составная метрика → комбинация показателей

- пропускная способность (Bandwidth)
- задержка (Delay)
- надежность (Reliability)
- загрузка (Loading)

● Реализован механизм предотвращения цикла

● Поддержка множества неравно-метрических путей

● Более быстрая конвергенция (сходимость) чем у RIP

IGRP / EIGRP Delay

● Значения пропускной способности

- предположение: пропускная способность для последовательных линий сконфигурирована реальная
- иначе у всех последовательных каналов будет показатель T1

МЕТРИКА

<u>Пропускная способность</u>	<u>BW_{EIGRP}</u>	<u>BW_{IGRP}</u>
Спутник (500 Мбит/с)	5.120	20
Ethernet (100 Мбит/с)	256.000	100
Ethernet (10 Мбит/с)	256.000	1.000
Token Ring (4 Мбит/с)	640.000	2.500
Token Ring (16 Мбит/с)	160.000	625
FDDI (100 Мбит/с)	256.000	100
1.544 Mbps	1.657.856	6.476
128 kbps	20.000.000	78.125
64 kbps	40.000.000	156.250
56 kbps	45.714.176	178.571
10 kbps	256.000.000	1.000.000
1 kbps	2.560.000.000	10.000.000

IGRP / EIGRP Bandwidth

● Пропускная способность (Bandwidth)

- Скорость канала измеряется: бит/сек
- значение по умолчанию для LANs
 - ✓ реальная полоса пропускания
- значение по умолчанию для последовательных линий
 - ✓ соответствует скорости 1,544 Мбит/с (для канала T1)
 - ✓ Может конфигурироваться реальная скорость последовательных линии !!!!
 - ✓ Команд Cisco на интерфейсе: Bandwidth <число в кбит/с>
- Для вычисления метрики берется минимальное значение скорости канала вдоль пути
 - ✓ $BW_{IGRP} = (1 / \text{bandwidth}) * 10^{10}$
 - 10^{10} бит/с = 10 Тбит/с
 - ✓ $BW_{EIGRP} = (1 / \text{bandwidth}) * 10^{17} * 256$
- Диапазон от 1200 бит/сек до 10 терабит/сек

Bandwidth	BW_{EIGRP}	BW_{IGRP}
Спутник (500 Мбит/с)	5 120	20
1000 Mbit Ethernet	2 560	10
100 Mbit Ethernet	25 600	100
10 Mbit Ethernet	256 000	1 000
Token Ring (16Мбит/с)	160 000	625
Token Ring (4Мбит/с)	640 000	2 500
FDDI 100	256 000	100
последовательные каналы:		
1.544 Mbps	1 657 856	6 476
128 kbps	20 000 000	78 135
64 kbps	40 000 000	156 225
56 kbps	45 714 176	178 571
10 kbps	256 000 000	1 000 000
1 kbps	2 560 000 000	10 000 000

IGRP / EIGRP расчёт метрики

● Задержка (Delay)

- измеряется: 10 мкс
 - ✓ Сумма задержек по пути передачи фиксируется в 32 битом поле, с инкрементом 39,1 нсек
 - ✓ все "1" → недостижимость получателя
- значение по умолчанию для LANs
 - ✓ соответствует реальной задержке
- значение по умолчанию для последовательных каналов
 - ✓ задержка 1.544Mbps (T1 line)
 - ✓ можно конфигурировать реальной задержку на последовательных каналах
 - команда cisco: `delay <число в десятках мкс >`
- $\text{Delay}_{\text{IGRP}} = (\text{delay}/10)$
- $\text{Delay}_{\text{EIGRP}} = (\text{delay}/10)*256$

<u>Задержка</u>	<u>Delay</u> _{EIGRP} P	<u>Delay</u> _{IGR} P
Спутник (2 сек)	51 200 000	200 000
100 Mbit Ethernet (0,1 мс)	2 560	10
10 Mbit Ethernet (1 мс)	25 600	100
Token Ring 16 (0,6 мс)	16 000	62,5
Token Ring 4 (2,5 мс)	64 000	250
FDDI 100 (0,1 мс)	2 560	10
Token Ring 4 (2,5 мс)	64 000	250
последовательные каналы:		
1.544 Mbps (20 мс)	512	2 000
128 kbps (20 мс)	512	2 000
64 kbps (20 мс)	512	2 000
56 kbps (20 мс)	512	2 000
10 kbps (20 мс)	512	2 000
1 kbps (20 мс)	512	2 000

IGRP / EIGRP Reliability, Loading

● Надежность (Reliability)

- Произвольное число
 - ✓ 255 → 100% → отличная надежность
 - ✓ 1 → 0% → самая плохая надежность между источником и адресатом
- Динамически измеряемая
 - ✓ keepalives посылают от интерфейса каждые 10 с, у кадра есть CRC
 - ✓ выборки вычисляются более 5 мин
 - ✓ интервал времени измерения может реконфигурироваться

● Загрузка (Loading)

- произвольное число
 - ✓ диапазон значений от 1 до 255.
 - ✓ число 255 индицирует полную загрузку канала
- динамически измеряемая
 - ✓ вычисляется в течении более 5 минут
 - ✓ интервал времени измерения может реконфигурироваться

IGRP расчёт метрики

● Формула для вычислений

- по умолчанию:

- ✓ $k1=1, k2=0, k3=1, k4=0, k5=0$

- ✓ K1 - K5 произвольные числа, которые могут быть конфигурированы

$$metric1 = k1 * \min BW_{IGRP} + \frac{k2 * \min BW_{IGRP}}{256 - load} + k3 * sumDelay_{IGRP}$$

Если $k5$ не равен 0, делается дополнительная операция

$$compositemetric = metric1 * \frac{k5}{reliability + k4}$$

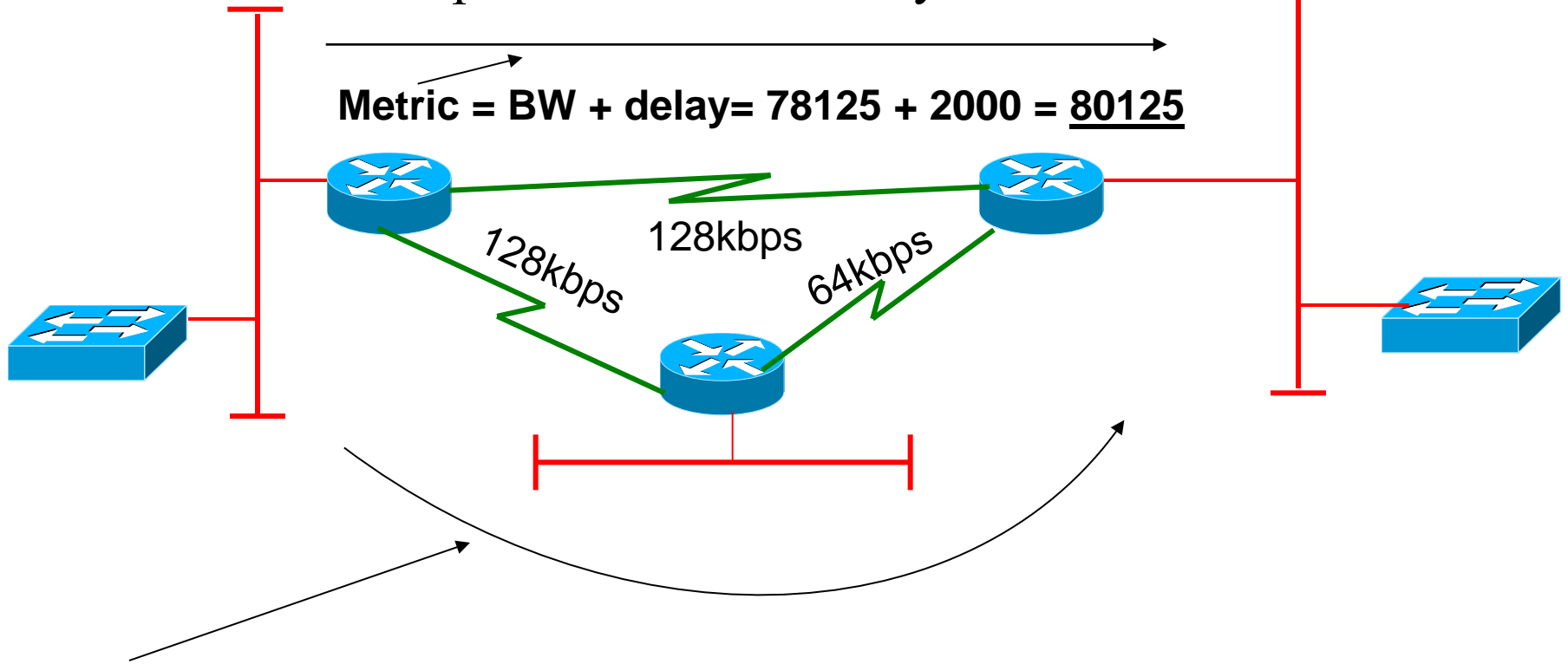
Для значений по умолчанию параметров k :

$$compositemetric = k1 * \min BW_{IGRP} + k3 * sumDelay_{IGRP}$$

IGRP-метрика, пример 1

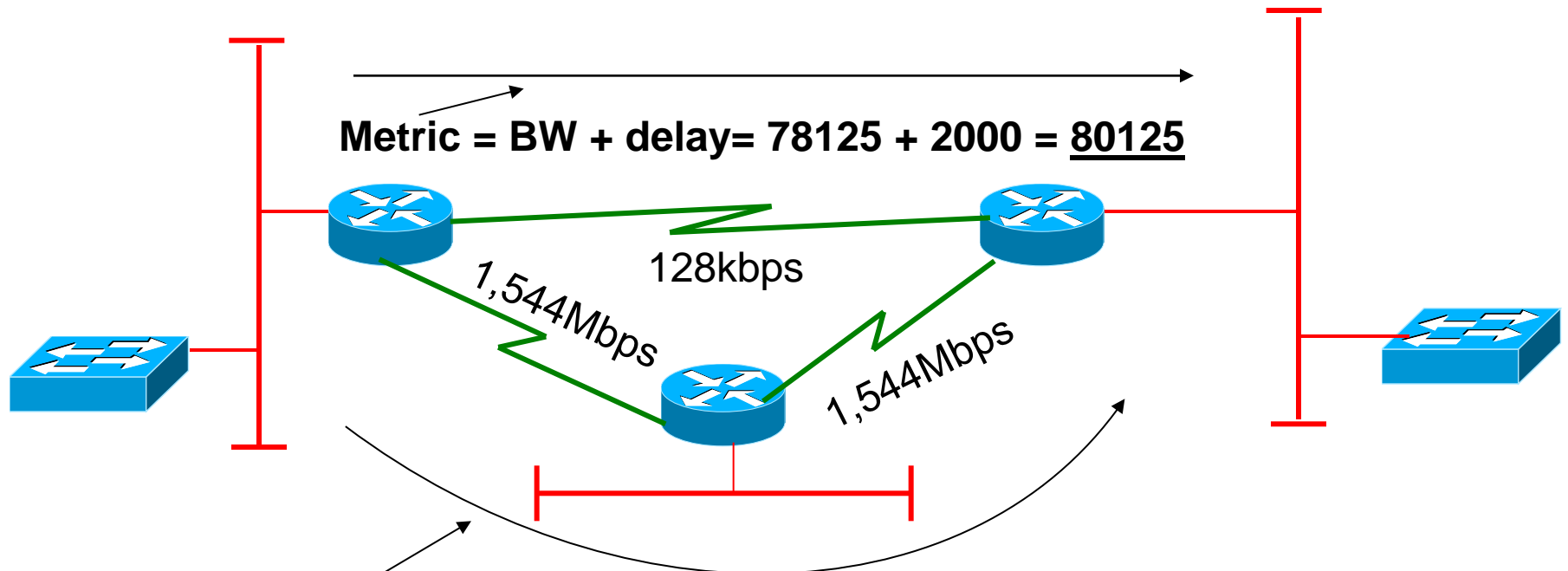
Предпочтительный путь!!!

$$\text{Metric} = \text{BW} + \text{delay} = 78125 + 2000 = \underline{\underline{80125}}$$



$$\text{Metric} = \min.\text{BW по пути} + \text{сумма задержек} = 156250 + 2000 + 2000 = 160250$$

IGRP-метрика, пример 2



Metric = min.BW по пути + сумма задержек = 6476 + 2000 + 2000 = 10476

Множество путей IGRP

- **Поддержка до 6 параллельных путей (по умолчанию:4)**

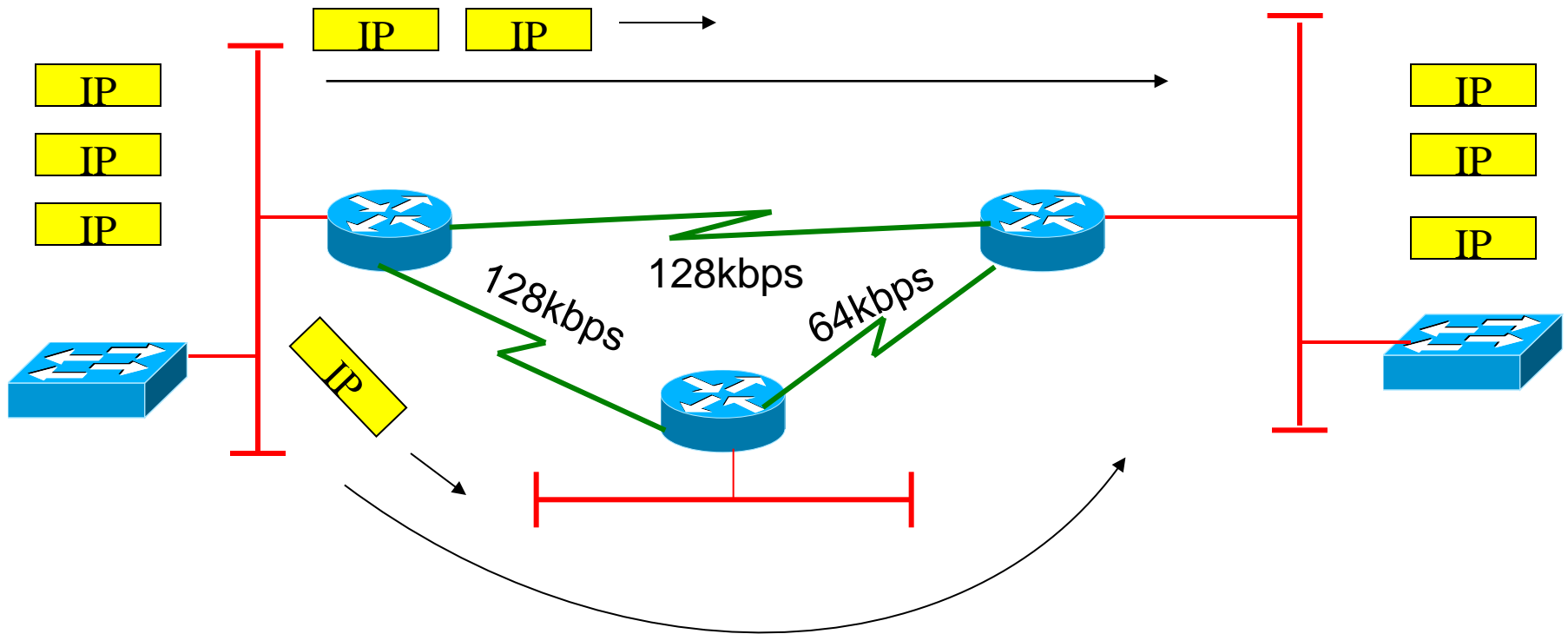
- по умолчанию: тот же самый показатель необходим для параллельных путей

- **Поддержка балансировки загрузки зависящей неравно от метрики**

- Предпосылка: конфигурация коэффициента дисперсии
- В пределах указанной дисперсии (variance) альтернативный показатель пути должен быть лучше местного показателя

IGRP множество путей

$$\text{Metric} = \text{BW} + \text{delay} = 78125 + 2000 = \underline{80125}$$



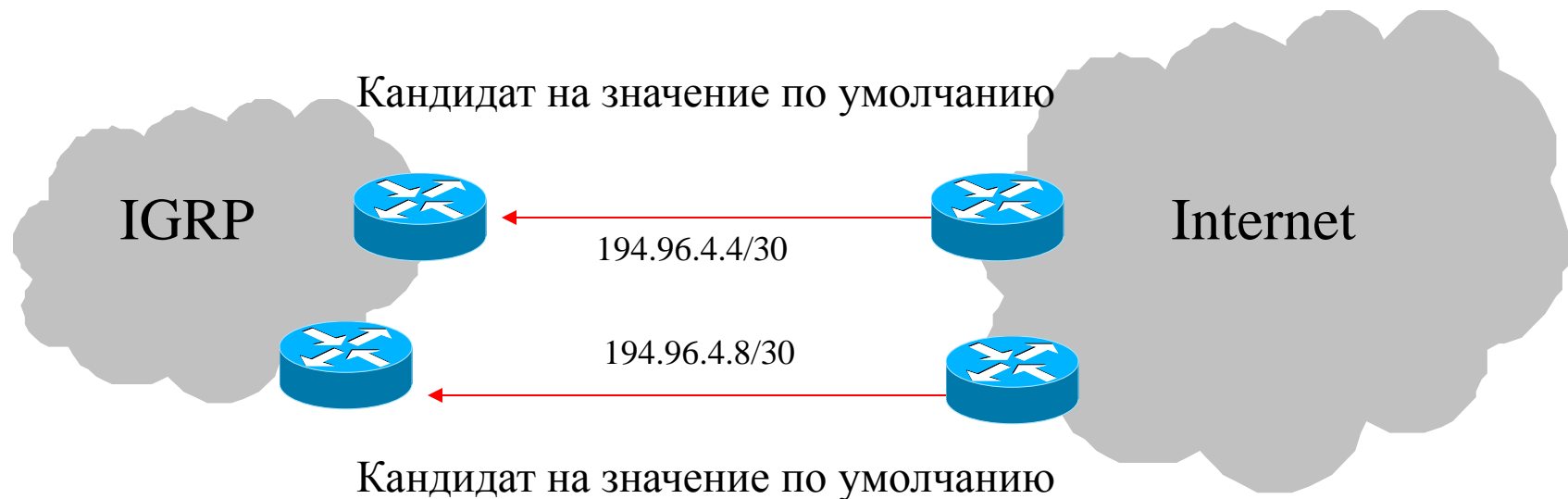
$$\text{Metric} = \min.\text{BW по пути} + \text{сумма задержек} = 156250 + 2000 + 2000 = 160250$$

IGRP метрика

- **Routing updates** включают в расчет число хопов и вычисления “по пути” MTU
 - => максимальный диаметр сети = 255 хопов (IP TTL-поле)
 - по умолчанию: 100 хопов

IGRP & маршруты по умолчанию

- RIP и OSPF используют 0.0.0.0 как маршрут по умолчанию (=>метрика не связана с расстоянием)
- IGRP позволяет отмечать сети как „кандидатов для значения по умолчанию“



IGRP предотвращение цикла & таймеры

● Периодические Routing updates

- адрес назначения: 255.255.255.255

● Об изменении топологии сообщают triggered updates

- Triggered updates рассылаются не согласно таймера update timer = 90 с, а в момент обнаружения изменения топологии

● Установки (Hold-downs)

● Разделенный горизонт (Split horizon)

- предотвращает петлю маршрутизации между соседними роутерами

● Обратные отравленные обновления (Poison-reverse Updates)

- Предотвращает большие петли маршрутизации согласно правила poisoning алгоритма
 - ✓ если метрика маршрута значительно увеличилась, то это следствие образования петли
 - ✓ Poison-reverse Updates отправляются в случае увеличения стоимости маршрута на коэффициент 1.1 или более

IGRP таймеры

• таймер обновлений (update timer): 90 секунд

- определяет частоту update-сообщений, обновляющих маршруты

• таймер недействующих маршрутов (invalid timer):

3*90sec=270 с

- определяет, сколько времени должен ожидать роутер при отсутствии update-сообщений о конкретном маршруте, прежде чем объявить этот маршрут недействующим

• таймер задержки изменений (Hold-time period):

(3*90с)+10с=280с

- Предписывает роутеру не передавать дальше в течении некоторого времени сообщения об изменениях, которые могут повлиять на маршруты

• Таймер удаления (flush timer): 7*90с=630с

- если в течение данного времени не поступило сообщений о доступе к данному адресату, производится удаление записи о нем из таблицы маршрутизации

IGRP стек протокола

OSI стек



Содержание

- IGRP
- EIGRP

EIGRP характеристика

- Усовершенствованный дистанционно векторный протокол
- 100% предотвращает петли маршрутизации
- Быстрая сходимость
- Инкрементные обновления
 - Изменения в топологии (trigger routing updates) инициируют маршрутные обновления (а не периодические объявления)
 - Информация между роутерами ограничена только влияющими на маршрутизацию маршрутами
- Бесклассовая маршрутизация
 - поддерживает маски подсети переменной длины (VLSM) и несмежные сети
 - распространяет маску маршрутизации для каждой целевой сети
- Совместимый с существующими сетями IGRP
- Поддерживает несколько протоколов сетевого уровня
 - IP, IPX и Appletalk

EIGRP характеристика

- **EIGRP (Enhanced IGRP)– усовершенствованный дистанционно векторный протокол маршрутизации**
 - Частный/патентованный Cisco (proprietary)
 - Сочетает достоинства алгоритмов векторных и состояния связи
 - Вектор расстояния
 - ✓ достоинства:
 - малая мощность CPU и использование памяти, простая конфигурация
 - ✓ недостатки:
 - медленная конвергенция, маршрутизация «наверху», возможность циклов
 - Состояние связи
 - ✓ достоинства:
 - быстрая конвергенция, нет циклов, лучшая метрика
 - ✓ недостатки:
 - высокая мощность CPU и использование памяти (SPF алгоритм, LS database), не столь облегчают конфигурирование (configure) (понятие области)

EIGRP

● **Использует ту же метрику, что и IGRP**

- Совместим и целостно взаимодействует с IGRP
- Позволяет импортировать маршруты в \ из IGRP
- Можно постепенно внедрять EIGRP в сети IGRP
- Интерпретирует маршруты IGRP как внешние и допускает их настр

● **Сложная метрика обеспечивает эффективную маршрутизацию и устойчивость**

- особенно когда реализовано в сетях AppleTalk и IPX

● **Используется “диффузионный алгоритм обновлений” DUAL – Diffusing Update Algorithm. Автор J.J, Garcia-Luna-Aceves**

- Обнаруживает петлю
- Находит альтернативные маршруты не дожидаясь обновлений от соседей

● **Как вычисляет альтернативный маршрут?**

- Хранит таблицы соседних роутеров
- Если подходящего маршрута нет, запрашивает соседей о поиске альтернативного маршрута
- Эти запросы передаются до тех пор, пока не обнаружится альтернативный маршрут

EIGRP

● Не выполняет периодических обновлений

- Посылает обновленную информацию частями и только в случае изменении метрики маршрута
 - ✓ Частичные обновления (Event triggered updates)
- Распространение Частичных обновлений автоматически ограничивается таким образом, что ее получают только маршрутизаторы, которым она необходима

● Multicasts в широковещательной сети, вместо широковещательной передачи

● Быстрая конвергенция (сходимость)

● Используйте пропускную способность канала и задержку

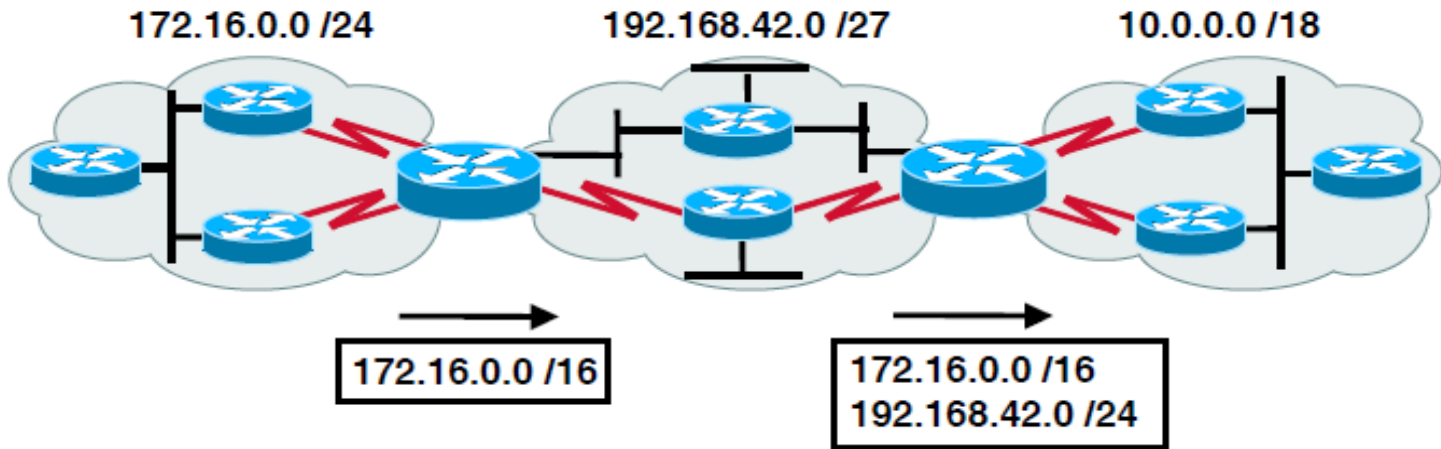
- Метрика EIGRP = Метрика IGRP x 256 (32 бита по сравнению с 24 битами в IGRP)

● Поддерживает множество путей с неодинаковой метрикой

- Используется для выравнивание нагрузки пропорционально метрике

● Ручное суммирование может быть сделано в любом интерфейс в любом роутере в пределах сети

Суммирование маршрутов



- Для уменьшения таблицы маршрутизации выполняется суммирование маршрута
 - По умолчанию → на границе классовой адресации сетей (Classful)
 - Вручную → произвольные границы сети устанавливаются вручную (Classless)
- Т.е. поддерживается создание суперсетей или агрегированные блоки адресов (сети).

EIGRP

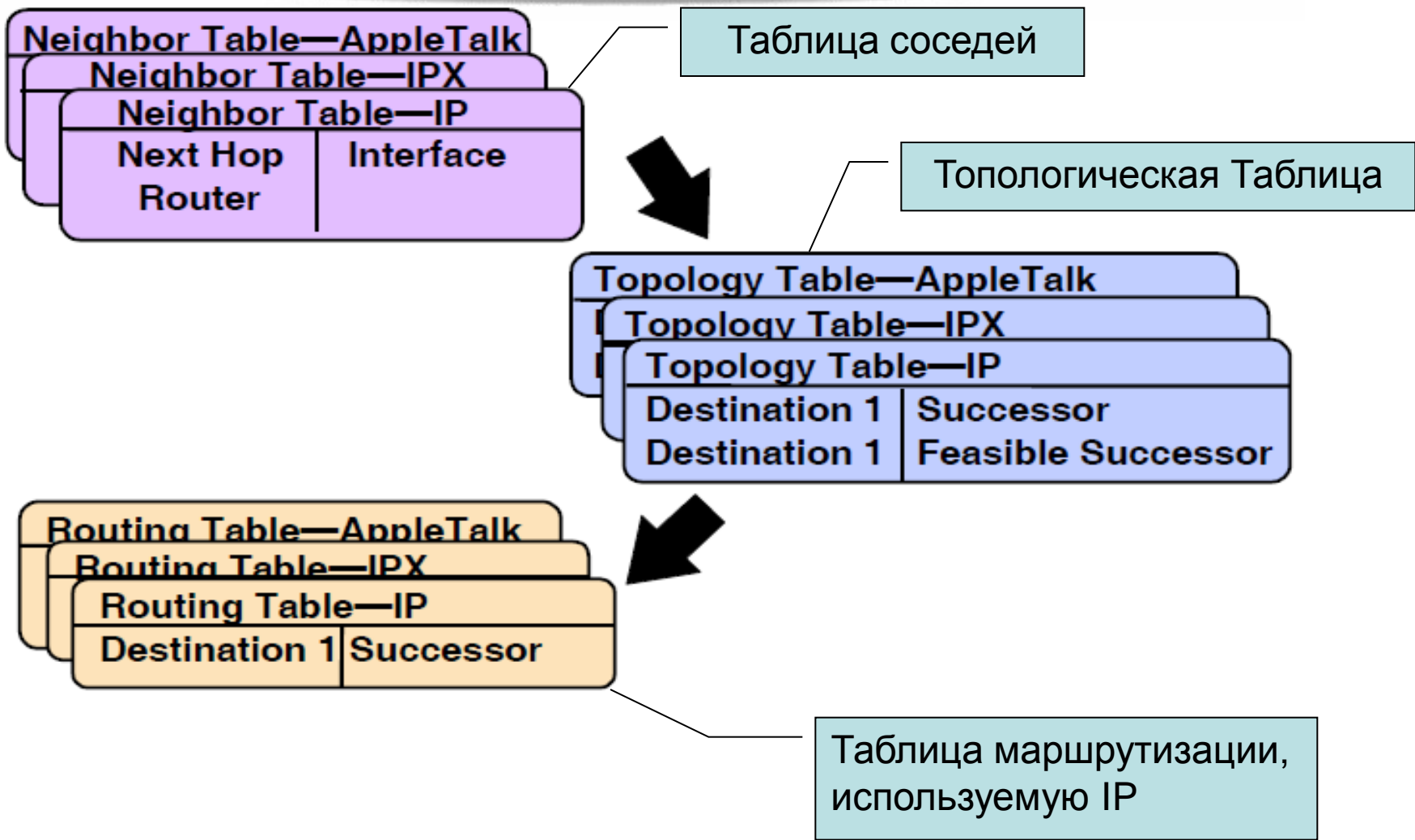
● **Бесклассовый протокол маршрутизации**

- поддерживает суммирование маршрута
 - ✓ В пределах номера сети или на границе любых битов
- Update содержит сеть + префикс

● **поддерживает несколько протоколов сетевого уровня**

- IP, IPX и Appletalk

EIGRP терминология



EIGRP терминология

● Neighbor table — таблица соседей

- Каждый роутер поддерживает таблицу соседей, в которой перечислены смежные роутеры.
- Используется для двунаправленной передачи с непосредственно соединенными соседями

● Topology table - таблица топологии

- Каждый роутер поддерживает таблицу топологии, в которую включены записи всех маршрутов для всех мест назначения (destinations), которые изучил роутер.

● Routing table -таблица маршрутизации

- EIGRP выбирает лучшие маршруты (successor - преемник) к месту назначения из таблицы топологии и помещает эти маршруты в таблицу маршрутизации

● Successor (преемник)

- маршрут, выбранный как основной маршрут для достижения места назначения.

● Successors (преемники)

- записи, сохраненные в таблице маршрутизации

● Feasible successor (FS) Выполнимый преемник —

- Резервный маршрут (FS), который помечается во времени одновременно с основным маршрутом
- FS маршрут идентифицируется и сохраняется только в таблице топологии,
- Могут быть сохранены несколько FS к одному месту назначения

EIGRP типы пакетов

● EIGRP поддерживает пять универсальных типов пакетов

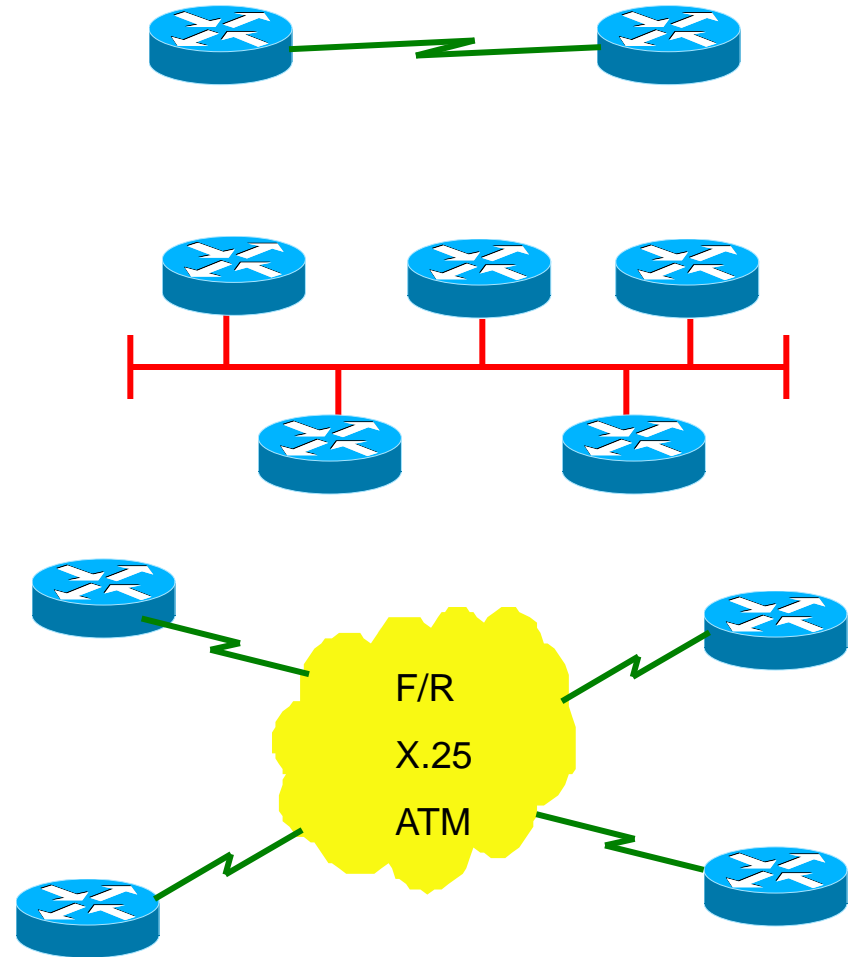
- **Hello**: Установить соседние отношения
 - ✓ Multicast пакеты, используются для обнаружения соседей, не требуют ACK подтверждения
- **Update**: Отправка маршрутные обновления (routing updates)
 - ✓ Multicast пакеты, когда новый маршрут обнаружен, или завершилась сходимость и маршрут пассивен.
 - ✓ Unicast пакеты, когда соседи синхронизируют таблицы топологии
 - Обновления отправляются не периодически, как в IGRP,
- **Query**: Запрос соседей о маршрутной информации
 - ✓ Мультикаст пакет, отправляется когда роутер не нашел маршрута, ни в таблице маршрутизации, ни FS маршрута в топологической таблице
- **Reply**: Ответ о запрошенной маршрутной информации
 - ✓ Unicast ответ инициатору Запроса.
- **Ack**: положительное подтверждение для надежности обмена

EIGRP Обнаружение/восстановление соседей

- Пока роутер получает HELLO приветствия от соседа, он считает его работоспособным
- Два роутера становятся соседями, когда они видят пакеты hello друг друга
 - Multicast адрес пакета hello = 224.0.0.10
- Периодичность следования hello пакетов зависит от сред/каналов передачи
- Hellos передаются каждые 5 секунд на следующих каналах:
 - Широковещательные среды : Ethernet, Token Ring, FDDI, etc.
 - Point-to-point последовательные каналы: PPP, HDLC, Frame Relay точка-точка / подинтерфейсы ATM
 - Многоточечные каналы со скоростью, больше чем T1: ISDN PRI, SMDS, Frame Relay
- Hellos передаются каждые 60 с на следующих каналах:
 - Многоточечные соединения с полосой пропускания меньше T1: ISDN BRI, Frame Relay, SMDS, etc.
- Таким образом, hello отсылаются менее часто в каналах малого быстродействия

Типы сетей

- **Point-to-Point**, например HDLC: соседские отношения формируются с роутером на другом конце
 - Интервал Hello time: 5 сек
- **Broadcast multiaccess (BMA)**, например, Ethernet: соседские отношения формируются динамически, используя групповую передачу Hello-packets.
 - Интервал Hello time: 5 сек
 - Групповой адрес: 224.0.0.10
- **Nonbroadcast multiaccess (NBMA)**: соседские отношения формируются вручную.
 - Интервал Hello time: 60 сек



EIGRP Таблица соседей

- **Каждый роутер сохраняет информацию о соседях в Таблице соседей**
 - Адрес роутера и интерфейс, через который может быть достигнут сосед
 - HoldTime, передающиеся в hello сообщении
 - ✓ HoldTime - количество времени, которое роутер должен считать соседа как достижимого и операционного
- **Сосед объявляется “мертвым”, когда никакие EIGRP packets не получены в пределах интервала хранения (hold interval)**
 - Не только Hellos может сбросить HoldTime таймер хранения
 - HoldTime по умолчанию в три раза превышает hello-interval

$$\text{HoldTime} = 3 \times \text{Hello time interval}$$

- **HoldTime и Hello time interval** могут быть сконфигурированы на интерфейсе
 - `ip eigrp hello-interval`
 - `ip eigrp hold-time`

Состав таблицы соседей

```
p2r2#show ip eigrp neighbors
```

```
IP-EIGRP neighbors for process 400
```

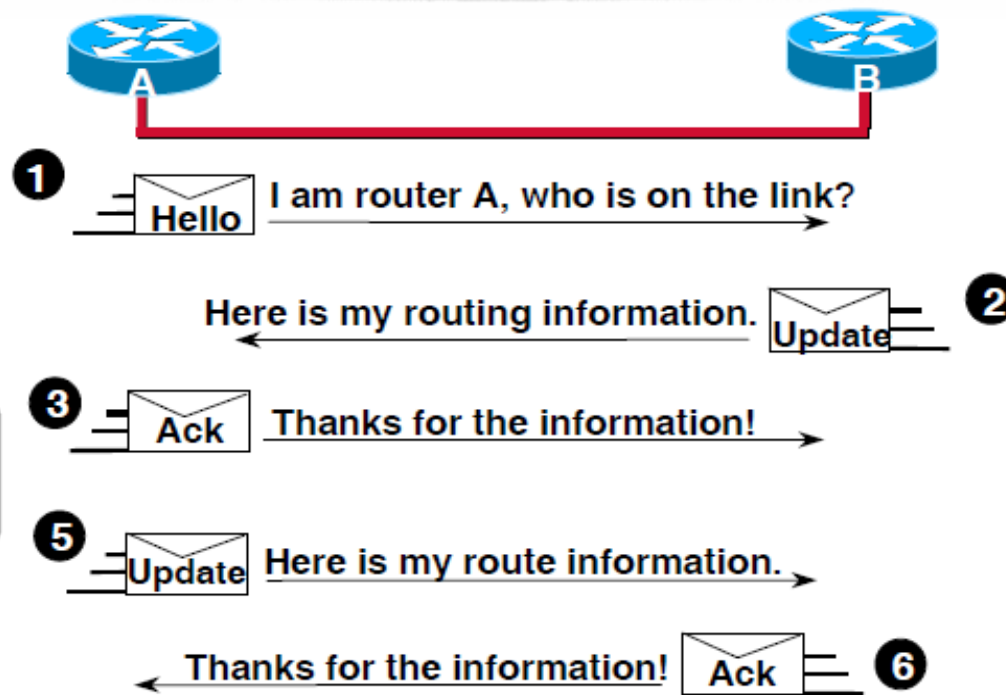
H	Address	Interface	Hold Uptime (sec)	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
1	172.68.2.2	To0	13 02:15:30	8	200	0	9
0	172.68.16.2	Se1	10 02:38:29	29	200	0	6

- **Neighbor address** (Адрес соседа) — L3-адрес соседа.
- **Queue** (Очередь) — показывает число пакетов в очереди отправки.
 - Если постоянно больше нуля, то может быть проблема перегрузки.
 - Если Нуль - нет никаких пакетов EIGRP в очереди.
- **Smooth Round Trip Timer (SRTT)** - взвешенное (среднее) время распространения пакета в прямом и обратном направлениях.
 - используется, чтобы вычислить интервал повторной передачи (RTO - retransmission time out).
- **Hold Time** — интервал ожидания посылки от соседа, прежде чем рассматривать его как недоступный.
 - Первоначально ожидалось только hello, в текущих Cisco IOS любые EIGRP пакеты

EIGRP процессы и технология

- **EIGRP надежная передача сообщений Update, Query, Reply всем соседям**
 - Сообщения нумеруются и подтверждаются
 - stop and wait механизм исправления ошибок
 - Число повторных передач = 16, затем сосед сбрасывается
- **Поддерживает смешанную передачу много- и одноадресных пакетов. Что эффективней, то используется:**
 - Например, в broadcast/multicast сетях используется один пакет для всех роутеров с групповым адресом: 224.0.0.10
- **Если один или более соседей при multicast рассылке медленно подтверждают, все другие соседи страдают от этого**
 - Решение: неподтвержденный multicast пакет будет повторно передаваться как unicast пакет медленному соседу

Обнаружение Маршрутов в Routers A



Процессы установления соседских отношений и обнаружения маршрутов происходят одновременно

1. Роутер А, новый, отправляет hello через все интерфейсы

2. Роутер В, получив hello, отвечает update пакетами о известных маршрутах в своей таблице маршрутизации, кроме полученных через тот же интерфейс (split horizon). Кроме того, у этих пакетов обновления есть набор битов Init, указывая, что это - процесс инициализации

3. Роутер А подтверждает update пакеты каждому соседу пакетом Ack

4. Роутер А сохраняет update пакеты в свой таблице топологии

5. Роутер А отправляет полученные update пакеты другим роутерам, скорректировав метрику

6. Другие роутеры подтверждают полученные update пакеты

Когда все update получены, роутер готов выбрать (позначить) основные и резервные в таблице топологии

Обнаружение Маршрутов

- **EIGRP ключевые характеристики :**
- **Вычисляются основные и резервные маршруты, которые сохраняются в таблице топологии (до шести до места назначения).**
 - Основные маршруты перемещаются в таблицу маршрутизации.
- **поддерживается несколько типов маршрутов: внутренний, внешний (non-EIGRP), и сводные маршруты.**
- **Используется составная метрика IGRP, основанная на пяти критериях.**
- **Используемые критерии по умолчанию:**
 - Пропускная способность — самая маленькая пропускная способность между источником и местом назначения
 - Задержка — Совокупная интерфейсная задержка вдоль пути
- **Дополнительные критерии -не рекомендуются использовать, поскольку обычно приводят к частому перерасчету топологической таблицы**
 - Надежность — Худшая надежность между источником и местом назначения, основанная на сообщениях проверки работоспособности
 - Загрузка — Худшая загрузка на пути между источником и местом назначения, основанная на битах в секунду
 - MTU — Самый маленький MTU в пути
- **Используется DUAL алгоритм, гарантирующий отсутствие петель маршрутизации**

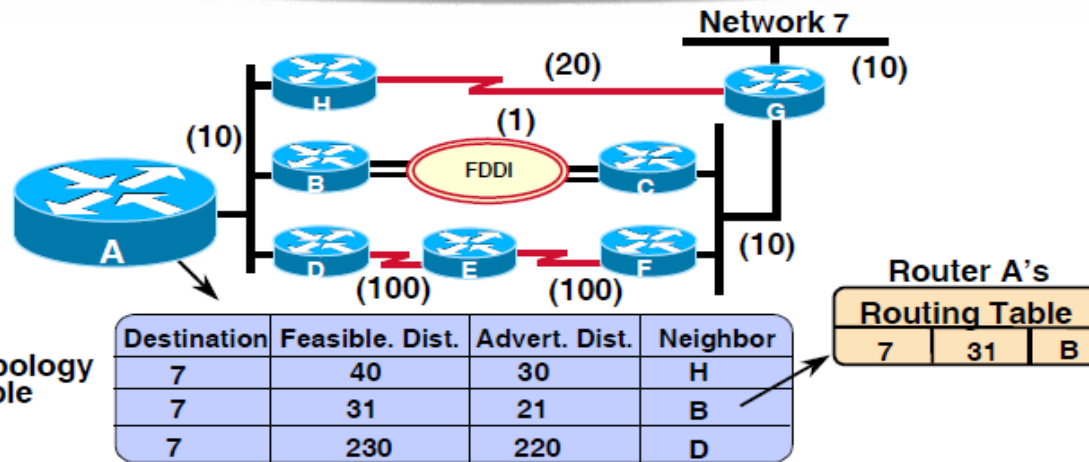
Расчет метрики

- **Metric = [K1 x BW + (K2 x BW) / (256 - Load) + K3 x Delay] x [K5 / (Reliability + K4)]**
 - По умолчанию: K1 = 1, K2 = 0, K3 = 1, K4 = K5 = 0
- **Delay - Совокупная интерфейсная задержка вдоль пути**
 - $Delay = Delay/10$
- **Bandwidth - самая маленькая пропускная способность между источником и местом назначения**
 - $Bandwidth = 10000000/Bandwidth = 10^7 / Bandwidth$
- **В основных условиях значения K1, K2, K3, K4, и K5 представляют Пропускную способность, Загрузку, Задержку, MTU, и Надежность соответственно**
- **Значения коэффициентов 'K' переносятся в Пакетах hello**
 - Несогласованные коэффициенты могут привести к сбросу СОСЕДА
 - Только K1 и K3 используются, по умолчанию.
 - Изменять эти 'K' следует чрезвычайно осторожно, их надо планировать, если неправильно сеть может не сойтись



.

Выбор Маршрутов



advertised distance –
распространяемая метрика

feasible distance –
выполняемая метрика,
лучшая метрика из всех
распространяемых от соседей
(NextHop) + метрика линка

Например лучший путь от А до
сети 7, через роутер В:

advertised distance = 21

feasible distance = 31

$FS = AD_B + \text{метрика от А до В}$

B is current successor (lowest FD)
H is the feasible successor ($AD < FD$)
D is **not** a feasible successor ($AD > FD$)

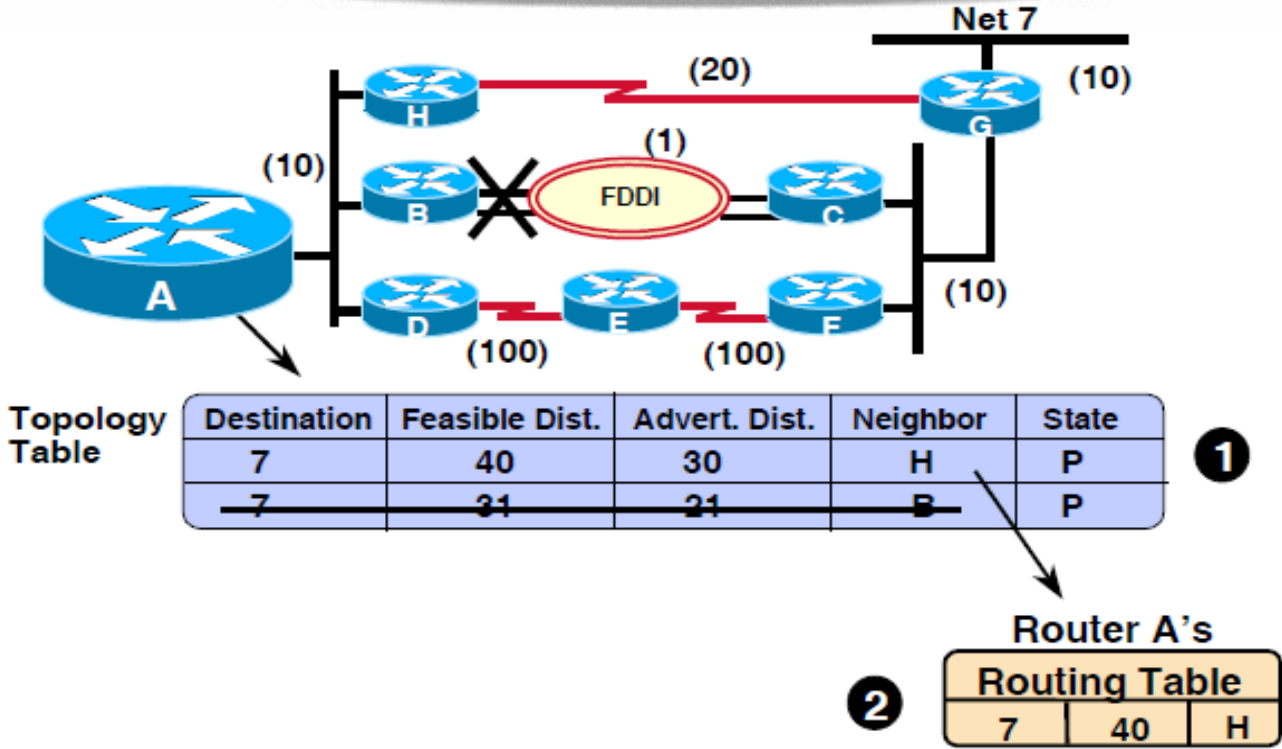
- ◆ next-hop router(s), выбранный(е) в качестве лучшего (их), называется (ются) *successor* (преемник)
- ◆ next-hop router(s) для резервного пути называются *feasible successor* (выполнимый преемник). Их может быть несколько
- ◆ Если маршрут *successor* больше не действителен, и есть *feasible successor*, он заменяет *successor* в таблице маршрутизации без перевычисления
- ◆ У *feasible successor* маршрутов распространенное расстояние *advertised distance* должно быть меньше чем выполнимое расстояние (*feasible distance*) маршрута преемника (*successor*)
- ◆ *successors* и *feasible successors* сохраняются в таблице топологии, наряду со всеми другими маршрутами, называемыми возможными преемниками (*possible successors*)
- ◆ Единственные удаляемые маршруты, у которых есть метрика = бесконечность (недостижимой)

EIGRP процессы и технология

3. Машина с конечным числом состояний алгоритма DUAL

- Реализует процесс принятия решений для всех маршрутов
- Эффективный маршрут без петель помещается в таблицу маршрутизации, основываясь на допустимых роутерах
- допустимым роутером_считается сосед, используемый для пересылки пакетов к приемнику с наименьшими затратами и гарантирующим отсутствие маршрутных петель
- Если у соседа изменилась метрика или топология, DUAL проверяет допустимые маршрутизаторы
- Если будет найден хотя бы один, DUAL использует его во избежания повторного вычисления маршрута
- При отсутствии допустимых роутеров и повторных извещений о приемнике от соседей повторное вычисление маршрута, называемое диффузионным вычислением, все-таки выполняется

Поддержание Маршрутов - Пассивный



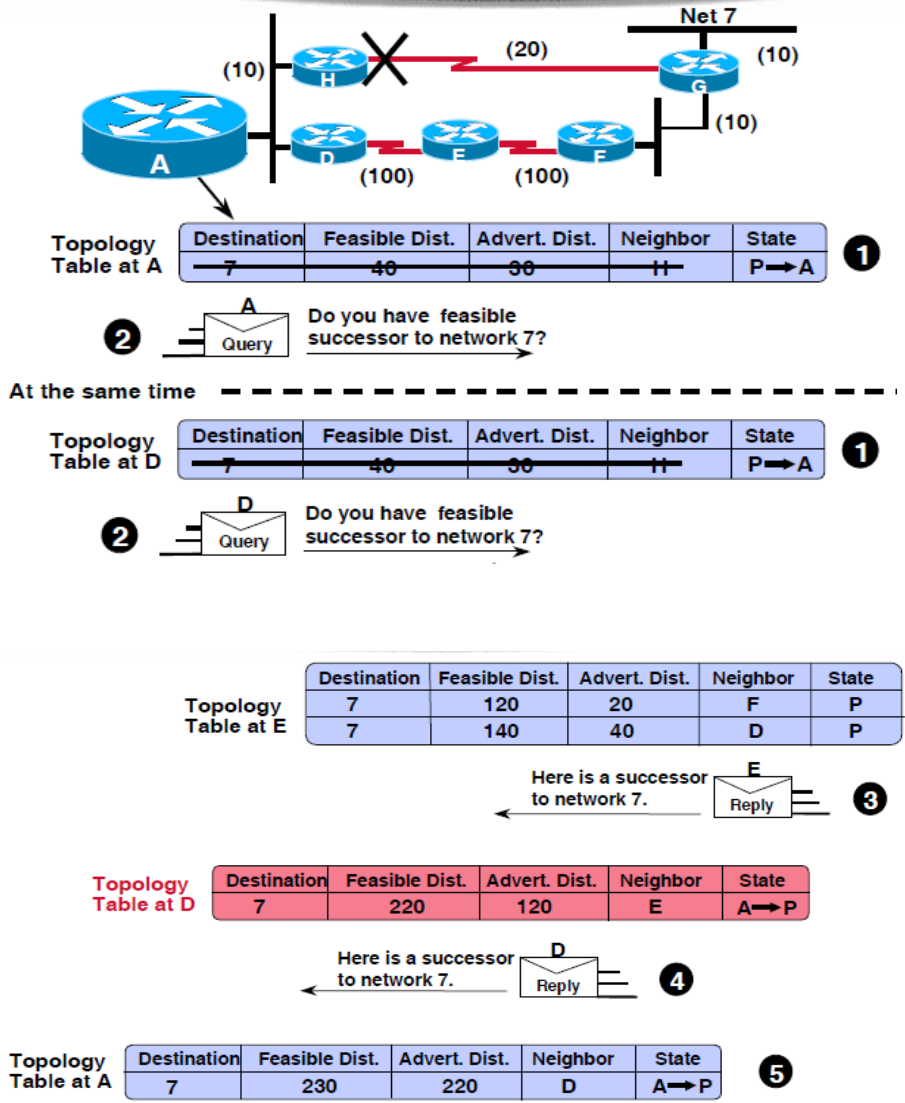
- Роутер B, узнав об изменении, распространяет multicasting update
- DUAL ищет в топологической таблице feasible successors, и если он есть то становится successors, заносится в таблицу маршрутизации и вновь вычисляются feasible successors
- Если feasible successors найден, маршрут остается пассивным, и никакое взаимодействие с соседними маршрутизаторами не требуется. Это самый быстрый тип сходимости для EIGRP

Поддержание Маршрутов – Active

● Когда ссылка перестала работать и если выполнимый преемник не доступен, следующий процесс сопровождается

● Роутер A отмечает отказавший маршрут как в "активном" состоянии в таблице топологии.

- Когда маршруты работают хорошо, они находятся в "пассивном" состоянии.
- Продолжить используя BSCN.pdf
- 29/04/2011



Removing Routes

Повторим кратко

EIGRP таблицы соседних роутеров

1. Каждый EIGRP роутер должен обнаружить соседей

- используются небольшие пакеты–приветствий (Hello-pakets)
- роутер не ждет подтверждения для Hello (ненадежная передача)
- типы сетей
 - ✓ двухточечная сеть (Point-to-point network)
 - ✓ Сети множественного доступа с широковещательные с поддержкой broadcast/multiaccess (BMA)
 - ✓ Не широковещательные, не поддерживают broadcast/multiaccess (NBMA)

2. Каждый роутер строит таблицы соседних роутеров

- основан на Hello-pakets, в котором сообщается время работоспособности роутера
- когда обнаружен сосед, его адрес и интерфейс заносится в таблицу роутеров
- Если Hello-pakets не получен в течении времени работоспособности роутера, DUAL оповещается об изменении топологии
- HoldTime - интервал времени, в течении которого роутер ожидает Hello-pakets, брабатывает соседа: $3 \times$ Hello интервала

EIGRP таблицы соседних роутеров

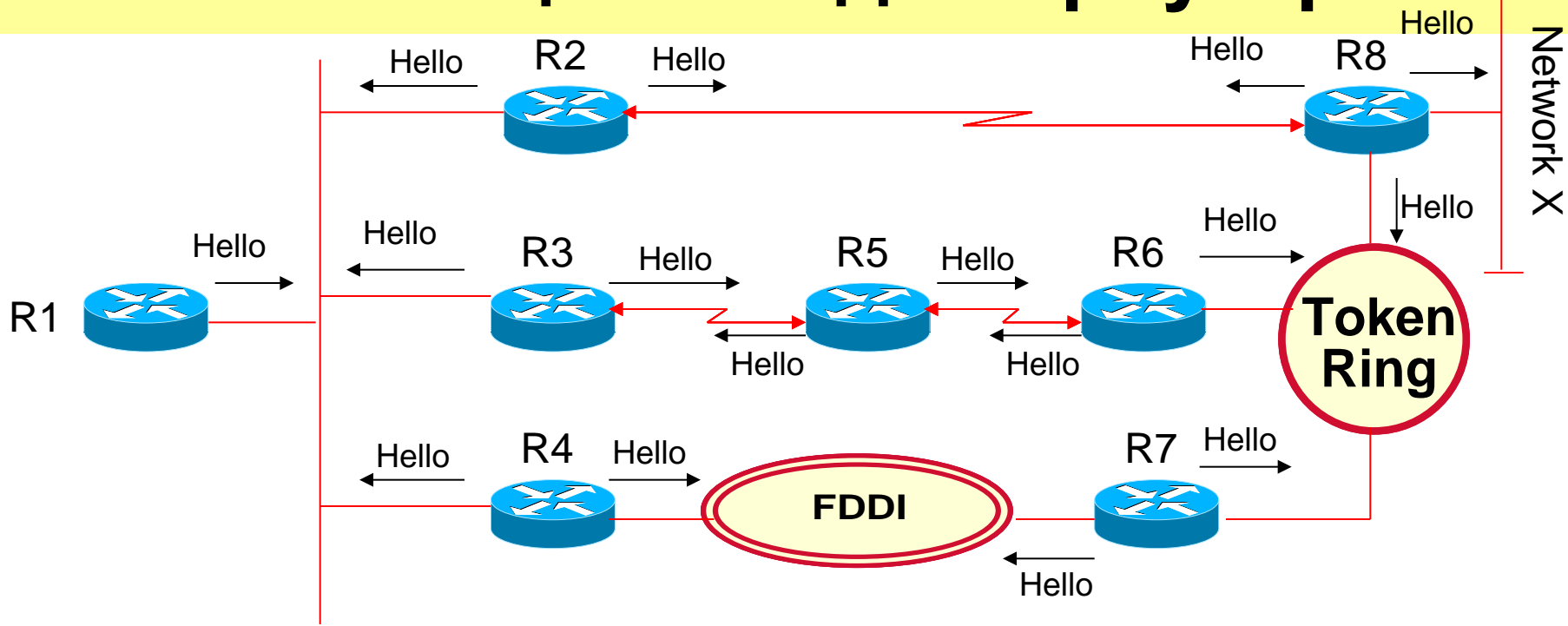


Таблица соседей в R1

R2
R3
R4

Таблица соседей в R2

R1
R3
R4
R8

Таблица соседей в R3

R1
R2
R4
R5

Таблица соседей в R4

R1
R2
R3
R7

EIGRP Топологические таблицы

2. В топологической таблице содержатся все адреса приемников, о которых оповещают соседние роутеры

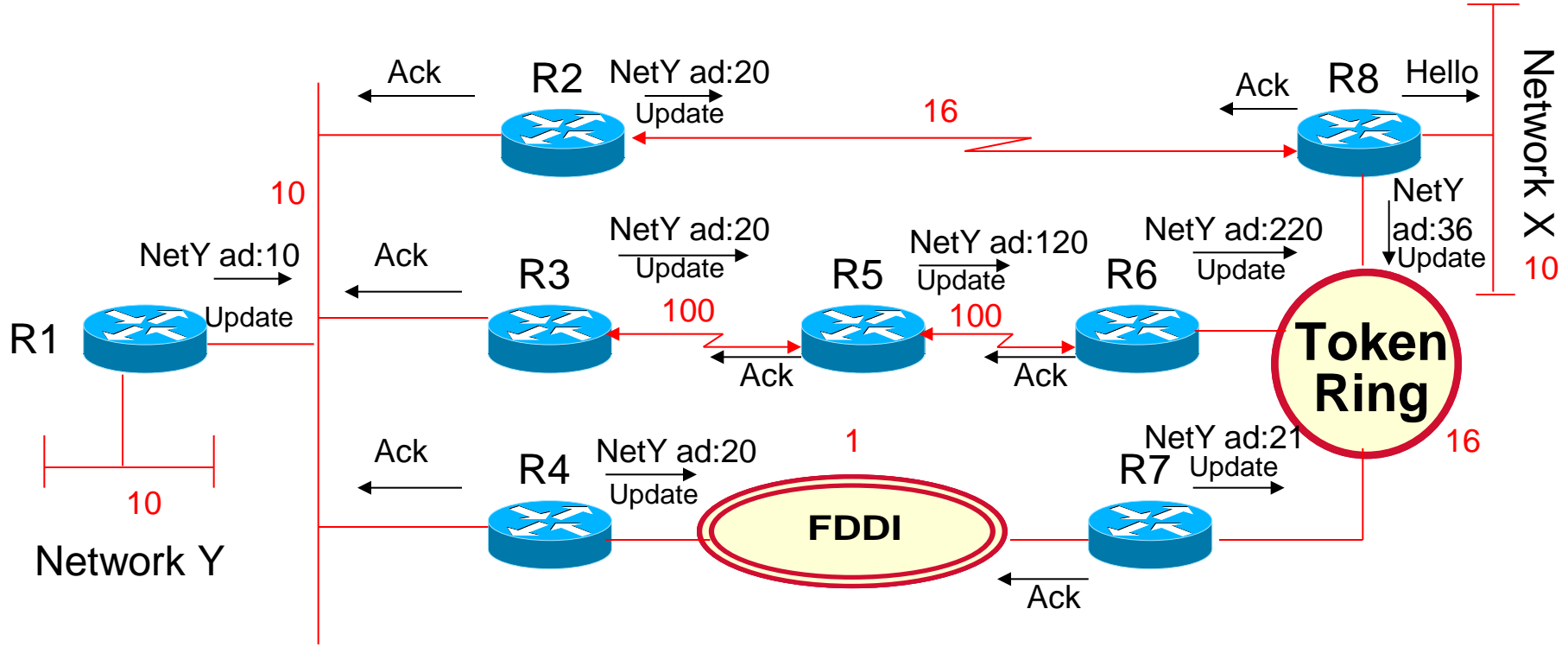
- обмен информацией происходит через пакеты обновлений (Update packets)
 - ✓ Пакеты обновлений (Update packets)
 - содержат порядковый номер поля в заголовке и должны быть подтверждены получателем (надежная передача)
 - посылаются в следующих случаях:
 - когда сосед представляется первым (packet's dest. addr is an unicast)
 - Когда сеть терпела неудачу (packet's dest. addr. is 224.0.0.10)
 - когда есть метрические изменения для определенного адресата (packet's dest. addr. is 224.0.0.10)

EIGRP Update packets

● Update packets

- В отличие от OSPF, каждый EIGRP роутер изменяет любой полученный пакет обновлений. И посылает пакет с собственным порядковым номером соседям

EIGRP Update packets



Распространяемые обновления (Update)
 ad = распространяемое расстояние (метрика)

EIGRP Топологическая таблица

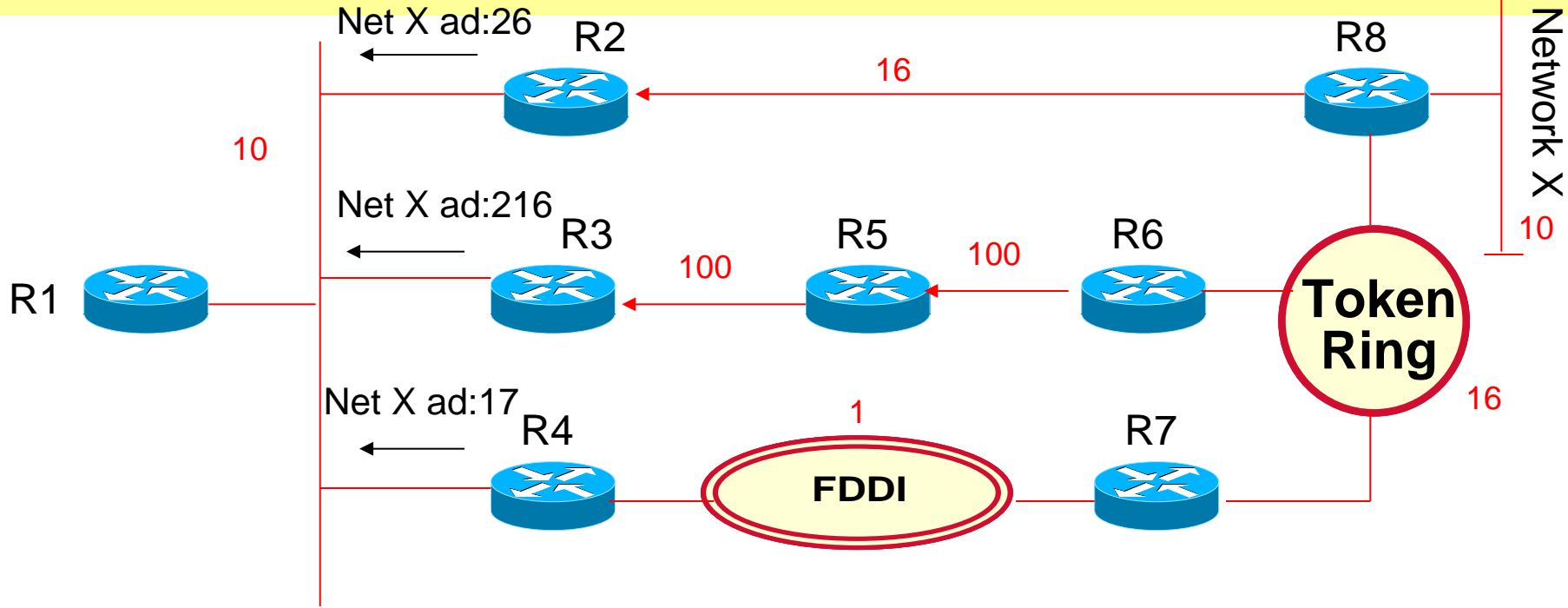
● Таблица Топологии

- Таблица содержит все пункты назначения, объявленные соседними роутерами. К каждому роутеру маршрутизатору привязан адрес пункта назначения и список соседей, объявивших данный пункт назначения.
- С таблицей работает DUAL, чтобы определить Successors (преемник, последующий маршрутизатор) и FS (потенциально последующий маршрутизатор).
- Successor: преемник
 - ✓ Сосед, который был выбран как next hop для пункта назначения, он и фиксируется в таблице маршрутизации
- Feasible Successor (FS): подходящий преемник
 - ✓ является запасным маршрутом текущего Successors
- Feasibility Condition (FC): статус выполнения
 - ✓ A condition that is met when the lowest of all neighbors' costs plus the link cost to that neighbor's advertised cost is less than the current successor cost
 - ✓ Feasible Successor -ом становится маршрут, в котором рекламируемая стоимость меньше той, которая используется

EIGRP Идея

- ***Feasible Distance (FD)***, **лучшая дистанция**– наименьшая суммарная метрика к цели (включая прилегающий участок пути)
- ***Advertised Distance*** **Отчетная (присланная) дистанция (RD)** – метрика к цели, сообщаемая соседним приемным роутером (не включает прилегающего участка).
- ***Подходящий преемник (FS)*** – путь с отчетной дистанцией меньшей, чем лучшая дистанция (т.е. остается положительная разница метрики для прилегающего участка)
- **Алгоритм работает так,**
 - что если есть два и более подходящих преемника (FS), то переключение маршрута происходит мгновенно, как только выбранный путь прерывается.
 - Если же существует только один подходящий преемник и через него идет работа и он обрывается, то роутер запрашивает всех своих соседей о отчетной дистанции к цели, вычисляет новую лучшую дистанцию и перестраивает параметры в таблице.

EIGRP Topology table и feasible successor



ad = Advertised Distance распространяемая метрика

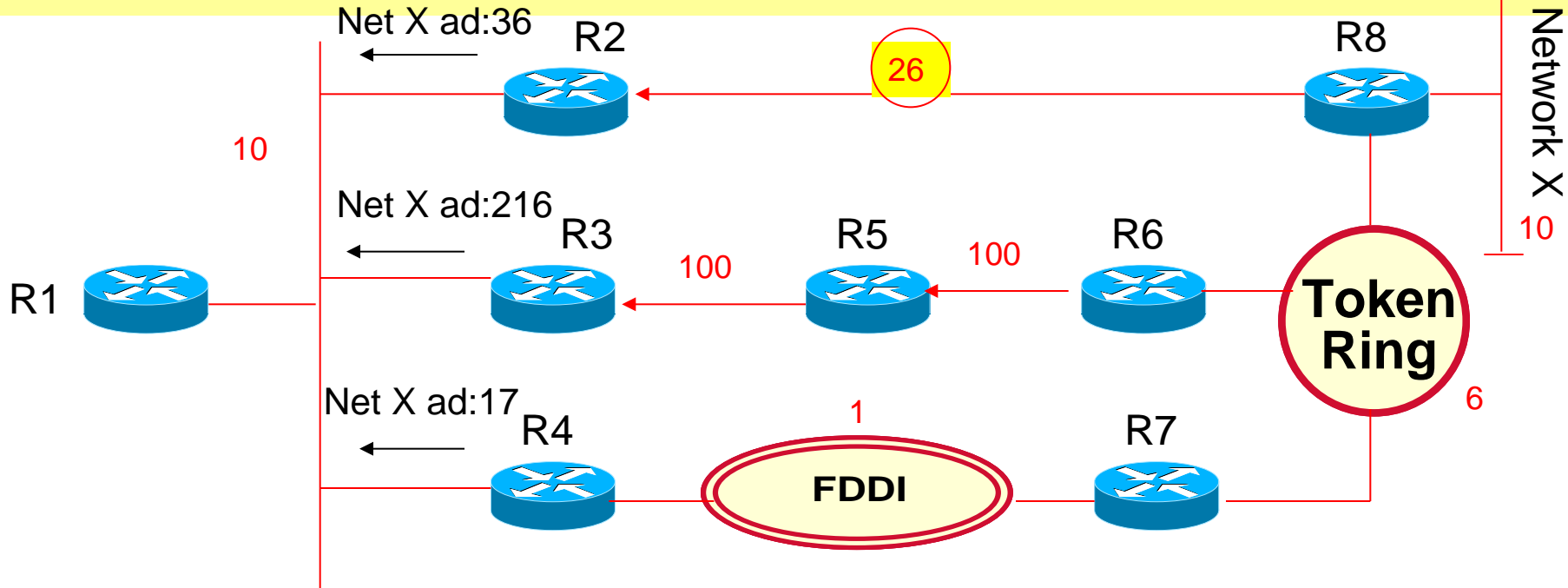
Часть Топологической таблицы R1

Network	Рекламируемая метрика Advertised Distance	исполняемая метрика Feasible Distance	Neighbor
X	17	27	R4
X	216	226	R3
X	26	36	R2

Successor

Feasible Successor

Таблица топологии EIGRP без feasible successor



Нет Feasible Successor, поскольку существующие Advertised Distance (216 и 36) больше текущей Feasible Distance (27)

Часть Топологической таблицы R1

	Network	Advertised Distance	Feasible Distance	Neighbor
Successor	X	17	27	R4
Нет Feasible Successor!!!	X	216	226	R3
Нет Feasible Successor!!!	X	36	46	R2

EIGRP активное состояние

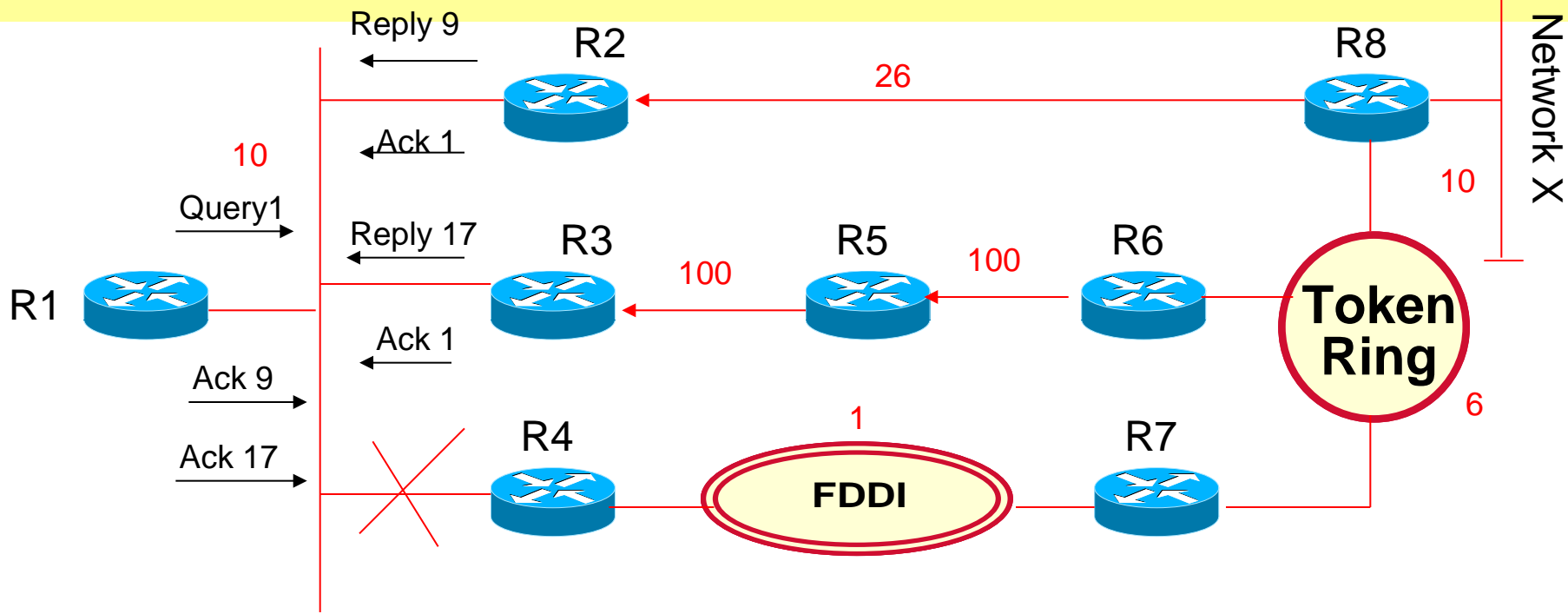
- Если последующий роутер (successor) исчезает из таблицы топологии из-за изменения сети и есть потенциально последующий роутер (FS), то DUAL помещает маршрут в пассивное состояние
 - Состояние роутера после потери преемника и наличия FS
 - Пассивное состояние - роутер не выполняет вычисление маршрута
- Если последующий роутер (successor) исчезает из таблицы топологии из-за изменения сети и нет потенциально последующего роутера (FS), то DUAL помещает маршрут в активное состояние
 - Активное состояние – роутер выполняет вычисление маршрута

EIGRP активное состояние

● Активное состояние

- Состояние маршрутизатора, когда он потерял своего преемника (successor) и не имеет никакого другого фактического приемника (feasible successor (FS)). Маршрутизатор вынужден вычислить маршрут к адресату. И посылает пакет запроса (query packet) всем его соседям.
- Пакет запроса (должен быть подтвержден получателем)
 - ✓ посылается всем соседям, когда роутер входит в Active адресата и просит информацию относительно того адресата. Если он не получит ответы от всех соседей, маршрутизатор останется в активном состоянии и не запустит вычисления для нового successor.
- Пакет ответа (должен быть подтвержден от получателя)
 - ✓ Посылается каждым EIGRP соседом, получившим запрос. Если у соседа нет информации, он делает запрос своим соседям

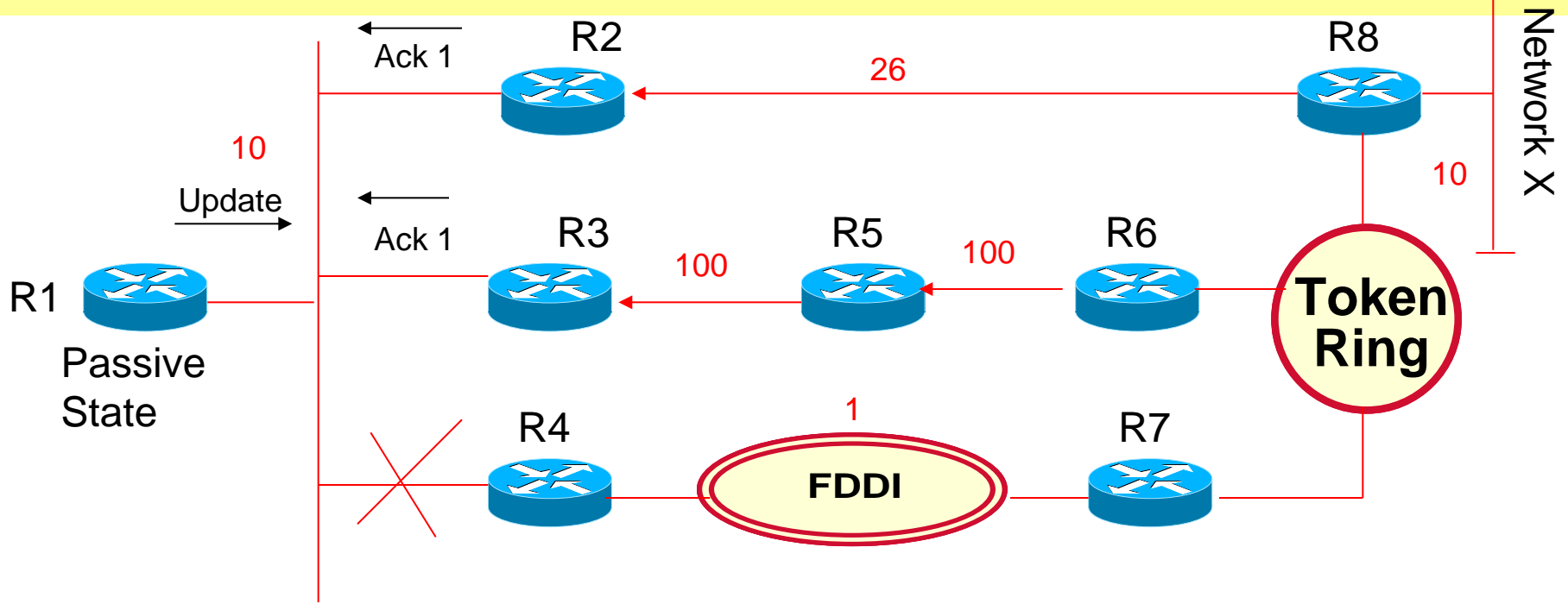
EIGRP Topology table without feasible successor



Part of R1's Topology Table

	Network	Advertised Distance	Feasible Distance	Neighbor
Successor	X	17	27	R4
Нет Feasible Successor!!!	X	216	226	R3
	X	36	46	R2

EIGRP Topology table without feasible successor



Part of R1's Topology Table

Network	Advertised Distance	Feasible Distance	Neighbor
X	216	226	R3
X	36	46	R2

Successor

EIGRP совместимость (Compatibility)

● Маркировка маршрутов

- В EIGRP есть понятие внутренних и внешних маршрутов.
 - ✓ Внутренние маршруты
 - Которые порождены (произошли) в пределах EIGRP автономной системы (AS).
 - ✓ Внешние маршруты
 - Которые были изучены другим протоколом маршрутизации или находятся в таблице маршрутизации как статические маршруты.

● Перераспределение маршрута

- в случае IGRP сделано автоматически, когда EIGRP и IGRP принадлежат одной автономной системе (совместимый показатель!!!). IGRP получил маршруты, обработанные как внешние в EIGRP (также OSPF, RIP, EGP, BGP...)

Совместимость EIGRP



Стек протокола EIGRP

OSI stack



Номер IP протокола 88