



OTUS

ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЕ

Онлайн-образование

Не забыть включить запись!





Меня хорошо видно && слышно?

Ставьте , если все хорошо
Напишите в чат, если есть проблемы

The background of the slide is a blue-tinted aerial photograph of a dense city skyline, likely New York City. Overlaid on this image is a network diagram consisting of numerous light blue nodes connected by thin lines, creating a complex web pattern across the center of the slide. The title text is centered within this network area.

Динамическая маршрутизация

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru

Правила вебинара



Активно участвуем



Задаем вопрос в чат или голосом



Off-topic обсуждаем в Slack #канал группы или #general



Вопросы вижу в чате, могу ответить не сразу

Карта курса



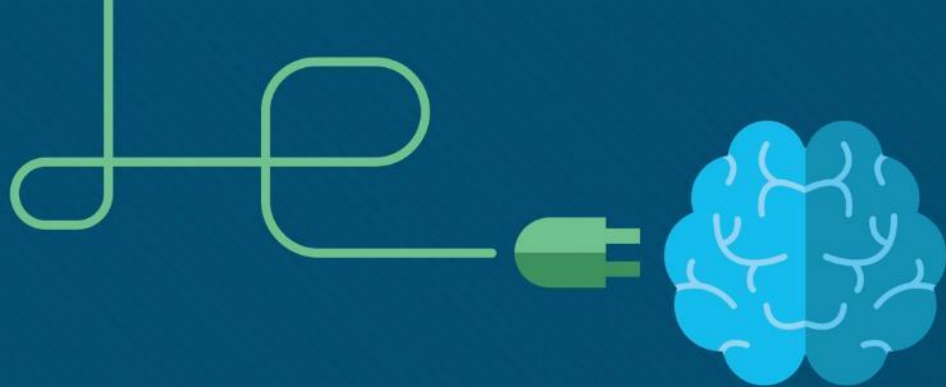
Протоколы динамической маршрутизации

```
graph TD; A[Протоколы динамической маршрутизации] --> B[Динамическая маршрутизация на основе векторов расстояния]; B --> C[Динамическая маршрутизация на основе состояния канала]; C --> D[Заключение];
```

Динамическая маршрутизация на основе векторов расстояния

Динамическая маршрутизация на основе состояния канала

Заключение



Глава 5. Динамическая маршрутизация

CCNA Routing and Switching

Scaling Networks v6.0

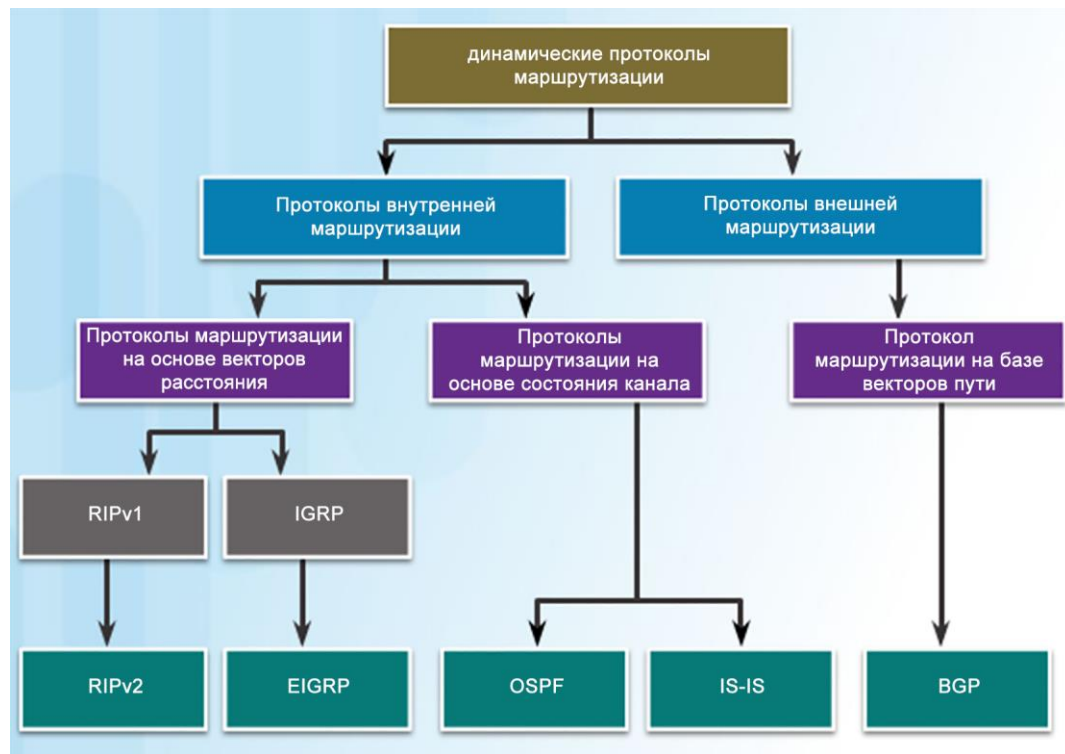


5.1. Протоколы динамической маршрутизации

Классификация протоколов маршрутизации

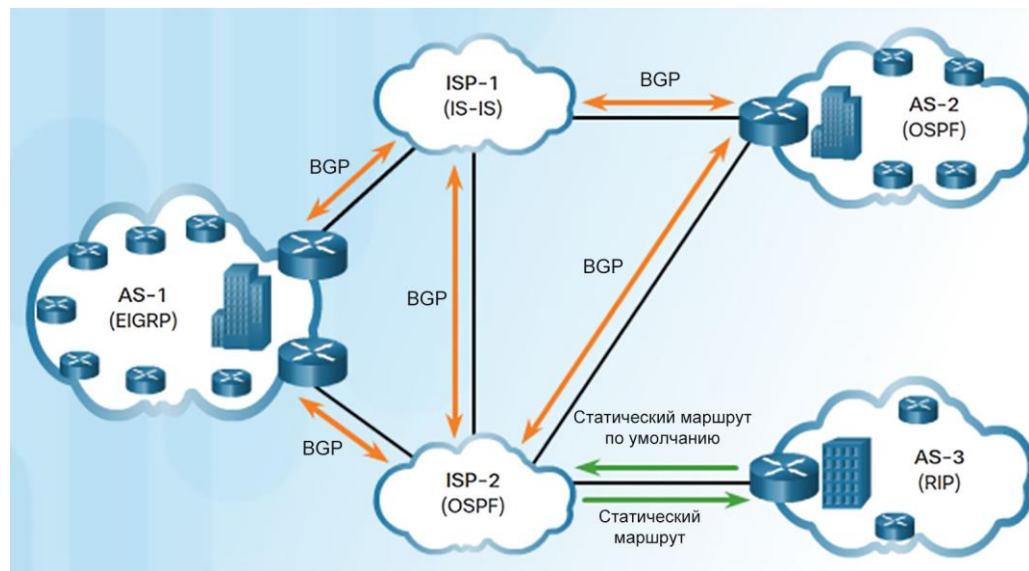
- Протоколы динамической маршрутизации используются для решения следующих задач:

- Обнаружение удаленных сетей.
- Обновление данных маршрутизации.
- Выбор оптимального пути к сетям назначения.
- Обеспечение возможности поиска нового оптимального пути в случае, если текущий путь недоступен.

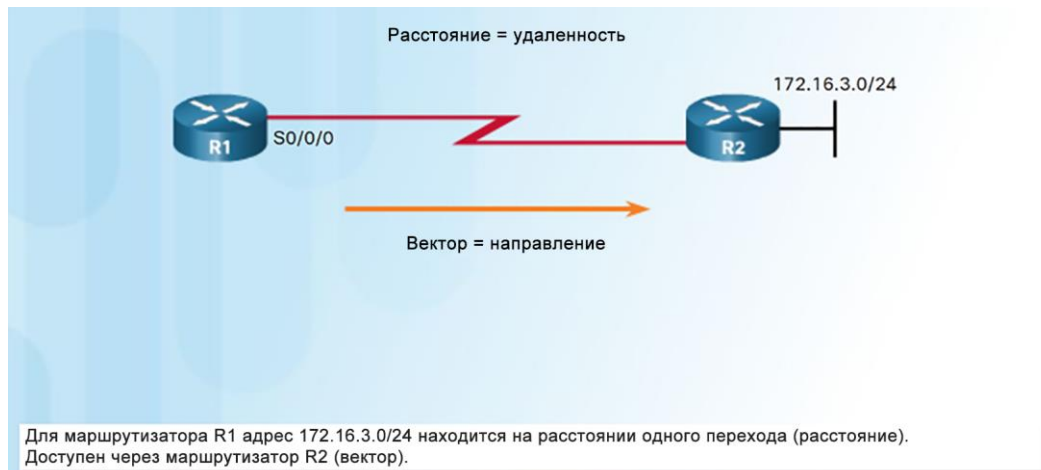


Протоколы внутренней (IGP) и внешней (EGP) маршрутизации

- Протоколы внутренней маршрутизации (IGP), используемые для маршрутизации внутри автономной системы (AS).
 - Примеры: RIP, EIGRP, OSPF и IS-IS.
- Протоколы внешнего шлюза (EGP), используемые для маршрутизации между автономными системами.
 - BGP

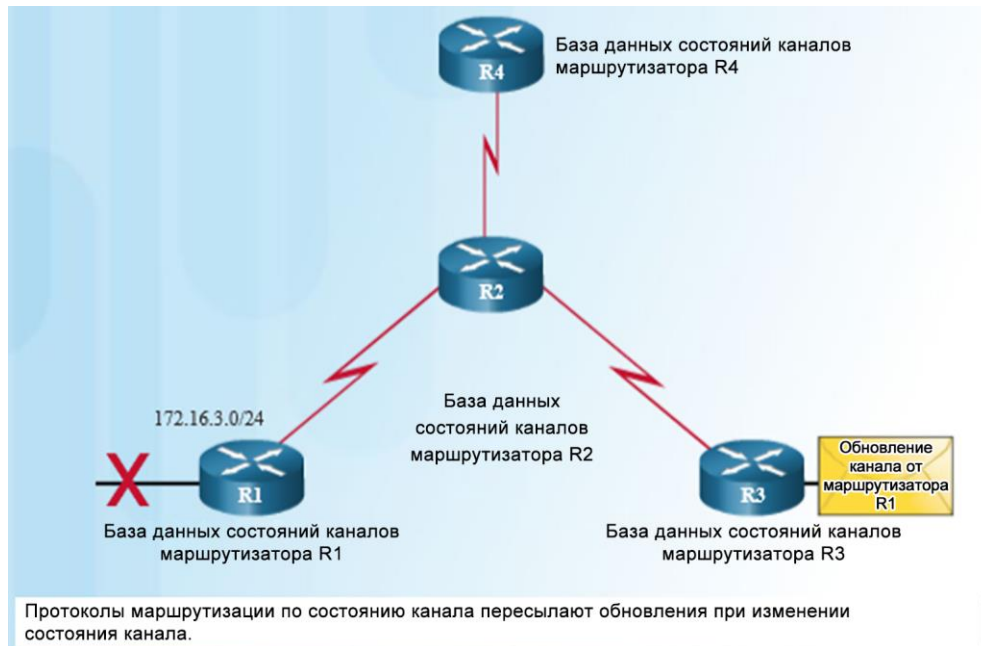


Протоколы маршрутизации на базе векторов



- «На базе векторов расстояния» означает, что маршруты объявляются путем указания двух характеристик:
 - Расстояние определяет удаленность сети назначения по таким метрикам, как число переходов, стоимость, пропускная способность, значение задержки.
 - Вектор определяет направление маршрутизатора следующего перехода или выходного интерфейса маршрута для доступа к адресу назначения.
- RIPv1 (устаревший), протокол RIPv2, принадлежащий компании Cisco
протокол IGRP (устаревший), протокол EIGRP.

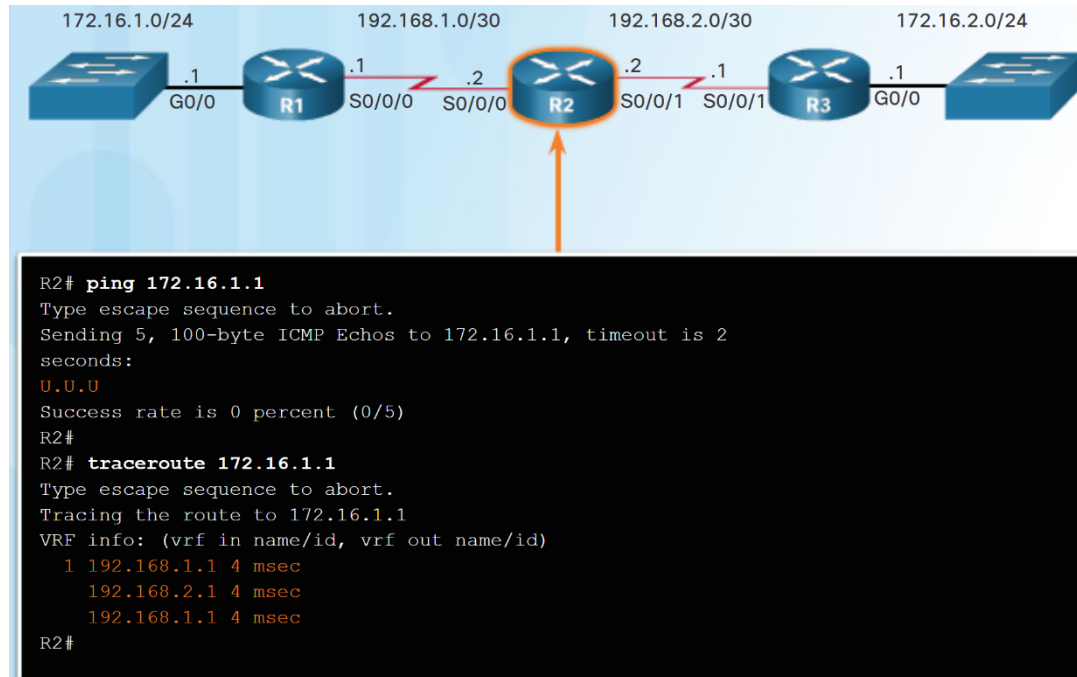
Протоколы маршрутизации по состоянию канала



- Маршрутизатор состояния канала использует данные о состоянии канала, полученные от других маршрутизаторов:
 - для создания карты топологии;
 - для выбора оптимального пути ко всем сетям назначения в топологии.
- Протоколы маршрутизации по состоянию канала не используют регулярные обновления.
 - Обновления рассылаются только при изменении в топологии
- OSPF и IS-IS

Классовые протоколы маршрутизации

- Бесклассовые протоколы маршрутизации включают в обновления маршрутизации данные о маске подсети.
- Классовые протоколы маршрутизации не передают информацию о маске подсети в своих обновлениях маршрутизации.
- Классовые протоколы маршрутизации не поддерживают маски подсети переменной длины (VLSM) и бесклассовую междоменную маршрутизацию (CIDR).
- Классовые протоколы маршрутизации также создают определенные проблемы в «разорванных» сетях.



Бесклассовые протоколы маршрутизации

- Бесклассовые протоколы маршрутизации IPv4 (RIPv2, EIGRP, OSPF и IS-IS) включают в обновления маршрутизации данные о маске подсети.
- Бесклассовые протоколы маршрутизации поддерживают использование VLSM и CIDR.
- Протоколы маршрутизации IPv6 являются бесклассовыми.

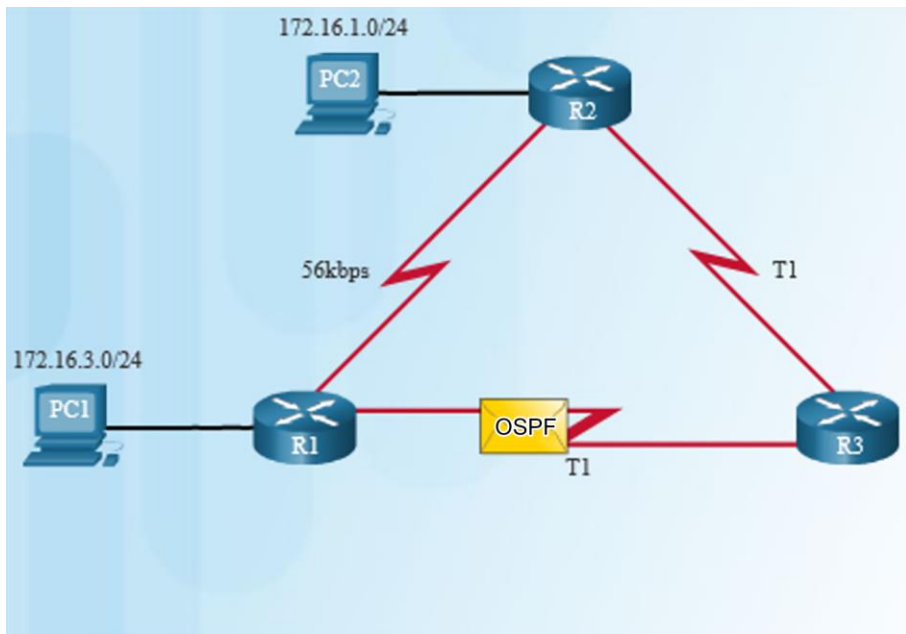


Характеристики протоколов маршрутизации

- Для сравнения протоколов маршрутизации используйте приведенные на диаграмме характеристики.

	Вектор расстояния				Состояние канала	
	RIPv1	RIPv2	IGRP	EIGRP	OSPF	IS-IS
Скорость взаимодействия	Медленная	Медленная	Медленная	Высокая скорость	Высокая скорость	Высокая скорость
Масштабируемость — размер сети	Малые	Малые	Малые	Крупные	Крупные	Крупные
Использование VLSM	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да
Потребление ресурсов	Низкий	Низкий	Низкий	Средние	Высокие	Высокие
Реализация и обслуживание	Простой	Простой	Простой	Сложный	Сложный	Сложный

Показатели протоколов маршрутизации



Протокол RIP выбирает наилучший путь с учетом числа переходов.

Протокол OSPF выбирает оптимальный путь с учетом пропускной способности.

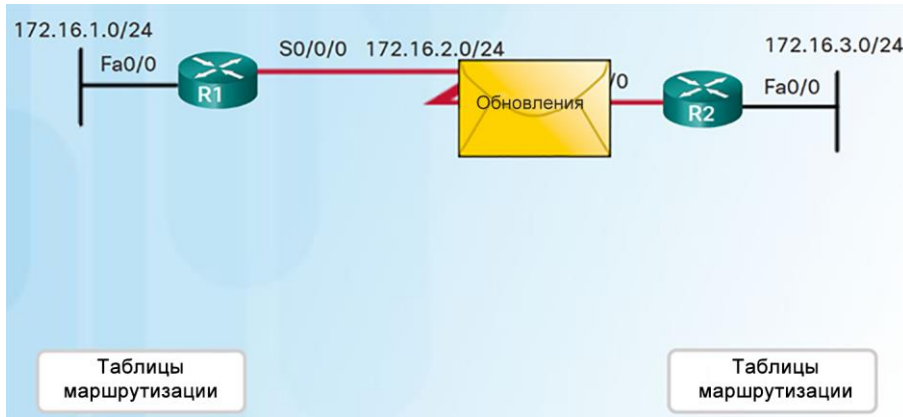
- Метрика представляет собой измеряемое значение, которое назначается протоколом маршрутизации различным маршрутам с учетом полезности того или иного маршрута.
- Показатели маршрутизации используются для определения общей «стоимости» пути от исходной до целевой точки.
- Оптимальный путь — это маршрут с наименьшей стоимостью.
- Показатели, используемые различными динамическими протоколами:
 - RIP — число переходов.
 - OSPF — затраты с учетом совокупной пропускной способности.
 - EIGRP — пропускная способность, задержка, нагрузка и надежность.

5.2. Динамическая маршрутизация на основе векторов расстояния

Основные принципы работы протоколов на базе вектора расстояния

Работа протокола динамической маршрутизации

- Работу протокола динамической маршрутизации можно описать следующим образом.
 - Маршрутизатор отправляет и принимает сообщения маршрутизации на свои интерфейсы.
 - Маршрутизатор предоставляет общий доступ к сообщениям маршрутизации и данным о маршрутах для других маршрутизаторов, использующих тот же протокол маршрутизации.
 - Маршрутизаторы осуществляют обмен данными маршрутизации для получения информации об удалённых сетях.
 - Когда маршрутизатор обнаруживает изменение топологии, протокол маршрутизации может объявить это изменение другим маршрутизаторам.



Пуск из обесточенного состояния

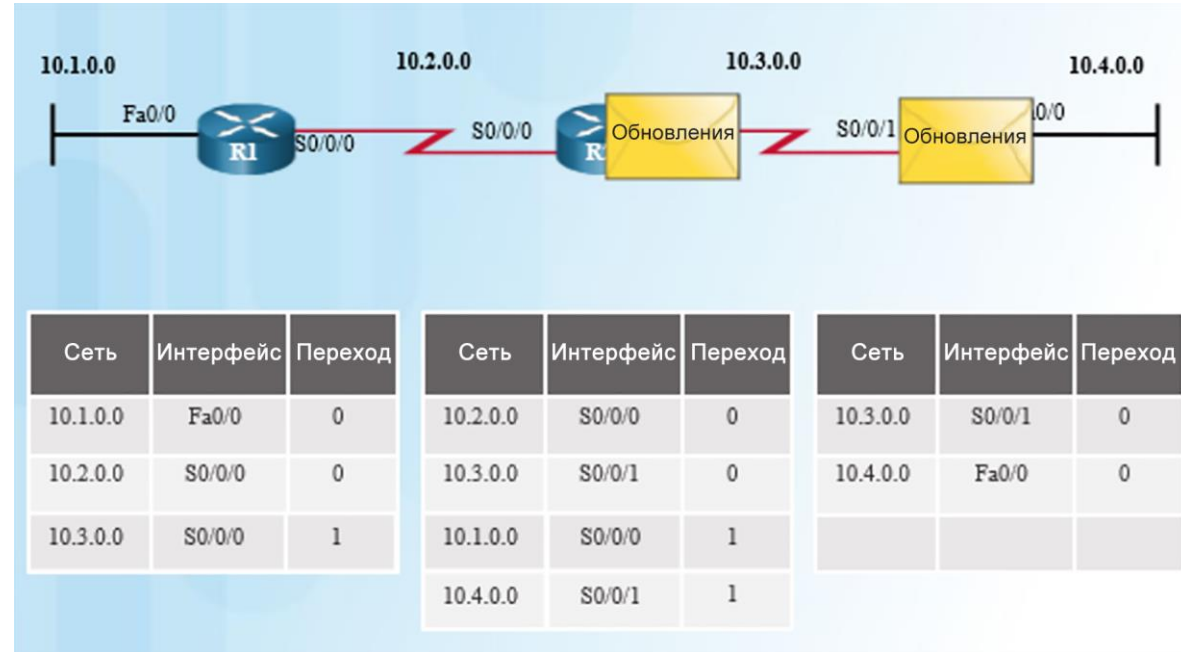
- После успешной загрузки маршрутизатора он применяет сохраненную конфигурацию, а затем маршрутизатор выполняет первоначальное обнаружение сетей, которые подключены к нему напрямую.
- Он добавляет IP-адреса этих подключенных напрямую интерфейсов в свою таблицу маршрутизации



Основные принципы работы протоколов на базе вектора расстояния

Обнаружение сетей

- Если настроен протокол маршрутизации, маршрутизатор осуществляет обмен обновлениями маршрутизации для получения информации обо всех удаленных маршрутах.
- Маршрутизатор отправляет пакет обновления с информацией, приведенной в его таблице маршрутизации из всех интерфейсов.
- Кроме того, маршрутизатор получает обновления от напрямую подключенных маршрутизаторов и добавляет новую информацию в свою таблицу маршрутизации.



Основные принципы работы протоколов на базе вектора расстояния

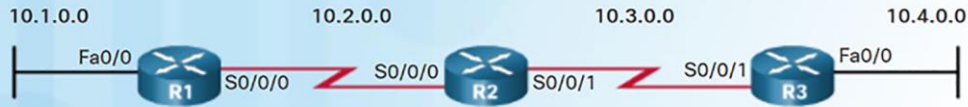
Обмен данными маршрутизации

- Стремясь обеспечить конвергенцию, маршрутизаторы выполняют следующий раунд передачи периодических обновлений.
- Протоколы маршрутизации на базе векторов расстояния используют деления горизонта для предотвращения петель.
- Метод деления горизонта запрещает отправку данных из того же интерфейса, от которого они были получены.



Основные принципы работы протоколов на базе вектора расстояния

Обеспечение конвергенции



Сеть	Интерфейс	Переход
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	2

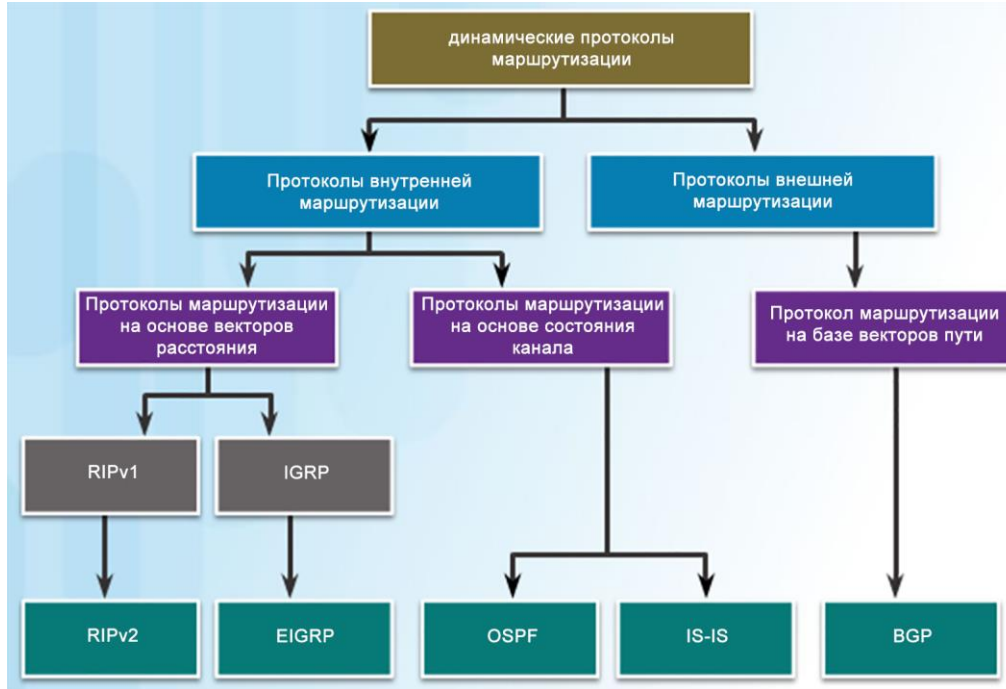
Сеть	Интерфейс	Переход
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Сеть	Интерфейс	Переход
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

- Сеть сходится, когда все маршрутизаторы имеют полную и точную информацию обо всей сети.
- Время конвергенции — это время, необходимое маршрутизатору для обмена данными, расчета оптимальных путей и обновления таблиц маршрутизации.
- Протоколы маршрутизации могут оцениваться на основе скорости конвергенции: чем быстрее конвергенция, тем лучше протокол маршрутизации.

Описание работы протокола маршрутизации на базе векторов расстояния

Технологии на базе векторов расстояния



- Протоколы маршрутизации на базе векторов расстояния осуществляют обмен обновлениями с соседними устройствами.
- Маршрутизаторы, использующие дистанционно-векторную маршрутизацию, не имеют данных о топологии сети.
- Некоторые дистанционно-векторные протоколы регулярно отправляют обновления.
 - Протокол RIPv1 отправляет обновления как широковещательные рассылки 255.255.255.255.
 - Протоколы RIPv2 и EIGRP могут использовать групповые адреса для доступа только к определенным соседним маршрутизаторам.
 - Протокол EIGRP также может использовать одноадресную рассылку для связи с определенным соседним маршрутизатором.
 - Кроме того, протокол EIGRP отправляет обновления только по необходимости, а не периодически.

Работа протокола маршрутизации на базе векторов расстояния

Алгоритм на базе векторов расстояния

- Отправка и прием обновлений
- Расчет оптимального пути и установка маршрута
- Обнаружение и реагирование на изменения в топологии



Сеть	Интерфейс	Переход
172.16.1.0/24	Fa0/0	0
172.16.2.0/24	S0/0/0	0
172.16.3.0/24	S0/0/0	1

Сеть	Интерфейс	Переход
172.16.2.0/24	S0/0/0	0
172.16.3.0/24	Fa0/0	0
172.16.1.0/24	S0/0/0	1

- Алгоритм на базе векторов расстояния определяет следующие процессы:
 - механизм отправки и получения данных маршрутизации;
 - механизм расчета оптимальных путей и добавления маршрутов в таблицу маршрутизации;
 - механизм обнаружения и реагирования на изменения в топологии.
- Протокол RIP использует алгоритм Беллмана-Форда в качестве алгоритма маршрутизации.
- Протоколы IGRP и EIGRP используют алгоритм маршрутизации DUAL (Diffusing Update Algorithm — алгоритм диффузного обновления).

Протокол маршрутной информации

- Протокол маршрутной информации (RIP)
 - Простота конфигурации
 - Широковещательная рассылка обновлений маршрутизации (255.255.255.255) выполняется каждые 30 секунд
 - Метрика — это количество переходов
 - Предельное число переходов — 15
- RIPv2
 - **Протокол бесклассовой маршрутизации.** Протокол поддерживает VLSM и CIDR
 - **Повышенная производительность.** Протокол отправляет обновления на групповой адрес 224.0.0.9
 - **Меньшее число записей маршрутизации.** Протокол поддерживает ручное объединение маршрутов
 - **Надежность.** Протокол поддерживает аутентификацию

Характеристики и свойства	RIPv1	RIPv2
Метрика	Оба протокола используют в качестве простой метрики число переходов. Максимальное число переходов составляет 15.	
Обновления, направленные на адрес	255.255.255.255	224.0.0.9
Поддержка VLSM	✗	✓
Поддержка CIDR	✗	✓
Поддержка суммирования	✗	✓
Поддержка аутентификации	✗	✓

- RIPng
 - Версия протокола RIP с поддержкой IPv6
 - Предельное число переходов составляет 15, а административное расстояние равно 120

Типы протоколов маршрутизации на базе векторов расстояния

Усовершенствованный протокол внутренней маршрутизации между шлюзами

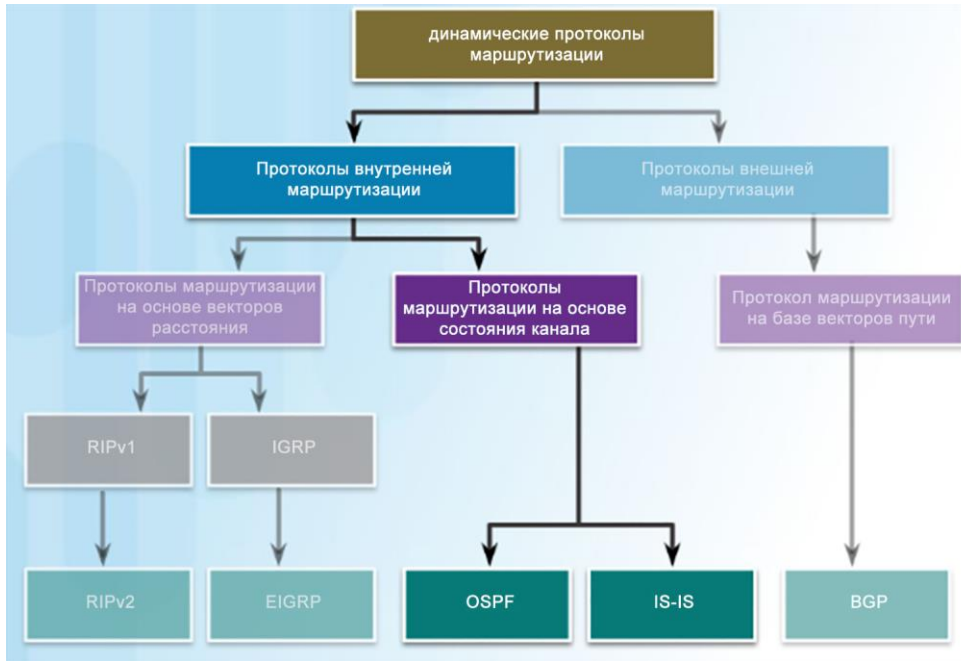
Характеристики и свойства	IGRP	EIGRP
Метрика	Оба протокола используют составную метрику, состоящую из значений пропускной способности и задержки. В расчете метрики также можно учитывать значения надежности и нагрузки.	
Обновления, направленные на адрес	255.255.255.255	224.0.0.10
Поддержка VLSM	✗	✓
Поддержка CIDR	✗	✓
Поддержка суммирования	✗	✓
Поддержка аутентификации	✗	✓

- Протокол EIGRP пришел на смену протокола IGRP в 1992 г. Оно имеет следующие функции:
 - **Ограниченные обновления по триггерам.** Протокол отправляет обновления только маршрутизаторам, которым они нужны.
 - **Механизм keepalive (Hello).** Протокол регулярно обменивается сообщениями приветствия для поддержания отношений смежности.
 - **Обработка таблицы топологии.** Обработка и сохранение всех маршрутов, принятых от соседних устройств (не только оптимальных путей), в таблице топологии.
 - **Быстрая конвергенция.** Благодаря поддержке альтернативных маршрутов.
 - **Поддержка нескольких протоколов сетевого уровня.** Протокол использует зависимые модули протоколов (PDM) для поддержки протоколов уровня 3.

5.3. Динамическая маршрутизация на основе состояния канала

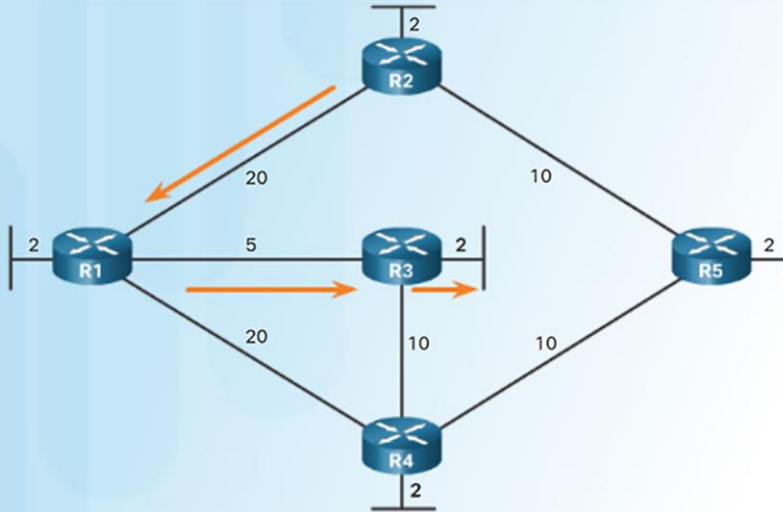
Принцип работы протоколов маршрутизации с учетом состояния канала

Протоколы маршрутизации по кратчайшему пути



- Протоколы маршрутизации по состоянию канала также известны как протоколы маршрутизации по кратчайшему пути. Эти протоколы используют алгоритм маршрутизации кратчайшего пути (SPF) Эдсгера Дейкстры.
- Протоколы маршрутизации по состоянию канала IPv4:
 - Алгоритм выбора кратчайшего пути (OSPF)
 - Протокол маршрутизации промежуточных систем (IS-IS)

Алгоритм Дейкстры

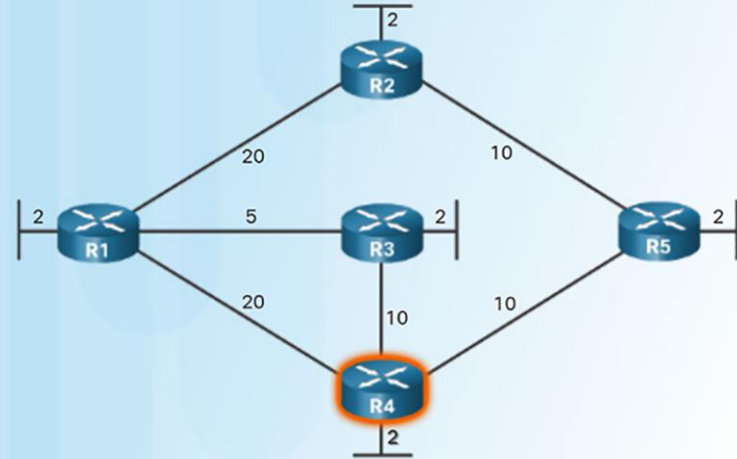


Кратчайший путь для хоста в сети LAN маршрутизатора R2 для доступа к хосту в сети LAN маршрутизатора R3: от R2 до R1 (20) + от R1 до R3 (5) + от R3 до сети LAN (2) = 27

- Все протоколы маршрутизации на основе состояния канала применяют для расчета оптимального маршрута алгоритм Дейкстры (который еще называют алгоритмом кратчайшего пути (SPF)):
 - Используется совокупная стоимость по каждому пути от начальной до конечной точки.
 - Каждый маршрутизатор определяет стоимость до каждой точки назначения в топологии.

Пример кратчайшего пути

- В таблице показан кратчайший путь и совокупная стоимость доступа к указанным сетям назначения с позиции маршрутизатора R4.



Назначение	Кратчайший путь	Цена
Локальная сеть R1	от R4 к R3 к R1	17
Локальная сеть R2	от R4 к R5 к R2	22
Локальная сеть R3	от R4 к R3	12
Локальная сеть R5	от R4 к R5	12

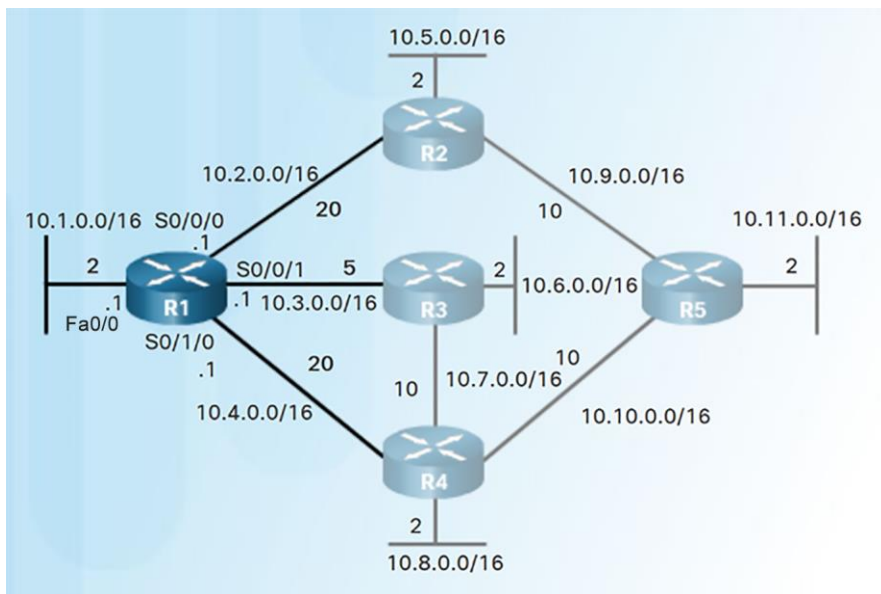
Процесс маршрутизации по состоянию канала

Процесс маршрутизации по состоянию канала

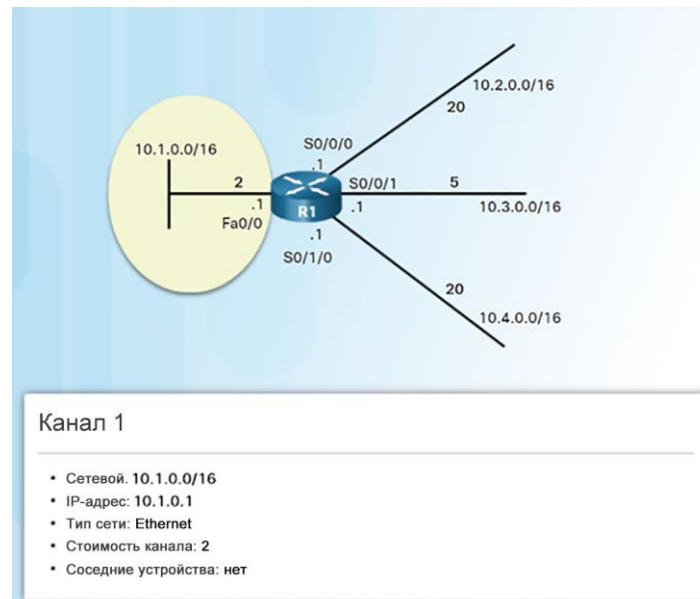
- Каждый маршрутизатор получает сведения о каждой из своих непосредственно подключенных сетей.
- Каждый маршрутизатор отвечает за отправку приветственных сообщений соседним устройствам в рамках напрямую подключенных сетей.
- Каждый маршрутизатор создает пакет состояния канала (LSP), в котором содержатся данные о состоянии каждого из напрямую подключенных каналов.
- Каждый маршрутизатор выполняет лавинную рассылку пакетов состояния канала всем соседним устройствам LSP, которые затем сохраняют полученные пакеты в базу данных LSP.
- Каждый маршрутизатор использует базу данных для создания общей топологической схемы и рассчитывает оптимальный путь к каждой сети назначения.

Примечание. Этот процесс одинаков для протоколов OSPF для IPv4 и протоколов OSPF для IPv6.

Канал и состояние канала

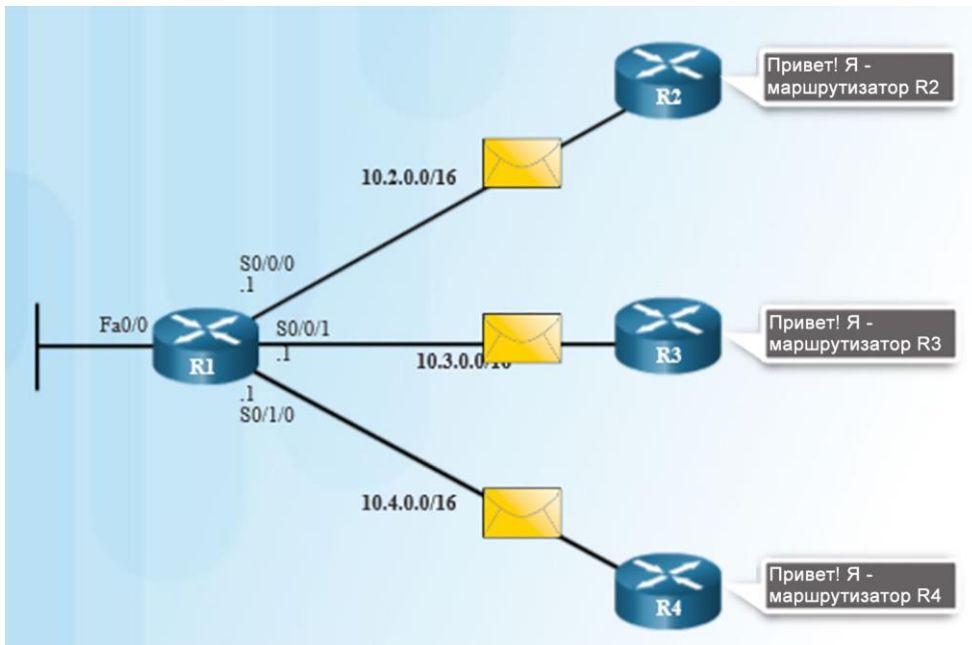


- Процесс маршрутизации в состоянии соединения начинается с того, что каждый маршрутизатор узнает о том, какие сети подключены к нему напрямую.



Обновления состояния канала

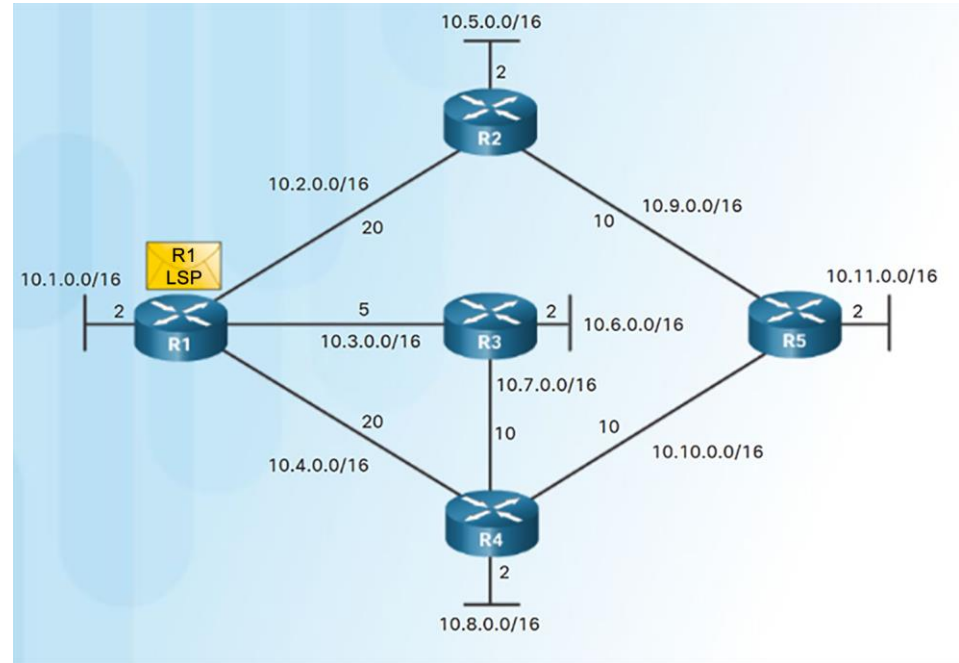
Протокол приветствия



- На втором этапе процесса маршрутизации в состоянии соединения каждый маршрутизатор обнаруживает все соседние устройства, подключенные к его каналам, используя протокол приветствия.
- Когда два маршрутизатора с маршрутизацией по состоянию канала узнают, что они являются соседями, они переходят в состояние смежности.
- Если с определенного момента маршрутизатор не получает пакеты приветствия от соседнего устройства, то такое соседнее устройство считается недоступным.

Формирование пакета состояний каналов

- На третьем этапе процесса маршрутизации в состоянии соединения каждый маршрутизатор формирует пакет состояния канала (LSP), в котором приведены данные о состоянии его каналов.
- Пакет LSP R1 (показан на диаграмме) содержит:
 - R1; сеть Ethernet 10.1.0.0/16; стоимость 2
 - R1 -> R2; последовательная сеть с конфигурацией «точка-точка»; 10.2.0.0/16; стоимость 20.
 - R1 -> R3; последовательная сеть «точка-точка»; 10.3.0.0/16; стоимость 5
 - R1 -> R4; последовательная сеть с конфигурацией «точка-точка»; 10.4.0.0/16; стоимость 20.

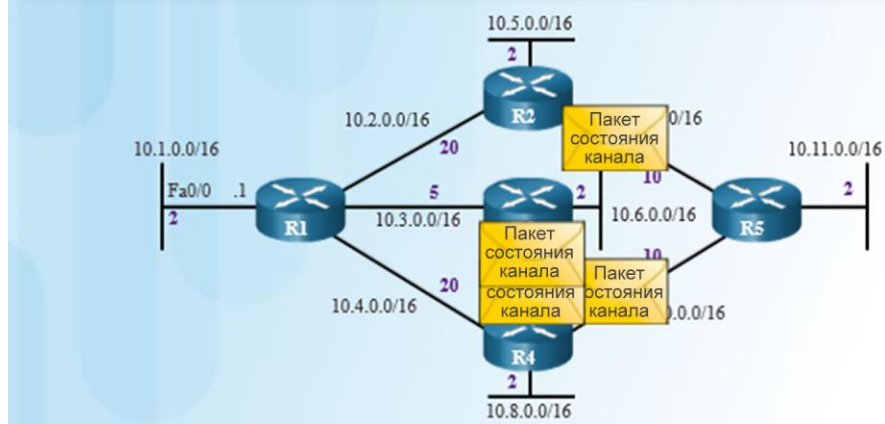


Лавинная рассылка пакетов состояния канала

- На четвертом этапе процесса маршрутизации в состоянии соединения каждый маршрутизатор выполняет лавинную рассылку пакетов LSP всем соседним устройствам.
- Пакеты состояния канала необходимо отправлять только в следующих случаях:
 - во время начального запуска протокола маршрутизации на маршрутизаторе (например, при перезагрузке маршрутизатора);
 - При изменении в топологии (например, в случае отключения канала)
- В пакете LSP также указываются порядковые номера и информация об устаревании:
 - по ней каждый маршрутизатор определяет, получал ли он уже такой пакет LSP.
 - она используется для определения, есть ли в пакете LSP новая информация.

Содержимое пакета состояния канала маршрутизатора R1

- R1; сеть Ethernet; 10.1.0.0/16; стоимость 2
- R1 -> R2; последовательная сеть с конфигурацией «точка-точка»; 10.2.0.0/16; стоимость 20.
- R1 -> R3; последовательная сеть с конфигурацией «точка-точка»; 10.3.0.0/16; стоимость 5.
- R1 -> R4; последовательная сеть с конфигурацией «точка-точка»; 10.4.0.0/16; стоимость 20.



Создание базы данных о состоянии каналов

- На последнем этапе процесса маршрутизации по состоянию канала каждый маршрутизатор использует базу данных для построения полной карты топологии и вычисляет оптимальный путь к каждой из сетей назначения.

База данных состояний каналов маршрутизатора R1

Состояния каналов маршрутизатора R1:

- Подключен к сети 10.1.0.0/16, стоимость = 2
- Подключен к маршрутизатору R2 в сети 10.2.0.0/16, стоимость = 20
- Подключен к маршрутизатору R3 в сети 10.3.0.0/16, стоимость = 5
- Подключен к маршрутизатору R4 в сети 10.4.0.0/16, стоимость = 20

Состояния каналов маршрутизатора R2:

- Подключен к сети 10.5.0.0/16, стоимость = 2
- Подключен к маршрутизатору R1 в сети 10.2.0.0/16, стоимость = 20
- Подключен к маршрутизатору R5 в сети 10.9.0.0/16, стоимость = 10

Состояния каналов маршрутизатора R3:

- Подключен к сети 10.6.0.0/16, стоимость = 2
- Подключен к маршрутизатору R1 в сети 10.3.0.0/16, стоимость = 5
- Подключен к маршрутизатору R4 в сети 10.7.0.0/16, стоимость = 10

Состояния каналов маршрутизатора R4:

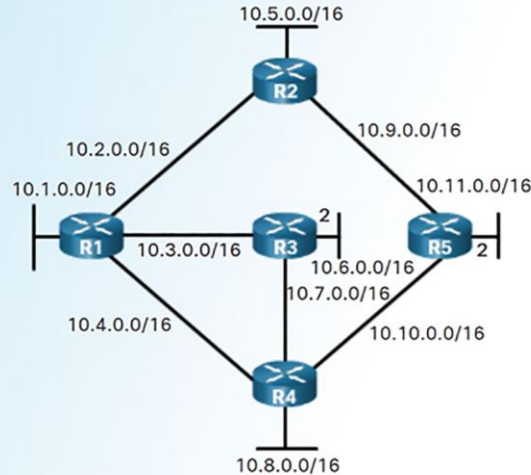
- Подключен к сети 10.8.0.0/16, стоимость = 2
- Подключен к маршрутизатору R1 в сети 10.4.0.0/16, стоимость = 20
- Подключен к маршрутизатору R3 в сети 10.7.0.0/16, стоимость = 10
- Подключен к маршрутизатору R5 в сети 10.10.0.0/16, стоимость = 10

Состояния каналов маршрутизатора R5:

- Подключен к сети 10.11.0.0/16, стоимость = 2
- Подключен к маршрутизатору R2 в сети 10.9.0.0/16, стоимость = 10
- Подключен к маршрутизатору R4 в сети 10.10.0.0/16, стоимость = 10

Построение дерева кратчайших путей SPF

Назначение	Кратчайший путь	Стоимость
10.5.0.0/16	R1 → R2	22
10.6.0.0/16	R1 → R3	7
10.7.0.0/16	R1 → R3	15
10.8.0.0/16	R1 → R3 → R4	17
10.9.0.0/16	R1 → R2	30
10.10.0.0/16	R1 → R3 → R4	25
10.11.0.0/16	R1 → R3 → R4 → R5	27



- Для построения дерева SPF каждый маршрутизатор использует базу данных состояний каналов и алгоритм SPF.
 - Маршрутизатор R1 определяет напрямую подключенные к нему сети и стоимости.
 - Маршрутизатор R1 добавляет в базу все неизвестные сети и связанные с ними значения стоимости.
 - Затем алгоритм SPF рассчитывает кратчайшие пути для доступа к каждой сети, отображаемой в дереве SPF, как показано на схеме.
- Каждый маршрутизатор создает собственное дерево кратчайших путей SPF независимо от остальных маршрутизаторов.

Добавление маршрутов OSPF в таблицу маршрутизации

Назначение	Кратчайший путь	Стоимость
10.5.0.0/16	R1->R2	22
10.6.0.0/16	R1->R3	7
10.7.0.0/16	R1->R3	15
10.8.0.0/16	R1->R3->R4	17
10.9.0.0/16	R1->R2	30
10.10.0.0/16	R1->R3->R4	25
10.11.0.0/16	R1->R3->R4->R5	27

Таблица маршрутизации маршрутизатора R1

- Напрямую подключенная сеть 10.2.0.0/16
- Напрямую подключенная сеть 10.3.0.0/16
- Напрямую подключенная сеть 10.4.0.0/16

Удаленные сети

- 10.5.0.0/16 через маршрутизатор R2, последовательный интерфейс 0/0/0, стоимость = 22
- 10.6.0.0/16 через маршрутизатор R3, последовательный интерфейс 0/0/1, стоимость = 7
- 10.7.0.0/16 через маршрутизатор R3, последовательный интерфейс 0/0/1, стоимость = 15
- 10.8.0.0/16 через маршрутизатор R3, последовательный интерфейс 0/0/1, стоимость = 17

- Используя данные о кратчайшем пути, определенные алгоритмом SPF, эти пути заносятся в таблицу маршрутизации.
- В таблицу маршрутизации также вносятся подключенные напрямую и статические маршруты.

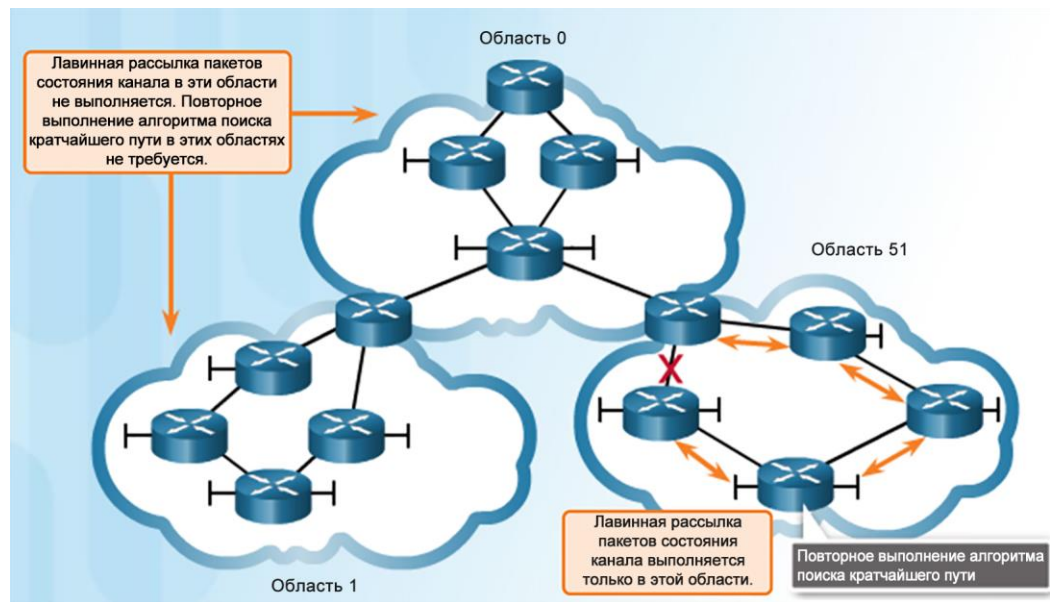
Зачем использовать протоколы состояния канала?

Преимущества протоколов маршрутизации по состоянию канала

- Каждый маршрутизатор выполняет построение собственной топологической схемы сети, чтобы определить кратчайший путь.
- Немедленная лавинная рассылка пакетов состояния канала позволяет добиться более быстрой сходимости.
- Пакеты состояния канала отправляются только в случае изменений в топологии и содержат только данные об этом изменении.
- Иерархическая структура, используемая при внедрении структуры из нескольких зон.

Недостатки протоколов на основе состояния канала

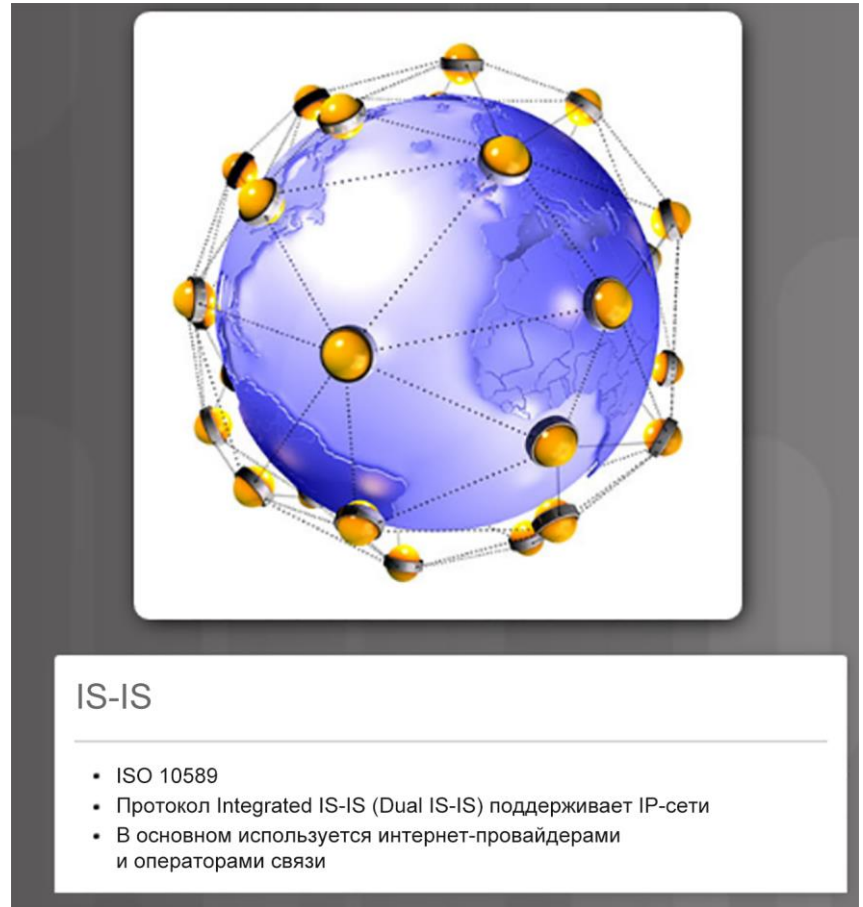
- Недостатки протоколов маршрутизации на основе состояния канала:
 - Требования к памяти — протоколам маршрутизации на основе состояния канала требуются дополнительные ресурсы памяти.
 - Требования к обработке — протоколам маршрутизации на основе состояния канала может потребоваться дополнительная обработка центральным процессором.
 - Требования к пропускной способности — лавинная рассылка пакетов о состоянии каналов может занимать значительную часть пропускной способности.
- Использование нескольких областей может привести к уменьшению размера баз данных состояний каналов.
- Наличие нескольких областей может привести к ограничению объема рассылки информации о состоянии канала, при этом пакеты LSP будут отправляться только тем маршрутизаторам, которые в них нуждаются.




Преимущества протоколов маршрутизации на основе состояния канала

Протоколы, которые используют состояние канала

- Есть два протокола маршрутизации на основе состояния канала: OSPF и IS-IS. Алгоритм выбора кратчайшего пути (OSPF) является наиболее популярным вариантом. Используются две версии протокола:
 - OSPFv2 — OSPF для сетей IPv4 (RFC 1247 и RFC 2328)
 - OSPFv3 — OSPF для сетей IPv6 (RFC 2740)
- Встроенный IS-IS или двойной IS-IS (так называемый Dual IS-IS) имеет поддержку сетей IP.
- В основном используется интернет-провайдерами и операторами связи.







**Заполните, пожалуйста,
опрос о занятии по ссылке в чате**



До новых встреч!
Приходите на следующие занятия

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru