

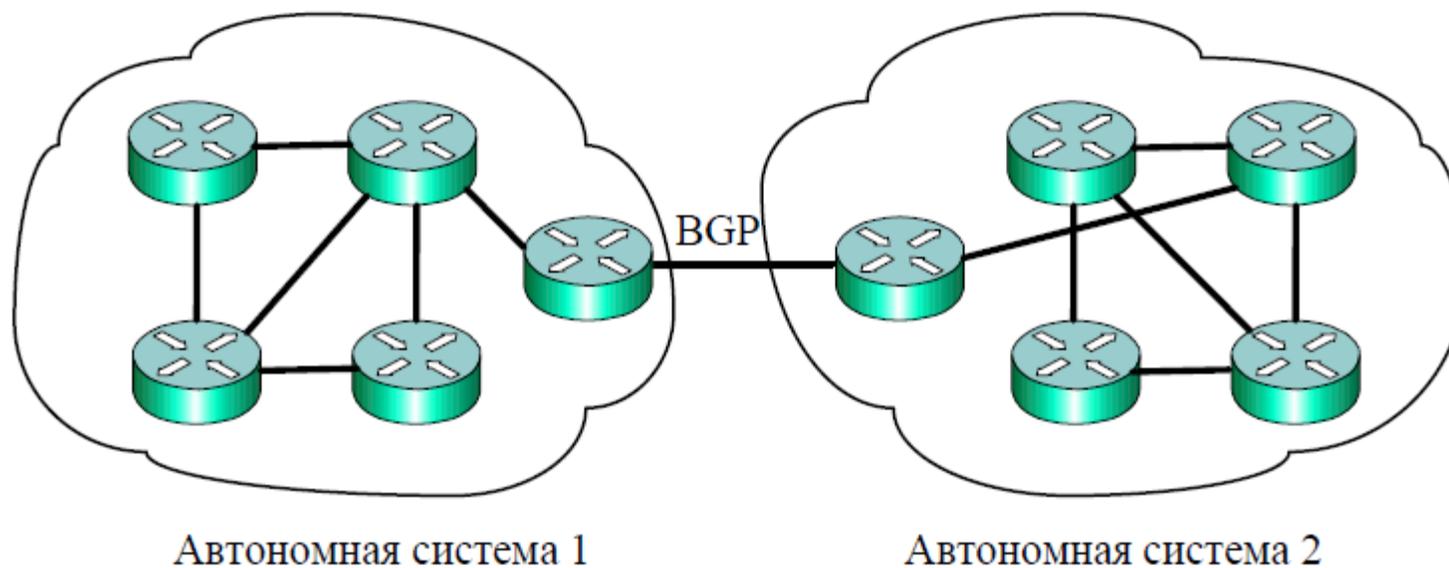
Лекция № 8. Особенности
протоколов вектора
расстояния

Учебные вопросы:

- 1. Основные параметры протоколов маршрутизации**
- 2. Протокол RIP**

Вопрос №1

Совокупность сетей, представленных набором маршрутизаторов под общим административным управлением, образует **автономную систему**. Примерами автономных систем являются сети провайдеров. Автономные системы нумеруются и в некоторых протоколах (IGRP, EIGRP) эти номера используются.



Маршрутизаторы функционируют в дейтаграммных сетях с коммутацией пакетов, где все возможные маршруты уже существуют. Поэтому пакету нужно лишь *выбрать наилучший путь* на основе метрики протокола маршрутизации. Процесс прокладки пути производится последовательно от одного маршрутизатора к другому. Этот процесс маршрутизации (routing) является функцией Уровня 3 модели OSI. При прокладывании пути пакета маршрутизатор анализирует сетевой адрес узла назначения, заданный в заголовке пакета, и вычленяет из него адрес сети.

Адреса всех доступных сетей назначения хранятся в **таблице маршрутизации**. Поэтому маршрутизатор должен создавать и поддерживать таблицы маршрутизации, а также извещать другие маршрутизаторы о всех известных ему изменениях в топологии сети.

Маршрутизацию, т.е. прокладывание маршрута внутри автономных систем, осуществляют протоколы внутренней маршрутизации (Interior Gateway Protocols - **IGPs**), к которым относятся **RIP, RIPv2, IGRP, EIGRP, OSPF**, Intermediate System-to-Intermediate System (**IS-IS**).

Маршрутизацию между автономными системами производят протоколы внешней маршрутизации (Exterior Gateway Protocols - **EGPs**). Примером протокола внешней маршрутизации является протокол **BGP**, который работает на граничных маршрутизаторах автономных систем

Маршрутизирующие протоколы, работающие внутри автономных систем, в свою очередь, подразделяются на **протоколы вектора расстояния (distance-vector)** и **протоколы состояния канала (link-state)**.

Протоколы *вектора расстояния* определяют **расстояние** и направление, т.е. вектор соединения в составной сети на пути к адресату. Расстояние может быть выражено в **количестве переходов (hop count)** или маршрутизаторов в соединении на пути от узла источника к адресату назначения, а также других значениях метрики.

При использовании протокола **вектора расстояния** маршрутизаторы посылают всю или часть таблицы маршрутизации соседним (смежным) маршрутизаторам через определенные интервалы времени.

В таких протоколах как **RIP**, обмен обновлениями (*update*) или модификациями происходит периодически, даже если в сети нет никаких изменений, на что затрачивается довольно большая часть полосы пропускания. Получив обновление маршрутной информации, маршрутизатор может заново вычислить все известные пути и произвести изменения в таблице маршрутизации.

Протоколы **состояния канала** создают полную картину топологии сети и вычисляют кратчайшие пути ко всем сетям назначения. Если путей несколько, то выбирают первый из вычисленных. Протоколы состояния канала (или соединения) быстрее реагируют на изменения в сети по сравнению с протоколами вектора расстояния, но при этом требуют больших вычислительных ресурсов.

Определение наиболее рационального (или оптимального) пути производится маршрутизатором на основе некоторого критерия – **метрики**. Значение метрики используется при оценке возможных путей к адресату назначения. Метрика может включать разные параметры, например: полосу пропускания, задержку, надежность, загрузку, обобщенную стоимость и другие параметры сетевого соединения.

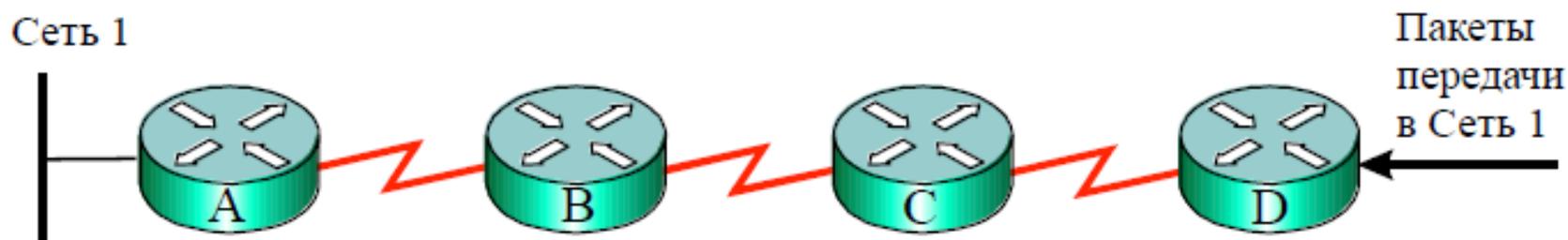
Маршрутизаторы используют **протоколы маршрутизации**, чтобы создавать и поддерживать таблицы маршрутизации для определения маршрута. В большинстве случаев таблицы маршрутизации содержат:

- *Тип протокола*, который идентифицирует протокол маршрутизации, который создавал каждый вход (строку) таблицы.
- *Следующий переход (Next-hop)* – указывает адрес следующего маршрутизатора на пути к адресату назначения.
- *Метрику*, которая различается для разных протоколов.
- *Выходной интерфейс*, через который данные должны быть отправлены к устройству назначения.

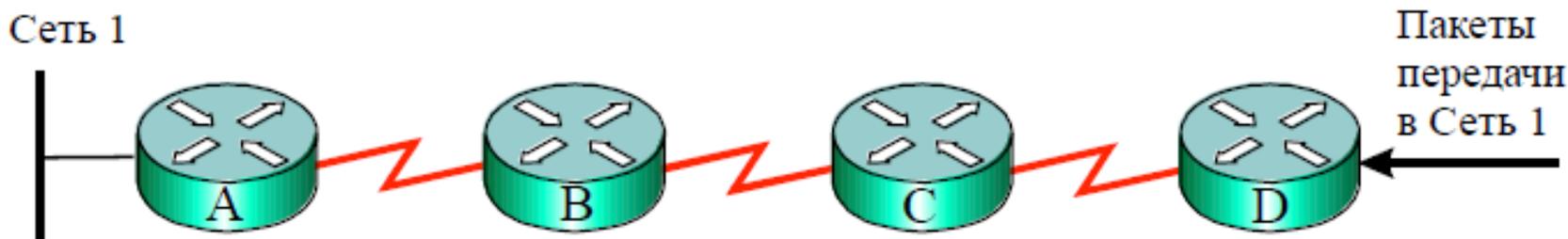
Сходимость или конвергенция (convergence) - это процесс согласования между всеми маршрутизаторами сети информации о доступных маршрутах. При изменениях состояния сети необходимо, чтобы обмен модификациями восстановил согласованную сетевую информацию.

Вопрос №2

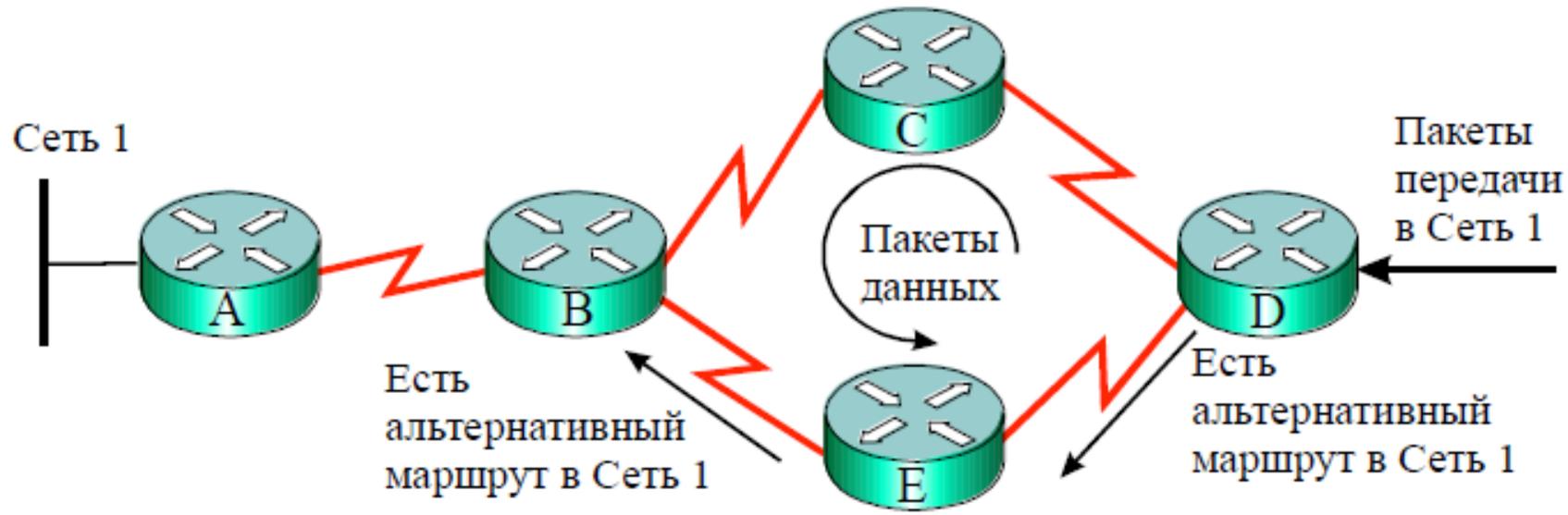
Протокол RIP для своей работы использует алгоритм Форда-Беллмана. Функционирование алгоритма рассмотрено на примере сети из четырех последовательно соединенных маршрутизаторов, где Сеть 1 непосредственно присоединена к маршрутизатору **A**, поэтому метрика пути к Сети 1 из **A** равна 0. Протокол RIP каждые 30 сек. рассылает обновления.



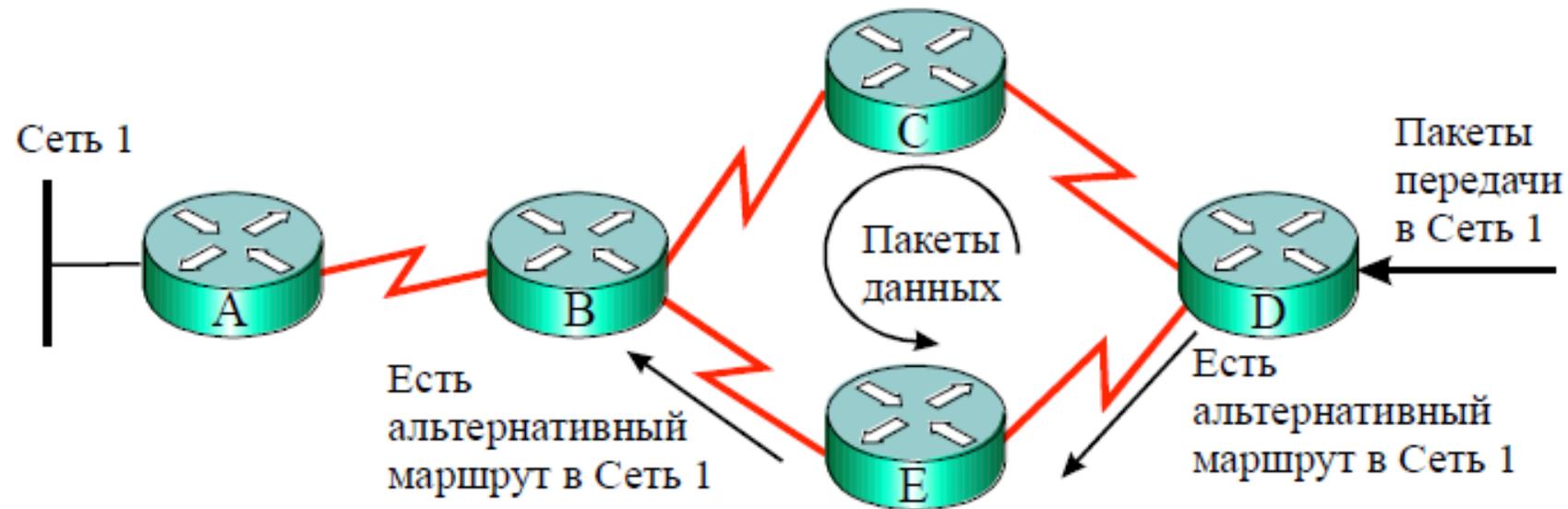
Согласно алгоритма Беллмана-Форда маршрутизатор **A** посылает маршрутизатору **B** информацию о пути в Сеть 1, при этом добавляет 1 к значению вектора расстояния, т.е. увеличивает метрику (hop count) до единицы. Таким образом, в таблице маршрутизации **B** будет информация, что расстояние до Сети 1 равно одному переходу. Затем **B** посылает копию таблицы маршрутизации маршрутизатору **C**, увеличив метрику до 2. В свою очередь маршрутизатор **C** повышает значение метрики до 3 и обменивается маршрутной информацией с маршрутизатором **D**. То есть, результирующий вектор или расстояние поэтапно увеличивается.



Эта особенность алгоритма может приводить к появлению маршрутных петель в случае медленной конвергенции после изменений в сети

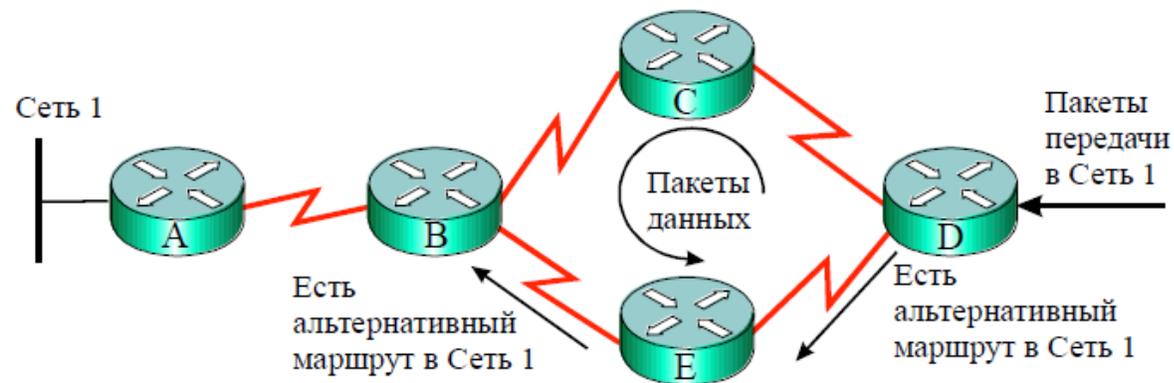


Предположим, что до изменений в представленной сети наилучшим путем к Сети 1 для маршрутизатора **D** был путь через маршрутизаторы **C** и **B**. Метрика пути из маршрутизатора **D** в Сеть 1 была равна 3 переходам. Если, например, Сеть 1 вышла из строя, то начинается обновление маршрутной информации.



При этом может возникнуть маршрутная петля:

1. Маршрутизатор **A** посылает обновление об изменении маршрутов маршрутизатору **B** и он прекращает передачу пакетов данных в Сеть 1. Но поскольку маршрутизаторы **C**, **E** и **D**, еще не получили обновления, то они продолжают передачу.
2. Маршрутизатор **B** отправляет обновления маршрутизаторам **C** и **E**, они прекращают отправлять пакеты в Сеть 1, но маршрутизатор **D** – продолжает. Он пока еще считает, что имеется путь в Сеть 1 через маршрутизатор **C** и метрика равна 3 переходам.

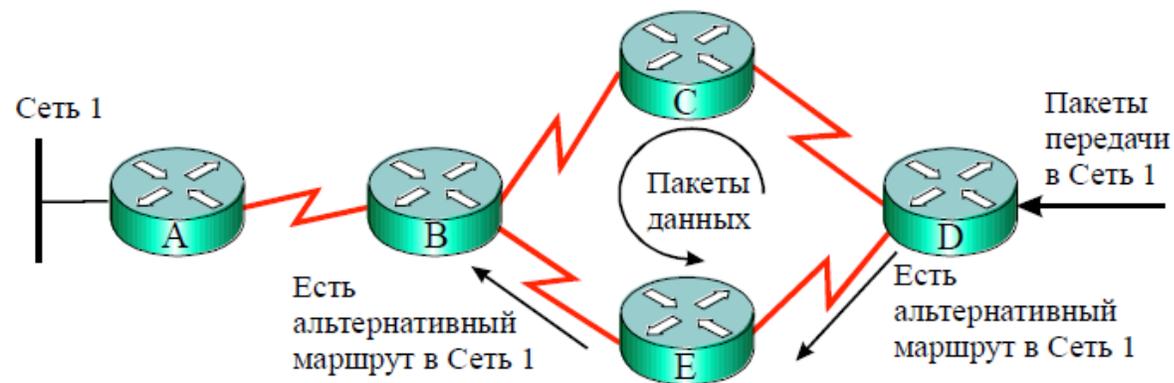


При этом может возникнуть маршрутная петля:

3. Если маршрутизатор **D** отправит обновление маршрутизатору **E**, то в нем он укажет, что существует маршрут в Сеть 1 через маршрутизатор **C**, но метрика равна 4 переходам.

4. Маршрутизатор **E** обновит свою таблицу маршрутизации и перешлет обновление маршрутизатору **B** с метрикой в 5 переходов, и так далее по кольцу.

5. В этом случае любой пакет, предназначенный Сети 1 будет передаваться по кольцу (по петле) от маршрутизатора **D** к маршрутизатору **C**, затем к **B**, **E** и снова **D**.



Меры борьбы с маршрутными петлями

1. В протоколе вектора расстояния **RIP максимальное значение метрики не может превышать 15**. Поэтому, как только при обмене маршрутной информацией возрастающая на каждом шаге метрика достигает значения 16, Сеть 1 будет считаться недостижимой и пакет отбрасывается.

2. В заголовке сетевого протокола **IP** имеется поле времени жизни **TTL**, которое декрементируется при прохождении каждого маршрутизатора. Таким образом, число устройств, через которые может пройти пакет, ограничено. При обнулении значения TTL маршрутизатор отбрасывает пакет и отправителю с помощью протокола **ICMP** посылается сообщение о недостижимости сети.

Меры борьбы с маршрутными петлями

4. Пометка недоступного маршрута запрещенной метрикой (route poisoning). В этом случае маршрутизатор, имеющий какой-то маршрут к сети, сразу же после получения сообщения о недостижимости данной сети, включает в соответствующую строку таблицы маршрутизации запрещенное значение метрики, равное 16. Обычно этот метод используется совместно с принципом расщепления горизонта и механизмом мгновенной рассылки объявлений об изменении топологии сети.

Меры борьбы с маршрутными петлями

5. Согласно **метода мгновенных обновлений** (triggered update) их рассылка производится сразу, как только маршрутизатор обнаружит какие-либо изменения в сети, не дожидаясь окончания периода обновления. Последующие маршрутизаторы также мгновенно рассылают информацию об изменении в сети. Это приводит к ускорению конвергенции сети.

Меры борьбы с маршрутными петлями

6. Таймер удержания информации (holddown timer) запускается на маршрутизаторе, когда от соседнего устройства приходит информация о том, что ранее доступная сеть становится недоступной. Это дает больше времени для распространения информации об изменениях по всей сети. При этом возможны разные варианты действия протокола вектора расстояния:

- а) если до истечения времени таймера удержания информации от того же устройства приходит обновление, что сеть снова стала достижимой, то протокол помечает сеть как доступную и выключает таймер;

Меры борьбы с маршрутными петлями

б. Таймер удержания информации. Разные варианты действия протокола вектора расстояния:

б) если до истечения времени таймера приходит обновление от другого маршрутизатора с лучшей метрикой, чем была ранее, то протокол помечает сеть как доступную и выключает таймер;

в) если до истечения времени таймера приходит обновление от другого маршрутизатора с худшей метрикой, то это обновление игнорируется.

Таким образом, указанные меры борьбы с маршрутными петлями позволяют маршрутизаторам избегать их. Однако время конвергенции протокола RIP велико, по сравнению с протоколами состояния канала link-state. Поэтому протокол RIP используется только в малых сетях. Однако у названного протокола есть важное достоинство. Для его функционирования требуется существенно меньше объем оперативной памяти и быстродействие центрального процессора. Поэтому данный протокол разработан для новой версии адресации IPv6.