

### 31. Протокол маршрутизации OSPF, общая идеология и принцип работы.

Протокол *OSPF (Open Shortest Path First, открытый протокол «кратчайший путь первыми»)* является достаточно современной реализацией алгоритма состояния связей (он принят в 1991 году) и обладает многими особенностями, ориентированными на применение в больших гетерогенных сетях.

В OSPF процесс построения таблицы маршрутизации разбивается на два крупных этапа. На первом этапе каждый маршрутизатор строит граф связей сети, в котором вершинами графа являются маршрутизаторы и IP-сети, а ребрами - интерфейсы маршрутизаторов. Все маршрутизаторы для этого обмениваются со своими соседями той информацией о графе сети, которой они располагают к данному моменту времени. Этот процесс похож на процесс распространения векторов расстояний до сетей в протоколе RIP, однако сама информация качественно другая - это информация о топологии сети. Эти сообщения называются *объявление о связях маршрутизатора*. Кроме того, при передаче топологической информации маршрутизаторы ее не модифицируют, как это делают RIP-маршрутизаторы, а передают в неизменном виде. В результате распространения топологической информации все маршрутизаторы сети располагают идентичными сведениями о графе сети, которые хранятся в *топологической базе данных* маршрутизатора.

Второй этап состоит в нахождении оптимальных маршрутов с помощью полученного графа. Каждый маршрутизатор считает себя центром сети и ищет оптимальный маршрут до каждой известной ему сети. В каждом найденном таким образом маршруте запоминается только один шаг - до следующего маршрутизатора, в соответствии с принципом одношаговой маршрутизации. Данные об этом шаге и попадают в таблицу маршрутизации. Задача нахождения оптимального пути на графе является достаточно сложной и трудоемкой. В протоколе OSPF для ее решения используется итеративный алгоритм Дейкстры. Если несколько маршрутов имеют одинаковую метрику до сети назначения, то в таблице маршрутизации запоминаются первые шаги всех этих маршрутов.

После первоначального построения таблицы маршрутизации необходимо отслеживать изменения состояния сети и вносить коррективы в таблицу маршрутизации. Для контроля состояния связей и соседних маршрутизаторов OSPF-маршрутизаторы не используют обмен полной таблицей маршрутизации, как это не очень рационально делают MP-маршрутизаторы. Вместо этого они передают специальные короткие сообщения HELLO. Если состояние сети не меняется, то OSPF-маршрутизаторы корректировкой своих таблиц маршрутизации не занимаются и не посылают соседям объявления о связях. Если же состояние связи изменилось, то ближайшим соседям посылается новое объявление, касающееся только данной связи, что, конечно, экономит пропускную способность сети. Получив новое объявление об изменении состояния связи, маршрутизатор перестраивает граф сети, заново ищет оптимальные маршруты (не обязательно все, а только те, на которых отразилось данное изменение) и корректирует свою таблицу маршрутизации. Одновременно маршрутизатор ретранслирует объявление каждому из своих ближайших соседей (кроме того, от которого он получил это объявление).

При появлении новой связи или нового соседа маршрутизатор узнает об этом из новых сообщений HELLO. В сообщениях HELLO указывается достаточно детальная информация о том маршрутизаторе, который послал это сообщение, а также о его ближайших соседях, чтобы данный маршрутизатор можно было однозначно идентифицировать. Сообщения HELLO отправляются через каждые 10 секунд, чтобы повысить скорость адаптации маршрутизаторов к изменениям, происходящим в сети. Небольшой объем этих сообщений делает возможной такое частое тестирование состояния соседей и связей с ними.

После инициализации OSPF-маршрутизаторы знают только о связях с непосредственно подключенными сетями, как и RIP-маршрутизаторы. Они начинают распространять эту информацию своим соседям. Одновременно они посылают сообщения HELLO по всем своим интерфейсам, так что почти сразу же маршрутизатор узнает идентификаторы своих ближайших соседей, что пополняет его топологическую базу новой информацией, которую он узнал непосредственно. Далее топологическая информация начинает распространяться по сети от соседа к соседу и через некоторое время достигает самых удаленных маршрутизаторов.

Каждая связь характеризуется метрикой. При выборе оптимального пути на графе с каждым ребром графа связана метрика, которая добавляется к пути, если данное ребро в него входит. Протокол OSPF разрешает хранить в таблице маршрутизации несколько маршрутов к одной сети, если они обладают равными метриками. Если такие записи образуются в таблице маршрутизации, то маршрутизатор реализует режим баланса загрузки маршрутов (*load balancing*), отправляя пакеты попеременно по каждому из маршрутов.

У каждой записи в топологической базе данных имеется срок жизни, как и у маршрутных записей протокола RIP. С каждой записью о связях связан таймер, который используется для контроля времени жизни записи. Если какая-либо запись топологической базы маршрутизатора, полученная от другого маршрутизатора, устаревает, то он может запросить ее новую копию с помощью специального сообщения Link-State Request протокола OSPF, на которое должен поступить ответ Link-State Update от маршрутизатора, непосредственно тестирующего запрошенную связь. При инициализации маршрутизаторов, а также для более надежной

синхронизации топологических баз маршрутизаторы периодически обмениваются всеми записями базы, но этот период существенно больше, чем у RIP-маршрутизаторов.

Так как информация о некоторой связи изначально генерируется только тем маршрутизатором, который выяснил фактическое состояние этой связи путем тестирования с помощью сообщений HELLO, а остальные маршрутизаторы только ретранслируют эту информацию без преобразования, то недостоверная информация о достижимости сетей, которая может появляться в RIP-маршрутизаторах, в OSPF-маршрутизаторах появиться не может, а устаревшая информация быстро заменяется новой, так как при изменении состояния связи новое сообщение генерируется сразу же.

Периоды нестабильной работы в OSPF-сетях могут возникать, например, при отказе связи, когда информация об этом не дошла до какого-либо маршрутизатора и он отправляет пакеты сети назначения, считая эту связь работоспособной. Однако эти периоды продолжаются недолго, причем пакеты не зацикливаются в маршрутных петлях, а просто отбрасываются при невозможности их передать через неработоспособную связь.

К недостаткам протокола OSPF следует отнести его вычислительную сложность, которая быстро растет с увеличением размерности сети. Для преодоления этого недостатка в протоколе OSPF вводится понятие *области сети (area)* (не нужно путать с автономной системой Internet). Маршрутизаторы, принадлежащие некоторой области, строят граф связей только для этой области, что сокращает размерность сети. Между областями информация о связях не передается, а пограничные для областей маршрутизаторы обмениваются только информацией об адресах сетей, имеющихся в каждой из областей, и расстоянием от пограничного маршрутизатора до каждой сети. При передаче пакетов между областями выбирается один из пограничных маршрутизаторов области, а именно тот, у которого расстояние до нужной сети меньше.