



МОДУЛЬ 1. ПРИНЦИПЫ OSPFV2 ДЛЯ ОДНОЙ ОБЛАСТИ

КАФЕДРА
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

1.1 ОСОБЕННОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ OSPF

1.1.1 ВВЕДЕНИЕ В OSPF

OSPF — протокол маршрутизации по состоянию каналов, который был разработан в качестве альтернативы протоколу маршрутизации на базе векторов расстояния RIP. Протокол OSPF имеет ряд значительных преимуществ в сравнении с протоколом RIP, обеспечивая более быструю сходимость и возможность масштабирования в целях реализации сетей большего размера.

Протокол OSPF является бесклассовым протоколом маршрутизации, использующим концепцию разделения на области в целях масштабируемости. Администратор сети может разделить домен маршрутизации на отдельные области, которые помогают управлять трафиком обновления маршрутизации.

Канал — это интерфейс маршрутизатора, сегмент сети, который соединяет два маршрутизатора или тупиковую сеть, такую как Ethernet LAN, которая подключена к одному маршрутизатору.

Данные о состоянии этих каналов также называются состоянием канала. Вся информация о состоянии канала включает префикс сети, длину префикса и стоимость.

В рамках данной главы рассматриваются основные конфигурации и реализации OSPF для одной области.

1.1.2 КОМПОНЕНТЫ OSPF

Все протоколы маршрутизации используют аналогичные компоненты. Все протоколы используют сообщения протокола маршрутизации для обмена данными маршрутизации. Сообщения позволяют выстраивать структуры данных, которые впоследствии обрабатываются посредством алгоритма маршрутизации.

Маршрутизаторы, использующие OSPF, обмениваются сообщениями для передачи информации о маршрутизации с использованием пяти типов пакетов:

- пакет приветствия (hello);
- пакет описания базы данных;
- пакет состояния канала;
- пакет обновления состояния канала;
- пакет подтверждения состояния канала.

Эти пакеты используются для обнаружения соседних маршрутизаторов, а также для обмена данными маршрутизации в целях предоставления точных данных о сети.

1.1.2 КОМПОНЕНТЫ OSPF

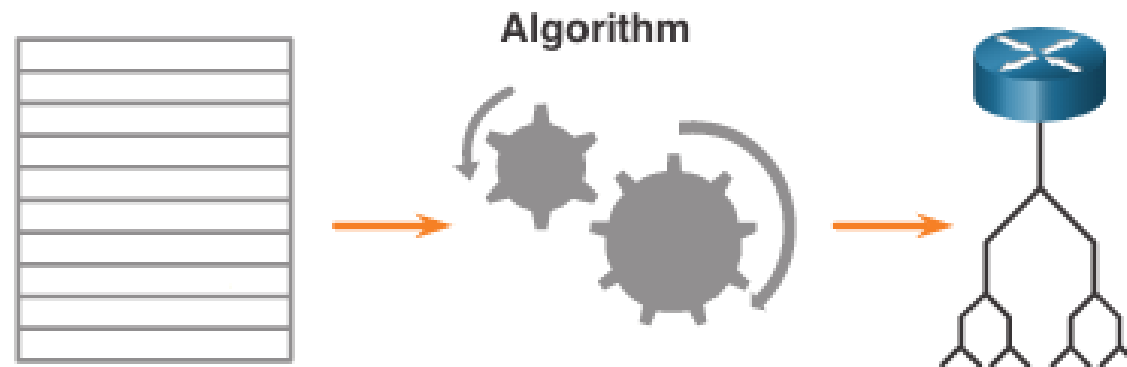
Сообщения OSPF используются для создания и обслуживания трех баз данных OSPF:

База данных	Таблица	Описание
База данных смежности	Таблица соседей	Список всех соседних маршрутизаторов, с которыми установлен двусторонний обмен данными. Для каждого маршрутизатора существует уникальная таблица. Соседние устройства можно просмотреть с помощью команды show ip ospf neighbor .
База данных состояний каналов (LSDB)	Таблица топологии	Содержит данные обо всех маршрутизаторах в сети. Эта база данных представляет топологию LSDB. Все маршрутизаторы в области используют идентичные базы данных состояний каналов (LSDB). Базу данных можно просмотреть с помощью команды show ip ospf database .
База данных пересылки	Таблица маршрутизации	Содержит данные о маршрутах, созданных при запуске алгоритма в базе данных состояний каналов. Каждый маршрутизатор использует уникальную таблицу маршрутизации, которая содержит данные о способе и месте отправки пакетов на другие маршрутизаторы. Маршруты можно просмотреть с помощью команды show ip route .

1.1.2 КОМПОНЕНТЫ OSPF

Маршрутизатор формирует таблицу топологии с использованием результатов вычислений, основанных на алгоритме кратчайшего пути (SPF) Дейкстры. Алгоритм поиска кратчайшего пути основывается на данных о совокупной стоимости доступа к точке назначения.

Алгоритм поиска кратчайшего пути создаёт дерево кратчайших путей SPF путём размещения каждого маршрутизатора в корне дерева и расчёта кратчайших путей к каждому из узлов. После этого дерево кратчайших путей SPF используется для расчёта оптимальных маршрутов. Протокол OSPF вносит оптимальные маршруты в базу данных пересылки, которая применяется для создания таблицы маршрутизации.



1.1.3 ПРИНЦИП РАБОТЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ПО СОСТОЯНИЮ КАНАЛА

Для предоставления данных маршрутизации маршрутизаторы, использующие протокол OSPF, выполняют следующие общие этапы маршрутизации по состоянию канала для достижения состояния сходимости. Ниже приведены шаги маршрутизации состояния канала, которые выполняются маршрутизатором:

1. Установление отношений смежности с соседними устройствами.
2. Обмен объявлениями о состоянии каналов.
3. Создание базы данных состояния каналов.
4. Исполнение алгоритма SPF.
5. Выбор лучших маршрутов.

1.1.4 OSPF ДЛЯ ОДНОЙ И НЕСКОЛЬКИХ ОБЛАСТЕЙ

Чтобы повысить эффективность и масштабируемость OSPF, протокол OSPF поддерживает иерархическую маршрутизацию с помощью областей. Область OSPF представляет собой группу маршрутизаторов, использующих одинаковые данные о состоянии канала в своих базах данных состояний каналов. Протокол OSPF можно реализовать одним из двух способов:

- **OSPF для одной области** - все маршрутизаторы находятся в одной области. Рекомендуется использовать область 0.
- **OSPF для нескольких областей** — протокол OSPF используется посредством нескольких областей в иерархическом порядке. Все области должны быть подключены к магистральной области (область 0). Маршрутизаторы, соединяющие области, называются граничными маршрутизаторами области (ABR).

Основное внимание в этом модуле уделяется OSPFv2 для одной области.

1.1.5 OSPF ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ОБЛАСТЕЙ

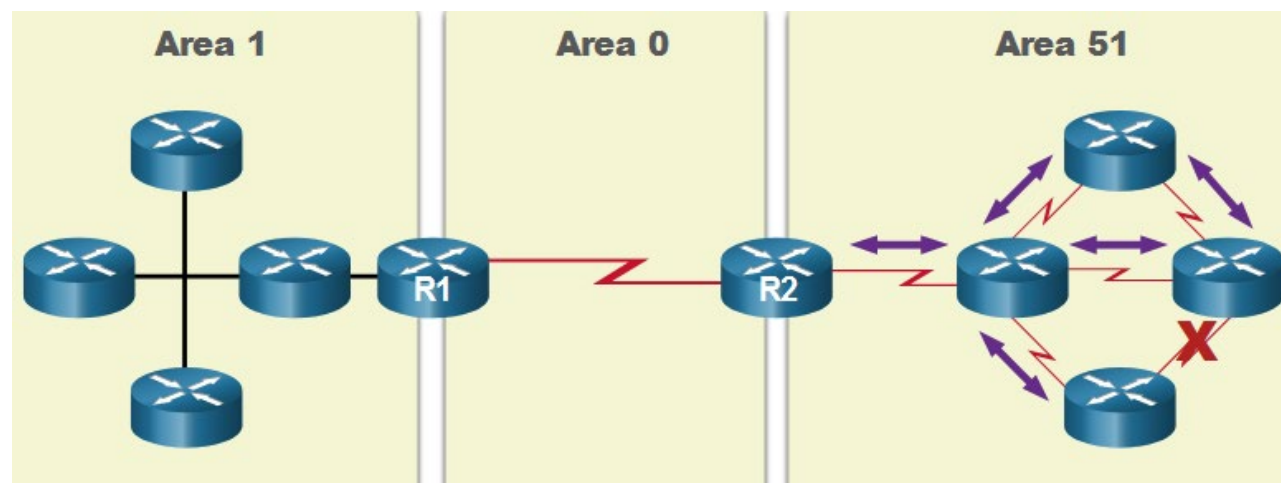
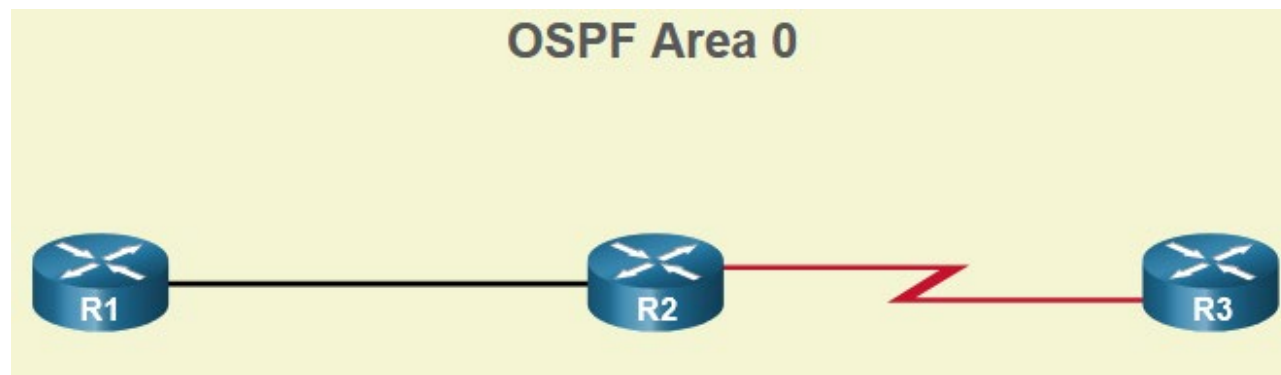
Варианты проектирования иерархической топологии OSPF для нескольких областей предоставляют следующие преимущества:

Меньший размер таблицы маршрутизации - таблицы меньше, поскольку в таблице маршрутизации меньше записей. Это связано с тем, что сетевые адреса могут быть суммированы между областями. Функция объединения маршрутов отключена по умолчанию.

Снижение издержек обновления состояния каналов - применение протокола OSPF для нескольких областей уменьшает размер областей и способствует уменьшению требований к процессорным ресурсам и памяти.

Снижение частоты расчетов SPF. Влияние изменений топологии локализуется в пределах области. Таким образом, сокращается воздействие обновлений маршрутизации, так как лавинная рассылка объявлений LSA прекращается на границе области.

1.1.5 OSPF ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ОБЛАСТЕЙ



1.1.6 OSPFV3

OSPFv3 представляет собой эквивалент OSPFv2 для обмена префиксами IPv6. Протокол OSPFv3 обменивается сведениями о маршрутизации для заполнения таблицы маршрутизации IPv6 удаленными префиксами.

Примечание. Благодаря функции семейств адресов OSPFv3 протокол OSPFv3 обеспечивает поддержку как IPv4, так и IPv6. Рассмотрение выходит за рамки этого учебного плана.

Протокол OSPFv3 предоставляет те же возможности, что и протокол OSPFv2, но при этом использует IPv6 как транспорт на уровне сети, осуществляет обмен данными с равноправными узлами OSPFv3 и объявляет маршруты IPv6. Протокол OSPFv3 также использует алгоритм поиска кратчайшего пути SPF как инструмент определения оптимальных маршрутов посредством домена маршрутизации.

Как и все остальные протоколы маршрутизации IPv6, протокол OSPFv3 получает отдельные процессы от соответствующего протокола IPv4. По сути, процессы и операции являются теми же, что и в протоколе маршрутизации IPv4, однако выполняются независимо.

1.2. ПАКЕТЫ OSPF

1.2.1 ТИПЫ ПАКЕТОВ OSPF

В таблице перечислены пять различных типов пакетов состояния связи (LSP), используемых OSPFv2. OSPFv3 использует аналогичные типы пакетов.


Тип	Имя пакета	Описание
1	Приветствие (Hello)	Выполняет обнаружение соседних узлов и устанавливает отношения смежности между ними
2	Дескриптор базы данных (DBD)	Проверяет синхронизацию баз данных между маршрутизаторами
3	Запрос состояния канала (LSR)	Запрашивает записи о состояниях определённых каналов на различных маршрутизаторах
4	Обновление состояния канала (LSU)	Отправляет запрашиваемые записи о состоянии канала
5	Подтверждение состояния канала (LSAck)	Подтверждает другие типы пакетов

1.2.2 ОБНОВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КАНАЛА

Пакеты LSU также используются для пересылки обновлений маршрутизации OSPF. Пакет LSU может содержать 11 различных типов объявлений состояния канала (LSA) протокола OSPFv2. Протокол OSPFv3 переименовал некоторые из этих пакетов LSA и также содержит два дополнительных пакета LSA.

LSU и LSA часто используются взаимозаменяемыми, но правильная иерархия состоит в том, что пакеты LSU содержат сообщения LSA.

LSUs		
Type	Packet Name	Description
1	Hello	Discovers neighbors and builds adjacencies between them
2	DBD	Checks for database synchronization between routers
3	LSR	Requests specific link-state records from router to router
4	LSU	Sends specifically requested link-state records
5	LSAck	Acknowledges the other packet types

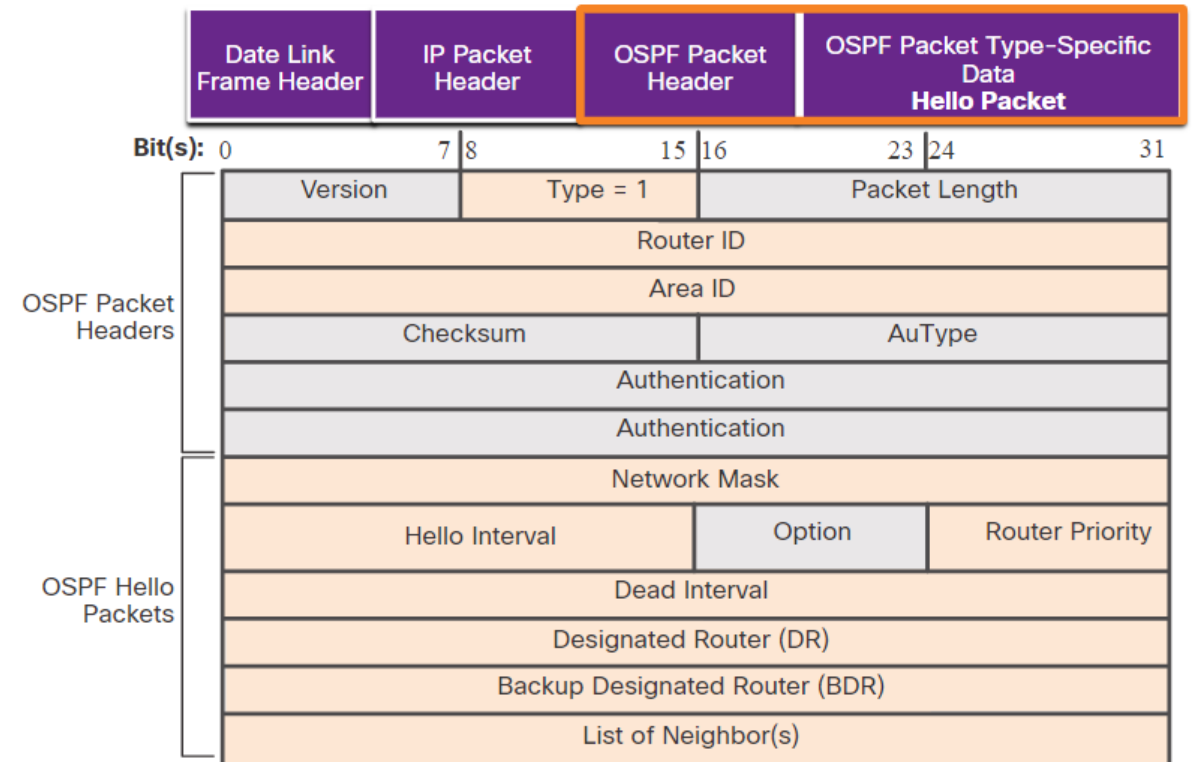


LSAs	
LSA Type	Description
1	Router LSAs
2	Checks for database synchronization between routers
3 or 4	Summary LSAs
5	Autonomous System External LSAs
6	Multicast OSPF LSAs
7	Defined for Not-So-Stubby Areas
8	External Attributes LSA for Border Gateway Patrol (BGPs)

1.2.3 ПАКЕТЫ ПРИВЕТСТВИЯ (HELLO) OSPF

Пакет протокола OSPF 1-го типа — это пакет приветствия или hello-пакет. Пакеты приветствия используются для выполнения следующих действий:

1. Обнаружение соседних устройств OSPF и установление отношений смежности с ними.
2. Объявление параметров, при которых два маршрутизатора обязаны согласиться установить отношения смежности.
3. В сетях с множественным доступом (Ethernet) необходимо выбрать выделенный маршрутизатор (DR) и резервный выделенный маршрутизатор (BDR). Для каналов типа «точка-точка» наличие DR или BDR не требуется.



1.3 ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ OSPF

1.3.1 РАБОЧИЕ СОСТОЯНИЯ OSPF

Состояние	Описание
Состояние Down	Не получено ни одного пакета приветствия = Down. Маршрутизатор отправляет пакеты приветствия. Переход в состояние Init.
Состояние Init	Пакеты приветствия принимаются от соседних устройств. Они содержат идентификатор отправляющего маршрутизатора. Переход в состояние Two-Way
Состояние Two-Way	В этом состоянии связь между двумя маршрутизаторами является двунаправленной. В каналах множественного доступа маршрутизаторы выбирают DR и BDR. Переход в состояние ExStart.

1.3.1 РАБОЧИЕ СОСТОЯНИЯ OSPF

Состояние	Описание
Состояние ExStart	В сетях «точка-точка» два маршрутизатора определяют, какой маршрутизатор будет инициировать обмен пакетами DBD, и определяют исходный номер последовательности пакетов DBD.
Состояние Exchange	Маршрутизаторы обмениваются пакетами DBD (описание базы данных). Если требуются сведения о маршрутизаторе, выполняется переход в состояние Loading; в противном случае — в состояние Full.
Состояние Loading	LSR (запрос состояния канала) и LSU (пакет обновления состояния канала) используются для получения дополнительной информации о маршруте. Маршруты обрабатываются посредством алгоритма поиска кратчайшего пути. Переход в состояние Full.
Состояние Full	База данных состояния канала маршрутизатора полностью синхронизирована.

1.3.2 УСТАНОВЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЙ СМЕЖНОСТИ С СОСЕДНИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Чтобы определить, есть ли сосед OSPF на канале, маршрутизатор отправляет пакет Hello, содержащий его идентификатор маршрутизатора, из всех интерфейсов с поддержкой OSPF. Пакет Hello отправляется на зарезервированный адрес IPv4 многоадресной рассылки всех маршрутизаторов OSPF 224.0.0.5. Только маршрутизаторы OSPFv2 будут обрабатывать эти пакеты.

Идентификатор маршрутизатора OSPF используется процессом OSPF для уникальной идентификации каждого маршрутизатора в области OSPF. Идентификатор маршрутизатора — 32-битовое число, в формате IP-адреса и назначенное для уникальной идентификации маршрутизатора среди одноранговых устройств OSPF.

Если соседний маршрутизатор, на котором активирован протокол OSPF, получает пакет приветствия с идентификатором маршрутизатора, который не включён в список его соседних устройств, принимающий маршрутизатор пытается установить с иницилирующим маршрутизатором отношения смежности.

1.3.2 УСТАНОВЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЙ СМЕЖНОСТИ С СОСЕДНИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Маршрутизаторы процессов используют для установления смежности в сети с множественным доступом:

1	Из состояния Down в состояние Init	Когда OSPFv2 включен на интерфейсе, R1 переходит из Down в Init и начинает отправлять OSPFv2 Hello-пакеты из интерфейса в попытке обнаружить соседей.
2	Состояние Init	Когда R2 получает приветствие от ранее неизвестного маршрутизатора R1, он добавляет идентификатор маршрутизатора R1 в список соседей и отвечает пакетом Hello, содержащим свой собственный идентификатор маршрутизатора.
3	Состояние Two-Way	R1 получает приветствие R2 и замечает, что сообщение содержит идентификатор маршрутизатора R1 в списке соседей R2. R1 добавляет идентификатор маршрутизатора R2 в список соседей и переходит в двухстороннее состояние. Если R1 и R2 соединены с каналом «точка-точка», они переходят на ExStart. Если R1 и R2 подключены по сети Ethernet, происходит выбор DR/BDR.
4	Выбор выделенного маршрутизатора (DR) и резервного выделенного маршрутизатора (BDR)	Избрание DR и BDR происходит, когда маршрутизатор со старшим (большим) идентификатором маршрутизатора или старшим значением приоритета выбирается в качестве DR, а второй по величине — BDR

1.3.3 СИНХРОНИЗАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ OSPF

После выхода из состояния Two-Way маршрутизаторы переходят в состояние синхронизации базы данных. Это трехэтапный процесс, который выглядит следующим образом:

1. Определите первый маршрутизатор: маршрутизатор с самым высоким идентификатором маршрутизатора отправляет свой DBD первым.
2. Обмен DBD: обмен информации баз данных. Другой маршрутизатор должен подтвердить каждый DBD пакетом LSAck.
3. Отправка LSR: каждый маршрутизатор сравнивает принятые данные DBD с локальной LSDB. Если пакет DBD содержит более актуальную запись о состоянии канала, маршрутизатор переходит в состояние Loading.

После того, как все LSR были обменены и подтверждены, маршрутизаторы считаются синхронизированными и находятся в состоянии Full. Обновления (LSUs) отправляются:

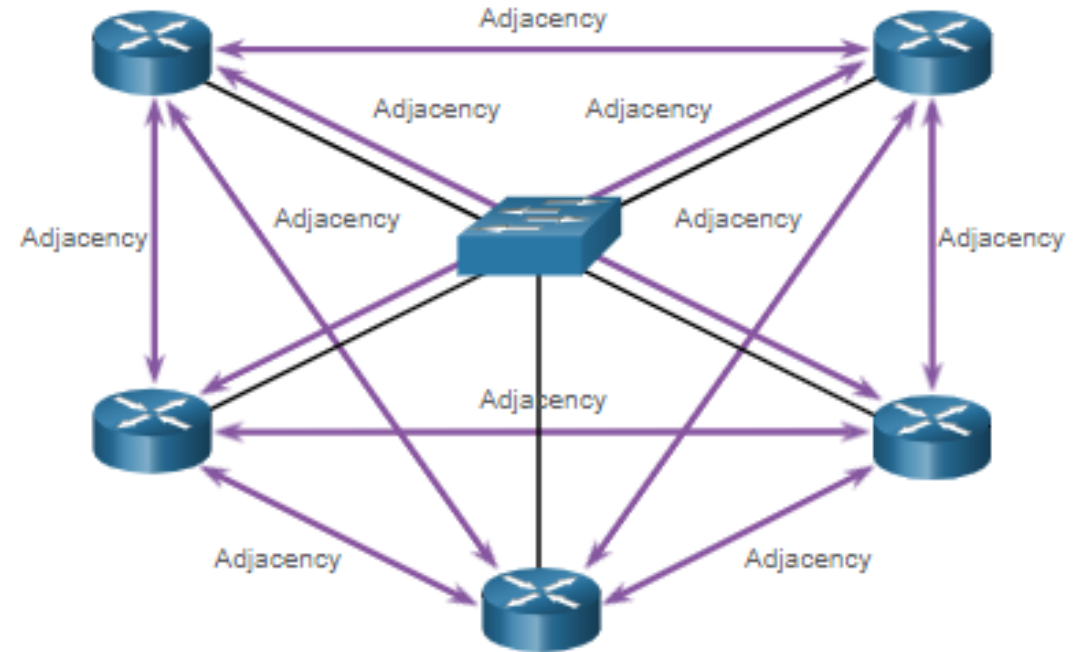
- когда обнаруживается изменение (инкрементные обновления);
- по истечении 30 минут.

1.3.4 НЕОБХОДИМОСТЬ ВЫБОРА DR

В сетях множественного доступа протокола OSPF может столкнуться с двумя проблемами, связанными с лавинной рассылкой пакетов LSA.

Установление большого количества отношений смежности — сети Ethernet потенциально могут обеспечивать взаимодействие между множеством маршрутизаторов OSPF посредством общего канала. Создание смежности с каждым маршрутизатором приведет к чрезмерному количеству LSA, которыми обмениваются маршрутизаторы в одной сети.

Избыточная лавинная рассылка пакетов LSA — маршрутизаторы с маршрутизацией по состоянию канала выполняют лавинную рассылку своих пакетов LSA при каждой инициализации протокола OSPF или в случае изменения топологии. Подобная лавинная рассылка может стать избыточной.



- Number of Adjacencies = $n (n - 1) / 2$
- n = number of routers
- Example: $5 (5 - 1) / 2 = 10$ adjacencies