Networking
For everyone

# OSPF: Link State Database

# Формат пакета

Networking For everyone

- Каждый пакет OSPFv2 имеет следующий формат заголовка:

| Version | Type | Packet Length |
|---|---|---|
| Router ID | | |
| Area ID | | |
| Checksum | | AuType |
| Authentication (8 байт) | | |
| Authentication Data (опционально) | | |

- Version = 2
- Type
  - 1 – Hello
  - 2 – DBD
  - 3 – LS Request
  - 4 – LS Update
  - 5 – LS Acknowledgment
- Router ID – уникальный в AS ID
- Checksum – Internet Checksum
  - От всего пакета, кроме Authentication
- AuType – тип аутентификации
  - 0 – аутентификация не используется
  - 1 – открытый пароль
  - 2 – криптографическая аутентификация

# Типы пакетов

- OSPFv2 использует следующие типы пакетов
  - Hello
    - Для установления соседства и обнаружения отказа соседа
  - Database Description (DBD)
    - Для первичной синхронизации LSDB
  - LS Request
    - Для первичной синхронизации LSDB
  - LS Update
    - Для синхронизации LSDB
  - LS Acknowledgment
    - Для подтверждения полученных данных

# Типы канальных сред

Networking For everyone

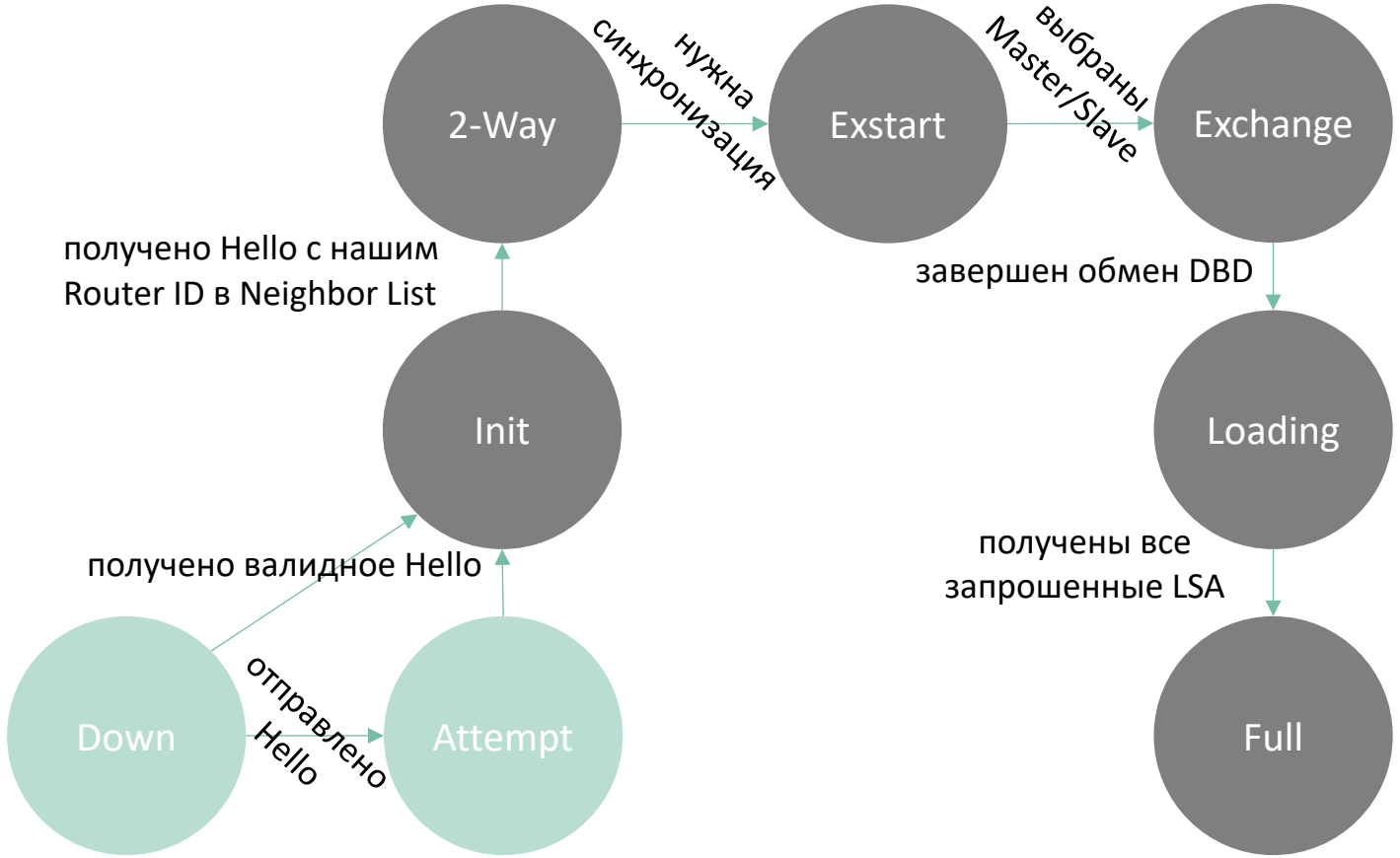
- OSPF ведет себя по-разному в разных канальных средах
- Выделяются следующие канальные среды (по RFC 2328):

| Среда | Multicast | Full mesh | Соседство | DR/BDR | Таймеры | Анонс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Broadcast | есть | да | авто | да | 10/40 | сеть |
| Point-to-point | есть | - | авто | нет | 10/40 | сеть |
| Point-to-multipoint | нет | нет | авто | нет | 30/120 | хост |
| Nonbroadcast | нет | да | статика | да | 30/120 | сеть |
| OSPF Virtual Link | нет | нет | статика | нет | - | - |

- Совпадение типа среды не проверяется при установлении соседства

# Full State Machine

- В таблице соседств каждый сосед находится в одном из состояний:
  - Down
  - Attempt
  - Init
  - 2-Way
  - ExStart
  - Exchange
  - Loading
  - Full



# Hello

- Формат пакета Hello:

| | | |
|---|---|---|
| Network Mask | | |
| Hello Interval | Options | Priority |
| Dead Interval | | |
| DR IP address | | |
| BDR IP address | | |
| Neighbor List | | |

- Использование Hello позволяет:
  - Убедиться в двусторонней связности между соседними роутерами
  - Убедиться в непротиворечивости конфигурации соседних роутеров

# Hello protocol

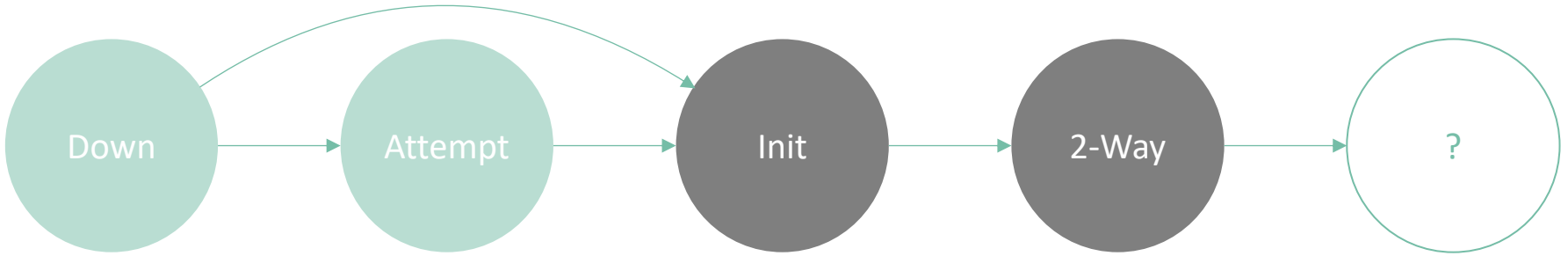
Networking For everyone

- Пакеты Hello отправляются в сторону соседа (соседей)
  - На broadcast и point-to-point каналах
    - IP-адрес получателя: 224.0.0.5 (All SPF Routers)
    - Один пакет раз в Hello Interval
  - На OSPF Virtual Link и NBMA каналах
    - IP-адрес получателя: юникастовый адрес соседа
    - Один пакет раз в Hello Interval каждому соседу независимо
- Hello не требуют подтверждения
- Immediate Hello – расширение OSPF
  - На Hello от нового соседа немедленно отправляется юникастовый ответ

# Состояния Hello Protocol

Networking For everyone

- Состояния Hello Protocol:
  - Down: IP-адрес соседа известен, канальный адрес неизвестен
  - Attempt: IP и канальный адреса известны, соседу отправлено Hello
  - Init: от соседа получено Hello без нашего RID в Neighbor List
  - 2-Way: от соседа получено Hello с нашим RID в Neighbor List
- При переводе соседа в 2-Way маршрутизатор должен:
  - Определить IP-адреса DR и BDR в канале
  - Определить необходимость дальнейшей синхронизации LSDB с соседом



# Выбор DR/BDR

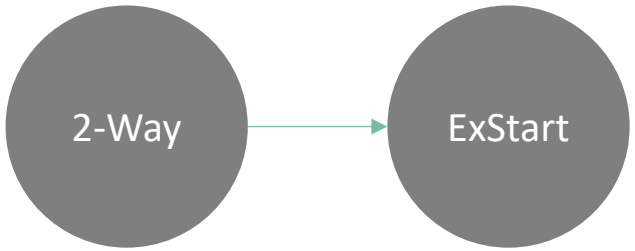
Networking For everyone

- DR и BDR оптимизируют топологию multiaccess-каналов
  - Выбираются только в broadcast и NBMA средах
- При инициализации интерфейса DR=BRD=0.0.0.0
  - Слушаем Hello в течение Wait Timer (по умолчанию равен Dead Interval)
  - Если получено Hello от соседа, указавшего себя DR – выбираем его
  - Если получено несколько Hello – выбираем по максимальным Priority и RID
- Составляем список маршрутизаторов, которые могут стать DR
  - "Мы" и все "наши" 2-Way соседи (кроме тех, у кого priority=0)
  - Выбираем соседа с максимальными Priority и RID
- Повторяем процедуру для BDR
  - DR до выборов BDR не допускается

# Первичная синхронизация LSDB

Networking For everyone

- В состояние ExStart из 2-Way соседи переходят, если:
  - В канальной среде не выбираются DR/BDR
    - Point-to-point
    - Point-to-multipoint
    - OSPF Virtual Link
  - В канале выбираются DR/BDR, и кто-то из соседей выбран DR или BDR
    - DROTHER'ы между собой напрямую LSDB не реплицируют и остаются в 2-Way
- В ExStart соседи принимают решение о порядке обмена DBD
  - Определяются роли Master/Slave и проверяется совпадение MTU



# Database Description

Networking For everyone

- Формат пакета DBD:

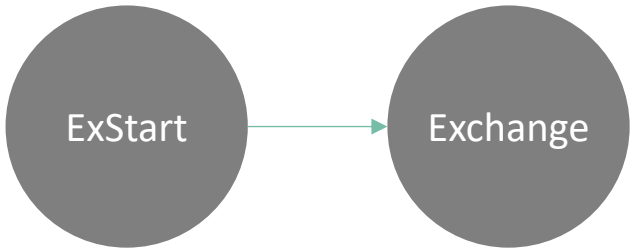
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Interface MTU | Options | 0 | I | M | MS |
| DD Sequence Number | | | | | |
| LSA Headers List | | | | | |

- Interface MTU для Virtual Link указывается равным 0
  - Нужно выполнить Path MTU Discovery или ограничить пакеты 576 байтами
- Sequence Number увеличивается на 1 с каждым пакетом (как в EIGRP)
  - Стартовое значение случайное, как в TCP
- Флаги:
  - I (Init) обозначает инициализацию Sequence Number (аналог SYN в TCP)
  - M (More) указывает на то, что фаза Exchange не закончена
  - MS (Master/Slave) указывает на роль мастера

# Выбор Master/Slave

Networking For everyone

- Мастером выбирается маршрутизатор с большим RID (без priority)
- В ExStart оба соседа отправляют DBD с I=1, M=1 и MS=1
  - Один должен сдаться и отправить ответное DBD с I=0, M=1 и MS=0
    - Формально это сообщение уже относится к фазе Exchange на обоих роутерах, в нем начинают передаваться заголовки LSA
- Маршрутизатор, получивший DBD с Interface MTU, превышающим его собственный, должен проигнорировать такой пакет
  - Сосед останется висеть в ExStart и не перейдет в Exchange (классика!)



# Обмен пакетами DBD

Networking For everyone

- DBD всегда отправляются парой Master>Slave; Slave>Master
  - Флаг M указывает на необходимость продолжения процесса
  - Master будет отправлять DBD, если Slave отправляет M=1
  - Роутер может отправить пустой DBD, если больше отправлять нечего
  - Если подтверждение не получено – будет ретрансмит
- Хитрая схема подтверждения доставки
  - Slave, подтверждая предыдущий пакет, отправляет пакет с SN=X
  - Master, подтверждая предыдущий пакет, отправляет пакет с SN=X+1
  - Slave не ждет подтверждения на пакет, когда оба соседа отправили M=0
    - Это не страшно, т.к. Master не получит подтверждения на свой пакет и переотправит его

# Exchange

- Маршрутизаторы синхронизируют заголовки LSA из LSDB

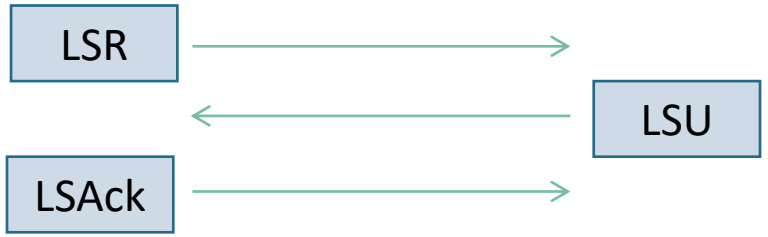
| | | |
|---|---|---|
| LS Age | Options | LS Type |
| LS ID | | |
| Advertising Router | | |
| LS Sequence Number | | |
| LS Checksum | Length | |

- LS Age – время в секундах, прошедшее с выпуска LSA
- LS ID – идентификатор LSA
- Advertising Router – RID выпустившего маршрутизатора
- LS Sequence Number – версия LSA
- LS Checksum

# Loading

Networking For everyone

- В фазе Loading маршрутизатор запрашивает нужные LSA у соседа
  - Отправляется запрос LS Request с заголовками нужных LSA
  - Принимается LS Update с запрошенным содержимым
  - Получение подтверждается пакетом LS Acknowledge с заголовками LSA




- После получения всех запрошенных LSA сосед переводится в Full

# Жизненный цикл LSA

Networking For everyone

- LS Sequence Number – номер версии LSA (signed int32)
  - Увеличивается на 1 при внесении изменений в LSA
  - LSA создается с SN=0x80000001, при достижении 0x7FFFFFFF флашится
- LS Age – время в секундах, прошедшее с выпуска LSA
  - Если LS Age больше 1800 (30 минут), LSA перевыпускается
  - Если LS Age больше 3600 (1 час), LSA исключается из топологии и флашится
    - Распространение LSA с MaxAge эффективно убирает ее из LSDB на всех роутерах

# Обновление LSA в среде без DR

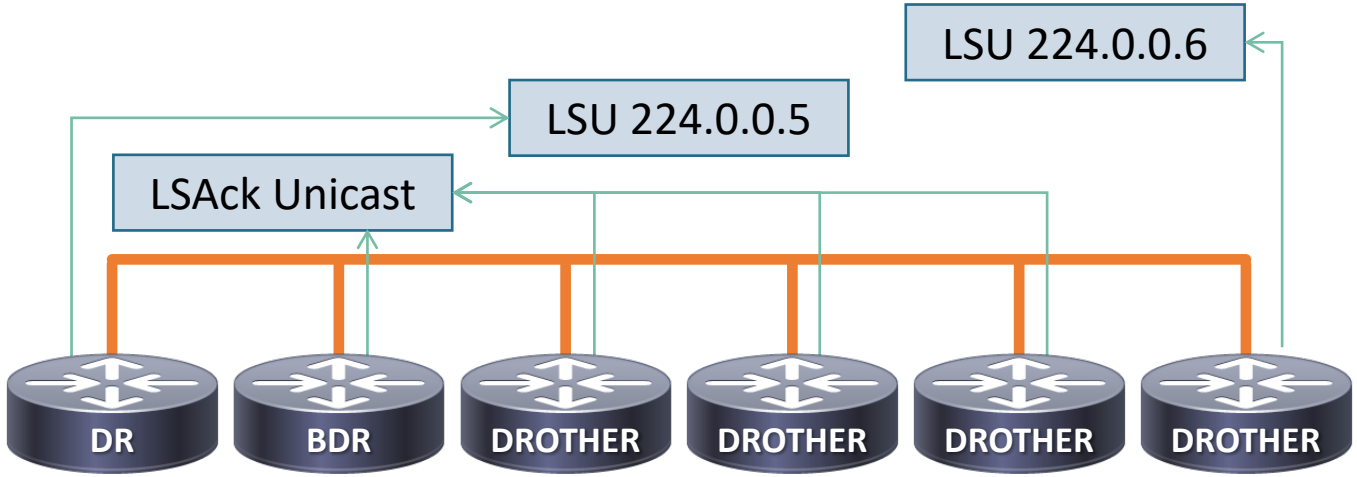
Networking For everyone

- При обновлении LSDB роутер раздает новые LSA соседям
  - Отправляет LSU с новыми LSA
  - Ждет подтверждения с идентичными заголовками (LSU или LSAck)
- В среде без DR каждому соседу в канале отправляется LSU:
  - point-to-point: multicast на 224.0.0.5
  - point-to-multipoint: unicast на адрес соседа

# Обновление LSA в среде с DR

Networking For everyone

- В среде с DR отправлять LSU каждому роутеру в канале накладно
- При обновлении LSDB на DROTHER сначала уведомляется DR:
  - multicast на 224.0.0.6 (AllDRouters)
- DR уведомляет остальных участников (подтверждая полученную LSA)
  - multicast на 224.0.0.5 (AllSPFRouters)
- Ответные юникастовые LSAck подтверждают полученную LSA



# Аутентификация

Networking For everyone

- Заголовок OSPFv2 содержит поля для аутентификации пакетов:

| Checksum | AuType |
|---|---|
| Authentication (8 байт) | |
| Authentication Data (опционально) | |

- AuType – тип аутентификации
  - 0 – нет аутентификации; в Authentication нули, Authentication Data отсутствует
  - 1 – открытый пароль; в Authentication первые 8 символов пароля, Data отсутствует
  - 2 – криптографическая аутентификация с использованием цифровой подписи

| Checksum | 0x0002 | |
|---|---|---|
| 0x0000 | Key ID | Auth Data Len |
| Cryptographic Sequence Number | | |
| Authentication Data | | |

# Networking For everyone