**1. Что такое LACP и для чего он используется?**

**LACP (Link Aggregation Control Protocol)** — это протокол, который позволяет объединять несколько физических каналов Ethernet в один логический (**Aggregated Port-Channel**) для:

* **Увеличения пропускной способности** (суммирование скорости всех линков).
* **Обеспечения отказоустойчивости** (если один канал отвалится, трафик пойдет через оставшиеся).
* **Балансировки нагрузки** (трафик распределяется между линками).

LACP является частью стандарта **IEEE 802.3ad** (позже **802.1AX**) и работает между двумя устройствами (коммутаторами или серверами).

**2. Процесс формирования LACP-агрегированных каналов**

1. **Обнаружение совместимых портов:**
   * Устройства обмениваются **LACP-пакетами (LACPDU)** для определения возможных линков.
   * Пакеты содержат:
     + **System Priority** (приоритет устройства).
     + **Port Priority** (приоритет порта).
     + **Key (Aggregator ID)** – идентификатор агрегированной группы.
2. **Выбор активных и резервных портов:**
   * Если количество линков больше, чем поддерживает агрегирование (обычно до **8**), LACP выбирает **активные порты** (Active), остальные становятся **резервными** (Standby).
3. **Создание Port-Channel:**
   * Совместимые порты объединяются в логический канал.
   * Трафик распределяется по алгоритму (например, **src-dst MAC, src-dst IP**).

**3. Преимущества LACP перед другими методами агрегации**

| **Метод** | **Преимущества LACP** |
| --- | --- |
| **Статическая агрегация (On)** | LACP автоматически проверяет целостность каналов и перестраивается при сбоях. |
| **PAGP (Cisco Proprietary)** | LACP — стандартный протокол (работает между разными вендорами). |
| **Без агрегации** | LACP обеспечивает отказоустойчивость и балансировку нагрузки. |

**4. Состояния портов LACP и их значение**

| **Состояние** | **Описание** |
| --- | --- |
| **Active** | Порт активно участвует в LACP и отправляет LACPDU. |
| **Passive** | Порт отвечает на LACPDU, но не инициирует переговоры (ждет Active от соседа). |
| **Bundle (Up)** | Порт успешно объединен в Port-Channel. |
| **Standby** | Порт совместим, но не используется из-за ограничения на кол-во активных. |
| **Disabled** | LACP не настроен или порт выключен. |

**5. Настройка LACP между SW1 и SW2 (Cisco Catalyst 2960)**

**Топология:**

* **SW1**:
  + FastEthernet0/1 → FastEthernet0/1 (SW2)
  + FastEthernet0/2 → FastEthernet0/2 (SW2)
* **SW2**:
  + Аналогично.

**Конфигурация:**

**На SW1:**

bash

Copy

Download

enable

configure terminal

interface range FastEthernet0/1-2

channel-group 1 mode active *# Включаем LACP в активном режиме*

exit

interface Port-channel 1

switchport mode trunk *# Если нужно транковое соединение*

exit

**На SW2:**

bash

Copy

Download

enable

configure terminal

interface range FastEthernet0/1-2

channel-group 1 mode active *# Или `mode passive` (если SW1 активный)*

exit

interface Port-channel 1

switchport mode trunk

exit

**1. Объяснение OSPF и его работы**

**OSPF (Open Shortest Path First)** — это протокол динамической маршрутизации, работающий по алгоритму **Link-State** (состояния каналов). Он использует **Dijkstra’s algorithm** для вычисления кратчайшего пути до каждой сети в автономной системе (AS).

**Основные принципы работы OSPF:**

* Маршрутизаторы обмениваются **LSA (Link-State Advertisements)** для построения **LSDB (Link-State Database)**.
* Каждый маршрутизатор строит **полную топологию сети** и вычисляет пути независимо.
* Использует **метрику стоимости (cost)**, основанную на пропускной способности интерфейса.
* Поддерживает **VLSM (Variable Length Subnet Mask)** и **CIDR**.
* Работает в **multi-area** (областях), но в данной задаче рассматривается **Single-Area OSPF (Area 0)**.

**2. Процесс выбора DR (Designated Router) и BDR (Backup DR)**

В **multi-access** сетях (Ethernet, Frame Relay) OSPF выбирает **DR** и **BDR** для уменьшения количества LSA-флудов.

**Критерии выбора:**

1. **Приоритет (Priority)** – значение от **0 до 255** (по умолчанию **1**).
   * **Priority = 0** → устройство не участвует в выборе DR/BDR.
   * Чем выше приоритет, тем выше шанс стать DR/BDR.
2. **Router ID** – если приоритеты равны, выбирается маршрутизатор с **наибольшим Router ID**.

**Процесс выбора:**

* При старте OSPF маршрутизаторы отправляют **Hello-пакеты** с указанием своего **Router ID** и **Priority**.
* Если DR/BDR уже выбраны, новые маршрутизаторы принимают их.
* Если DR выходит из строя, BDR становится DR, и выбирается новый BDR.

**3. Типы LSA и их назначение**

| **Тип LSA** | **Название** | **Описание** |
| --- | --- | --- |
| **LSA 1** | Router LSA | Описывает линки маршрутизатора и их состояния. Распространяется в пределах Area. |
| **LSA 2** | Network LSA | Генерируется DR в multi-access сети. Описывает подключенные маршрутизаторы. |
| **LSA 3** | Summary LSA | Анонсирует маршруты из одной Area в другую (генерируется ABR). |
| **LSA 4** | ASBR Summary LSA | Указывает путь к ASBR (Autonomous System Boundary Router). |
| **LSA 5** | AS External LSA | Анонсирует внешние маршруты (из других AS, например, через RIP или BGP). |
| **LSA 7** | NSSA External LSA | Используется в NSSA-областях для анонса внешних маршрутов. |

**4. Расчет стоимости пути (Path Cost)**

OSPF вычисляет стоимость пути по формуле:

Cost=Reference BandwidthInterface Bandwidth (bps)Cost=Interface Bandwidth (bps)Reference Bandwidth​

* **Reference Bandwidth** по умолчанию **100 Мбит/с**.
* Если интерфейс **1 Гбит/с (1000 Мбит/с)**:

Cost=1001000=0.1(но округляется до 1)Cost=1000100​=0.1(но округляется до 1)

* Можно изменить **Reference Bandwidth** командой:

bash

Copy

Download

auto-cost reference-bandwidth 10000 *# для 10 Гбит/с сетей*

* Также можно вручную задать стоимость на интерфейсе:

bash

Copy

Download

interface GigabitEthernet0/0

ip ospf cost 50

**5. Настройка OSPF на Cisco 2960 (требуется версия IOS с поддержкой Layer 3)**

**Топология:**

* **SW1**:
  + Интерфейсы:
    - 10.0.12.1/24 (к SW2)
    - 10.0.13.1/24 (к SW3)
    - 192.168.1.1/24 (LAN)
* **SW2**:
  + Интерфейсы:
    - 10.0.12.2/24 (к SW1)
    - 10.0.23.2/24 (к SW3)
    - 192.168.2.1/24 (LAN)
* **SW3**:
  + Интерфейсы:
    - 10.0.13.3/24 (к SW1)
    - 10.0.23.3/24 (к SW2)
    - 192.168.3.1/24 (LAN)

**Конфигурация OSPF (на всех коммутаторах):**

bash

Copy

Download

enable

configure terminal

router ospf 1

network 10.0.12.0 0.0.0.255 area 0

network 10.0.13.0 0.0.0.255 area 0

network 10.0.23.0 0.0.0.255 area 0

network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0

network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0

network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0

exit

**Проверка работы OSPF:**

bash

Copy

Download

show ip ospf neighbor *# Проверка соседей*

show ip ospf database *# Проверка LSDB*

show ip route ospf *# Проверка OSPF-маршрутов*

ping 192.168.3.1 *# Проверка связности*