

# Лабораторная работа №9. Настройка OSPFv2 в одной зоне

## 1. Тема

Настройка и анализ протокола динамической маршрутизации OSPF (Open Shortest Path First) в одной зоне с использованием различных типов сетей: Broadcast и Point-to-Point.

## 2. Цель работы

- **Теоретическая:** Изучить принципы работы протокола OSPFv2, процесс установления соседства (adjacency), выбор DR/BDR в broadcast-сетях, формирование базы данных состояний каналов (LSDB) и типы LSA.
- **Практическая:** Приобрести навыки настройки OSPF в FRR на различных типах интерфейсов, управления параметрами OSPF (reference bandwidth, аутентификация), а также анализа служебного трафика OSPF с помощью Wireshark.

## 3. Задачи

1. Развернуть сложную сетевую топологию с помощью Containerlab, включающую broadcast-сегмент и point-to-point соединения.
2. Настроить базовую IP-адресацию и интерфейсы на маршрутизаторах FRR.
3. Настроить OSPF в зоне 0 на всех маршрутизаторах с учетом типа сети (broadcast/point-to-point).
4. Реализовать аутентификацию OSPF с использованием простого текстового пароля (clear-text).
5. Изменить параметр `auto-cost reference-bandwidth` для корректного расчета метрик в гигабитных сетях.
6. Проверить установление соседства (neighbor adjacency), состояние базы данных LSDB и таблицы маршрутизации.
7. Захватить и проанализировать служебные пакеты OSPF (Hello, LSU с LSA Type 1 и Type 2).

## 4. Оборудование и программное обеспечение

- **Программное обеспечение:** Containerlab, Docker, FRR (образ `frrouting/frr:latest`), Wireshark/Edgeshark.
- **Оборудование (виртуальное):**

- Маршрутизаторы FRR: 4 шт. (R1, R2, R3, R4)
- Клиентские хосты (контейнеры Alpine): 4 шт. (PC1, PC2, PC3, PC4)
- Виртуальные коммутаторы (Linux bridge): 1 шт. (для эмуляции broadcast-сегмента)

## 5. Краткие теоретические сведения

**OSPF (Open Shortest Path First)** — протокол динамической маршрутизации, основанный на алгоритме состояния каналов (Link-State). Маршрутизаторы обмениваются **LSA (Link State Advertisement)** для построения общей **LSDB (Link State Database)**. На основе LSDB с помощью алгоритма Дейкстры вычисляется кратчайший путь до каждой сети.

**Типы сетей OSPF:**

- **Broadcast (тип сети по умолчанию для Ethernet):** Для уменьшения служебного трафика выбираются **DR (Designated Router)** и **BDR (Backup DR)**. DR генерирует **LSA Type 2 (Network LSA)** для описания сегмента многоадресной рассылки.
- **Point-to-Point:** DR/BDR не выбираются. Каждый маршрутизатор формирует прямую связь с соседом.

**Важные параметры:**

- **Router ID:** Уникальный 32-битный идентификатор маршрутизатора в формате IP-адреса.
- **Hello/Dead Intervals:** Таймеры для поддержания соседства.
- **Аутентификация:** Защита обновлений маршрутизации (в работе используем простую текстовую).
- **Reference Bandwidth:** Параметр (по умолчанию 100 Мбит/с) для расчета метрики на основе пропускной способности интерфейса. В гигабитных сетях требуется увеличивать.

**Ключевые LSA для Area 0:**

- **LSA Type 1 (Router LSA):** Описывает состояние интерфейсов (линков) маршрутизатора. Генерируется каждым роутером.
- **LSA Type 2 (Network LSA):** Описывает сегмент broadcast/ NBMA сети. Генерируется только DR.

## 6. Порядок выполнения работы

### 6.1. Подготовительный этап

1. Создайте директорию для работы: `mkdir ~/lab2_ospf && cd ~/lab2_ospf`

2. Установите Open vSwitch `sudo pacman -S openvswitch`
3. Добавьте виртуальный коммутатор `sudo ovs-vsctl add-br SW1`
4. Создайте файл `topology.yaml` со следующей топологией:

```
name: lab2-ospf

topology:
  nodes:
    SW1:
      kind: ovs-bridge

    R1:
      kind: linux
      image: frrouting/frr:latest

    R2:
      kind: linux
      image: frrouting/frr:latest

    R3:
      kind: linux
      image: frrouting/frr:latest

    R4:
      kind: linux
      image: frrouting/frr:latest

    PC1:
      kind: linux
      image: alpine:latest
      exec:
        - ip addr add 192.168.1.100/24 dev eth1

    PC2:
      kind: linux
      image: alpine:latest
      exec:
        - ip addr add 192.168.2.100/24 dev eth1

    PC3:
      kind: linux
      image: alpine:latest
      exec:
        - ip addr add 192.168.3.100/24 dev eth1

    PC4:
      kind: linux
```

```

image: alpine:latest
exec:
  - ip addr add 192.168.4.100/24 dev eth1

links:
# Broadcast-сегмент между R1, R2, R3
- endpoints: ["SW1:eth1", "R1:eth1"]
- endpoints: ["SW1:eth2", "R2:eth1"]
- endpoints: ["SW1:eth3", "R3:eth1"]

# Point-to-Point соединения (эмулируем PPP) между R4-R2 и R4-R3
- endpoints: ["R4:eth1", "R2:eth2"]
- endpoints: ["R4:eth2", "R3:eth2"]

# Клиентские подсети
- endpoints: ["R1:eth2", "PC1:eth1"]
- endpoints: ["R2:eth3", "PC2:eth1"]
- endpoints: ["R3:eth3", "PC3:eth1"]
- endpoints: ["R4:eth3", "PC4:eth1"]

```

## 6.2. Основной этап

- Развертывание стенда:** sudo containerlab deploy -t topology.yaml
- Настройка базовой IP-адресации на R1-R4 (пример для R1):**

- docker exec -it clab-lab2-ospf-R1 bash
- vtysh

```

conf t
interface eth1
  ip address 10.0.123.1/24
  no shutdown
exit
interface eth2
  ip address 192.168.1.1/24
  no shutdown
exit

```

### Адресация для настройки:

- **Broadcast-сегмент (10.0.123.0/24):** R1: .1 , R2: .2 , R3: .3
- **P2P R4-R2 (10.0.24.0/30):** R2: .1 , R4: .2
- **P2P R4-R3 (10.0.34.0/30):** R3: .1 , R4: .2

- **Клиентские сети:** как указано в топологии.

### 3. Настройка OSPF на R1-R4 (пример для R1):

```
router ospf
  ospf router-id 1.1.1.1
  network 10.0.123.0/24 area 0
  network 192.168.1.0/24 area 0
  auto-cost reference-bandwidth 1000
exit
```

- Для **R2 и R3**: аналогично, но добавьте сети P2P-линков к R4.
- Для **R4**: настройте OSPF только на P2P-интерфейсах и клиентской сети.  
**ВАЖНО:** На интерфейсах `eth1` и `eth2` (P2P) укажите тип сети: `ip ospf network point-to-point`.

### 4. Настройка аутентификации OSPF (на примере broadcast-сегмента):

- На R1, R2, R3 в интерфейсе `eth1`:

```
interface eth1
  ip ospf authentication
  ip ospf authentication-key SECRET_OSPF_PASS
```

- В режиме `router ospf` добавьте команду `area 0 authentication` для включения аутентификации на уровне зоны.

### 5. Проверка настройки:

- `show ip ospf neighbor` – проверка соседства.
- `show ip ospf interface [ifname]` – детали OSPF на интерфейсе (увидите тип сети, таймеры, роль DR/BDR).
- `show ip ospf database` – просмотр LSDB. Найдите LSA Type 1 и Type 2.
- `show ip route ospf` – проверка полученных через OSPF маршрутов.

### 6. Захват и анализ трафика OSPF:

- Запустите edgeshark `edgashark-up`
- Запустите захват трафика на требуемом интерфейсе
- Используйте фильтр `ospf`. Найдите и проанализируйте:
  - **Hello-пакеты:** Обратите внимание на поля `Network Mask`, `Hello Interval`, `Router Priority`, `Designated Router`.
  - **LS Update (LSU):** Раскройте пакет, найдите вложенные **LSA Type 1 (Router LSA)** – посмотрите поля `Link Type`, `Link ID`, `Link Data`.
  - **LSA Type 2 (Network LSA):** Если R1 стал DR/BDR, вы увидите этот тип. Обратите внимание на поле `Network Mask` и список `Attached Router`.

## 6.3. Контрольный этап

- Проверьте сквозную связность: `ping` с PC1 (192.168.1.100) на PC4 (192.168.4.100).
- Сохраните конфигурации всех роутеров (`write memory`).
- Сделайте скриншоты ключевых выводов команд.
- Уничтожьте стенд: `sudo containerlab destroy -t topology.yaml`

## 7. Контрольные вопросы

- Объясните, почему в broadcast-сети необходим выбор DR/BDR? Что произойдет, если DR выйдет из строя?
- Почему на PPP-соединениях (point-to-point) не выбираются DR/BDR?
- Какая команда в FRR заставляет интерфейс считаться point-to-point для OSPF? В чем практическая разница в поведении?
- Какой процесс OSPF инициирует генерацию LSA Type 2 и какие маршрутизаторы в этой лаборатории должны его генерировать?
- Для чего изменялся параметр `auto-cost reference-bandwidth`? Какова формула расчета метрики OSPF по умолчанию?
- Каковы недостатки аутентификации с использованием простого текстового пароля (clear-text)? Какой более безопасный метод поддерживает OSPF?
- По данным из Wireshark, определите Router ID маршрутизаторов, которые стали DR и BDR в сегменте 10.0.123.0/24. От чего зависел этот выбор?
- В LSA Type 1 от R4, какие типы линков (Link Type) указаны для соединений с R2 и R3? Как это связано с типом сети?
- Какой командой можно принудительно задать Router ID, и почему это считается хорошей практикой?
- Проанализируйте таблицу маршрутизации на R4. Сколько маршрутов получено через OSPF и как они помечены?

## 8. Содержание отчета

- Тема, цель, задачи.
- Схема сети (Mermaid диаграмма, см. ниже).**
- Листинг файла `topology.yaml`.
- Таблицы назначенных IP-адресов.
- Конфигурации OSPF для всех маршрутизаторов (вывод `show running-config`).
- Результаты проверки:
  - Вывод `show ip ospf neighbor` для каждого роутера.
  - Вывод `show ip ospf interface eth1` для R1 (с указанием роли).
  - Вывод `show ip ospf database` для R1 (кратко).
  - Вывод `show ip route ospf` для R4.

- Результат проверки связности PC1 -> PC4.
- Скриншот из Wireshark с выделенным Hello-пакетом и полем DR.
- Скриншот из Wireshark с раскрытым LSA Type 1 и LSA Type 2.
- Ответы на контрольные вопросы.
- Выводы.

## 9. Схема сети (Mermaid диаграмма)

