

## **Тема 11. Налаштування роботи протоколу маршрутизації OSPF**

**Мета роботи:** ознайомитися з особливостями функціонування та налаштування роботи протоколу маршрутизації OSPF на обладнанні Cisco.

### **Теоретичні відомості**

#### **Налаштування функціонування протоколу маршрутизації OSPF**

OSPF (Open Shortest Path First) – протокол динамічної маршрутизації, заснований на технології відстеження стану каналу (link-state technology), що використовує для знаходження найкоротшого шляху за допомогою алгоритму Дейкстри.

Протокол OSPF є складним протоколом, який розроблений із врахуванням особливостей функціонування мереж, які відрізняються за типами, розмірами, структурою та іншими параметрами. Відповідно у протоколі наявна велика кількість функціональних можливостей з підтримки таких мереж. Зрозуміло, що при налаштуванні функціонування протоколу слід враховувати всі особливості типу мережі, її структури, розміру, інформаційних потоків, які проходять через неї, зв'язків з іншими мережами тощо.

В загальному випадку налаштування функціонування протоколу OSPF складається з кількох обов'язкових, деяких необов'язкових, але рекомендованих та великої кількості необов'язкових етапів. Порядок виконання згаданих етапів є наступним:

1. Сконфігурувати ідентифікатор маршрутизатора RID, Router ID (необов'язково, але рекомендовано).
2. Активувати режим конфігурування протоколу (обов'язково).
3. Вказати підключені мережі, параметри яких відповідають налаштуванням інтерфейсів (обов'язково).
4. Налаштувати параметри інтерфейсів маршрутизатора, що стосуються типів мереж (необов'язково).

5. Визначити сусідні пристрої OSPF (обов'язково для мереж, що не є ширококомовними).
6. Налаштувати аутентифікацію протоколу (необов'язково).
7. Налаштувати конфігурацію тупикової області (необов'язково).
8. Налаштувати сумаризацію маршрутів між областями (необов'язково).
9. Активувати перерозподіл та сумаризацію маршрутів OSPF для обробки маршрутів, що належать підмережам (необов'язково).

Активація роботи протоколу OSPF може виконуватися як у цілому на маршрутизаторі, так і на окремих його інтерфейсах. Зазвичай, коли використовується перший підхід, то на маршрутизаторі запускається лише один загальний локальний процес маршрутизації OSPF. У випадку другого підходу запускається кілька окремих процесів.

Для активації протоколу OSPF в цілому на маршрутизаторі Cisco використовується команда `router ospf` з відповідними параметрами. Включення відповідних мереж у роботу протоколу у даному випадку здійснюється командою `network` із відповідними параметрами. Виключення мережі з роботи – формою по вищезгаданій команді. Для активації протоколу на певному інтерфейсі використовується команда `ip ospf area`. Деактивація протоколу здійснюється за допомогою форми `no`.

Синтаксис основних команд налаштування протоколу OSPF та режими їх використання наведено нижче.

Синтаксис команди `router ospf` (привілейований режим):

```
router ospf process-id [vrf vpn_name],
```

де `process-id` – ідентифікатор локального процесу маршрутизації, може набувати значень від 1 до 65535;

`vrf` – необов'язковий службовий параметр, який використовується для опису імені VRF (VPN Routing and Forwarding), що пов'язується з процесом OSPF VRF;

`vpn_name` – текстова назва параметра.

Синтаксис команди `network` (режим налаштування протоколу маршрутизації):

```
network address wildcard-mask area area-id,
```

де `address` – IP-адреса мережі у десятковому вигляді;

`wildcard-mask` – інвертована маска мережі;

`area` – обов'язкова конструкція, яка використовується для зазначення номера області мережі;

`area-id` – ідентифікатор області, число у десятковій формі з діапазону від 0 до 4294967295, яке показує номер області OSPF у домені маршрутизації OSPF.

Якщо в мережі, яка використовує протокол маршрутизації OSPF, не передбачається ієрархічного поділу на області, то як `area-id` використовується стандартне значення магістральної області 0. Варто зазначити, що існування магістральної області є обов'язковим для функціонування протоколу OSPF.

Синтаксис команди `ip ospf area` (режим конфігурування інтерфейсу):

```
ip ospf process-id area area-id [secondaries none],
```

де `process-id` – ідентифікатор локального процесу маршрутизації, може набувати значень від 1 до 65535;

`area` – обов'язкова конструкція, яка використовується для зазначення номера області мережі;

`area-id` – ідентифікатор області, якій належить описана на інтерфейсі IP-адреса; число у десятковій формі з діапазону від 0 до 4294967295.

`secondaries none` – службова конструкція, за допомогою якої встановлюється заборона на оголошення у процесі маршрутизації вторинної IP-адреси, що налаштована на інтерфейсі.

Після активації протоколу OSPF засоби IOS аналізують параметри інтерфейсів маршрутизатора для визначення типу мережі і відповідно алгоритму функціонування OSPF.

При налаштуванні протоколу OSPF, власне як і решти протоколів, рекомендується зменшувати об'єм службового трафіку, що передається по мережі. Для цього використовується команда `passive-interface`. Цю команду

доцільно використовувати у випадку, коли до інтерфейсу маршрутизатора підключена певна тупикова локальна мережа, з метою зменшення потоку службового трафіку в цю мережу.

### **Команди моніторингу та діагностики роботи протоколу маршрутизації OSPF на маршрутизаторах Cisco**

Для моніторингу та діагностики роботи протоколу OSPF на маршрутизаторах Cisco використовуються як команди загального призначення, так і спеціалізовані команди (табл. 11.1).

Таблиця 1 – Перелік команд моніторингу та діагностики роботи протоколу маршрутизації OSPF на маршрутизаторах Cisco

Команда	Призначення
show ip protocols	Виведення інформації про активовані протоколи маршрутизації та параметри їх функціонування
show ip ospf	Виведення загальної інформації про роботу протоколу
show ip ospf interface	Виведення інформації про параметри інтерфейсу (інтерфейсів), які беруть участь у роботі протоколу
show ip ospf neighbor	Виведення інформації про сусідні маршрутизатори
show ip ospf database	Виведення бази даних протоколу
show ip route	Виведення повної таблиці маршрутизації
show ip route ospf	Виведення таблиці маршрутизації протоколу OSPF
show ip route A.B.C.D	Виведення деталізованої маршрутної інформації певної мережі
show ip route hostname	Виведення деталізованої маршрутної інформації певного вузла

### **Приклад налаштування протоколу маршрутизації OSPF**

Розглянемо специфіку налаштування роботи протоколу OSPF для мережі, схема якої наведена на рис. 11.1. Для спрощення побудови мережі та налаштувань локальна мережа А представлена лише однією робочою станцією. Аналогічно представлені локальні мережі С та F.

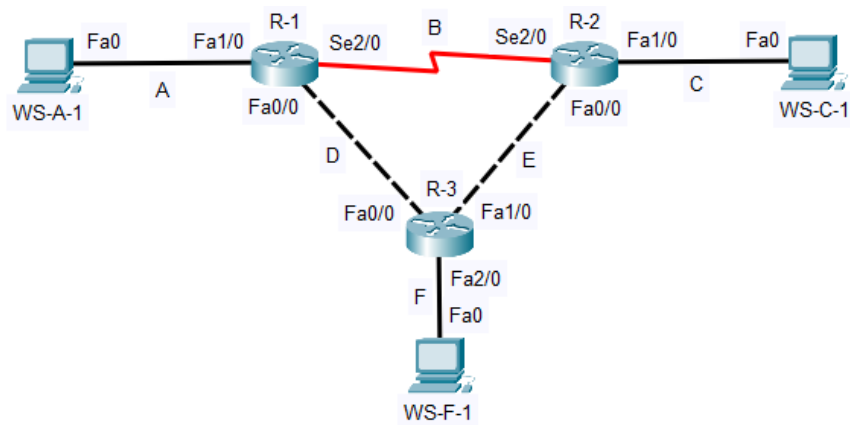


Рисунок 11.1 – Приклад мережі

При побудови даної мережі використано дані табл. 11.2. Для налаштування параметрів адресації пристроїв використано дані табл. 11.3.

Таблиця 11.2 – Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa1/0	Робоча станція WS-A-1	Fa0
	Se2/0	Маршрутизатор R-2	Se2/0
	Fa0/0	Маршрутизатор R-3	Fa0/0
Маршрутизатор R-2	Se2/0	Маршрутизатор R-1	Se2/0
	Fa1/0	Робоча станція WS-C-1	Fa0
	Fa0/0	Маршрутизатор R-3	Fa1/0
Маршрутизатор R-3	Fa0/0	Маршрутизатор R-1	Fa0/0
	Fa1/0	Маршрутизатор R-2	Fa0/0
	Fa2/0	Робоча станція WS-F-1	Fa0
Робоча станція WS-A-1	Fa0	Маршрутизатор R-1	Fa1/0
Робоча станція WS-C-1	Fa0	Маршрутизатор R-2	Fa1/0
Робоча станція WS-F-1	Fa0	Маршрутизатор R-3	Fa2/0

Таблиця 11.3 – Параметри адресації мережі для прикладу

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа В	–	195.20.1.0	255.255.255.252	/30
Підмережа С	–	195.30.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа D	–	195.40.1.0	255.255.255.252	/24
Підмережа E	–	195.50.1.0	255.255.255.252	/24

Продовження таблиці 11.3

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа F	–	195.60.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Se2/0	195.20.1.1	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Fa1/0	195.10.1.254	255.255.255.0	/24
	Інтерфейс Fa0/0	195.40.1.1	255.255.255.252	/30
Маршрутизатор R-2	Інтерфейс Se2/0	195.20.1.2	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Fa1/0	195.30.1.254	255.255.255.0	/24
	Інтерфейс Fa0/0	195.50.1.1	255.255.255.252	/30
Маршрутизатор R-3	Інтерфейс Fa0/0	195.40.1.2	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Fa1/0	195.50.1.2	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Fa2/0	195.60.1.254	255.255.255.0	/24
Робоча станція WS-A-1	Мережевий адаптер	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.10.1.254	–	–
Робоча станція WS-C-1	Мережевий адаптер	195.30.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.30.1.254	–	–
Робоча станція WS-F-1	Мережевий адаптер	195.60.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.60.1.254	–	–

Сценарії налаштування параметрів адресації для маршрутизаторів мережі аналогічні відповідним сценаріям попередньої роботи.

Сценарії налаштування функціонування протоколу маршрутизації OSPF (лише обов'язкові етапи) наведені нижче:

```

...
R-1>enable
R-1#configure terminal
R-1(config)#router ospf 1
R-1(config-router)#network 195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
R-1(config-router)#network 195.20.1.0 0.0.0.3 area 0
R-1(config-router)#network 195.40.1.0 0.0.0.3 area 0
R-1(config-router)#exit
R-1(config)#exit
R-1#
...
...
R-2>enable

```

```

R-2#configure terminal
R-2(config)#router ospf 1
R-2(config-router)#network 195.20.1.0 0.0.0.3 area 0
R-2(config-router)#network 195.30.1.0 0.0.0.255 area 0
R-2(config-router)#network 195.50.1.0 0.0.0.3 area 0
R-2(config-router)#exit
R-2(config)#exit
R-2#
...
...
R-3>enable
R-3#configure terminal
R-3(config)#router ospf 1
R-3(config-router)#network 195.40.1.0 0.0.0.3 area 0
R-3(config-router)#network 195.50.1.0 0.0.0.3 area 0
R-3(config-router)#network 195.60.1.0 0.0.0.255 area 0
R-3(config-router)#exit
R-3(config)#exit
R-3#
...

```

З метою перегляду інформації про параметри інтерфейсів та роботу протоколу маршрутизації OSPF для розглянутого прикладу використано команди моніторингу та діагностики роботи (рис. 11.2 – 11.6) .

```

R-1#show ip protocols

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 195.40.1.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    195.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    195.20.1.0 0.0.0.3 area 0
    195.40.1.0 0.0.0.3 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    195.40.1.1      110          00:04:32
    195.50.1.1      110          00:04:22
    195.60.1.254    110          00:04:10
  Distance: (default is 110)

```

Рисунок 11.2 – Перегляд інформації про наявні протоколи маршрутизації

```
R-1#show ip ospf interface serial 2/0

Serial2/0 is up, line protocol is up
Internet address is 195.20.1.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 195.40.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 64
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 00:00:08
Index 2/2, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 1 , Adjacent neighbor count is 1
  Adjacent with neighbor 195.50.1.1
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Рисунок 11.3 – Перегляд інформації про параметри інтерфейсу Serial 2/0

```
R-1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
195.60.1.254	1	FULL/BDR	00:00:39	195.40.1.2	FastEthernet0/0
195.50.1.1	0	FULL/ -	00:00:36	195.20.1.2	Serial2/0

Рисунок 11.4 – Перегляд інформації про сусідів

```
R-1#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (195.40.1.1) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
195.40.1.1	195.40.1.1	528	0x80000005	0x00581b	4
195.50.1.1	195.50.1.1	518	0x80000007	0x0067d6	4
195.60.1.254	195.60.1.254	506	0x80000005	0x00421f	3

```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
195.40.1.1	195.40.1.1	528	0x80000001	0x00e03f
195.50.1.1	195.50.1.1	518	0x80000001	0x00c34a

Рисунок 11.5 – Перегляд бази даних протоколу OSPF

```
R-1#show ip route ospf
```

```
O 195.30.1.0 [110/3] via 195.40.1.2, 00:16:54, FastEthernet0/0
  195.50.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 195.50.1.0 [110/2] via 195.40.1.2, 00:16:54, FastEthernet0/0
O 195.60.1.0 [110/2] via 195.40.1.2, 00:16:44, FastEthernet0/0
```

Рисунок 11.6 – Перегляд таблиці маршрутизації протоколу OSPF



Аналіз результатів роботи виконаних команд моніторингу та діагностики дає змогу визначати параметри функціонування протоколу. Використовуючи команду `show ip protocols` (рис. 11.2) можна визначити наступні параметри:

- протокол маршрутизації, що функціонує на пристрої – OSPF;
- ідентифікатор OSPF-процесу – `ospf 1`;
- ідентифікатор маршрутизатора RID – 195.40.1.1 (вибраний автоматично);
- кількість та типи областей, для яких здійснюється маршрутизація – 1 нормальна область;
- мережі та області, про які здійснюється розсилка маршрутної інформації – 195.10.1.0 0.0.0.255 area 0, 195.20.1.0 0.0.0.3 area 0 та 195.40.1.0 0.0.0.3 area 0;
- джерела отримання маршрутної інформації – маршрутизатори з RID 195.60.1.254 та 195.50.1.1

Використовуючи команду `show ip ospf interface` (рис. 11.3) можна визначити:

- ідентифікатор процесу – Process ID 1;
- ідентифікатор маршрутизатора RID – Router ID 195.40.1.1;
- тип мережі (каналу) – Network Type POINT\_TO\_POINT;
- метрику інтерфейсу – Cost: 64
- таймери протоколу – Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5.

За допомогою решти команд теж можна отримати важливу діагностичну інформацію, яка стосується функціонування протоколу.

Варто зазначити, що записи маршрутів протоколу OSPF у виводі команд `show ip route` та `show ip route ospf` (рис. 11.6) позначаються літерою O. В цих записах міститься детальна інформація про доступні маршрути до відповідних мереж. Наприклад, запис `O 195.30.1.0/24 [110/3] via 195.40.1.2, 00:16:54, FastEthernet0/0` містить наступні складові:

- 195.30.1.0/24 – IP-адреса мережі призначення (мережа C);
- число 110 – стандартна адміністративна відстань протоколу OSPF,

– число 3 – метрика оптимального маршруту (у нашому випадку – метрику маршруту, що був визначений як оптимальний для передачі даних з маршрутизатора R-1 до мережі C);

– 195.40.1.2 – IP-адреса сусіднього маршрутизатора, від якого отримано повідомлення про даний маршрут;

– 00:16:54 – час існування запису в таблиці маршрутизації;

– FastEthernet0/0 – інтерфейс, через який отримано повідомлення про мережу.

Для перевірки доступності робочої станції використано команду ping, для перевірки маршруту передачі даних використано команду traceroute. Результати роботи команди ping при перевірці доступності робочої станції WS-C-1 з маршрутизатора R-1 наведено на рис. 11.7.

```
R-1#ping 195.30.1.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 195.30.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/2/11 ms
```

Рисунок 11.7 – Перевірка з'єднання між маршрутизатором та робочою станцією

Результати роботи команди traceroute при трасуванні маршруту від маршрутизатора R-1 до робочої станції WS-C-1 наведено на рис. 11.8. Аналіз виведених у процесі виконання команди IP-адрес інтерфейсів проміжних маршрутизаторів підтверджує проходження пакету за визначеним оптимальним маршрутом.

```
R-1#traceroute 195.30.1.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 195.30.1.1

 0  195.40.1.2      0 msec  0 msec  0 msec
 1  195.50.1.1      0 msec  0 msec  0 msec
 2  195.30.1.1      0 msec  0 msec  0 msec
```

Рисунок 11.8 – Результат трасування маршруту між R-1 та WS-C-1

## Хід роботи

1. В середовищі Cisco Packet Tracer створити проект мережі згідно варіанту (таблиця А.18). Різновиди технологій Ethernet для всіх підмереж, крім вказаних у варіанті завдання, обираються довільно. На схемі канали зв'язку підмереж показані у загальному вигляді, при побудові підмережі вибирати потрібний тип кабелю. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 11.2.

2. Провести базове налаштування маршрутизаторів та комутаторів, мережевих інтерфейсів та з'єднань.

3. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними додатку А. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 11.3. Розподілити адресний простір наступним чином: в мережах, що з'єднують маршрутизатори, використати префікс 30 (маска 255.255.255.252), весь вільний простір, що залишається, рівномірно розподілити між мережами, в яких розташовані комутатори SW-G-N-1 – SW-G-N-5.

4. Провести налаштування параметрів IP-адресації пристроїв мережі у відповідності до даних п. 3.

5. Налаштувати функціонування протоколу OSPF (номер ідентифікатора процесу обрати за номером варіанту) на кожному з маршрутизаторів мережі. Перевести інтерфейси маршрутизаторів, до яких підключені локальні мережі, в режим Passive-Interface. Перевірити наявність зв'язку між всіма пристроями мережі.

6. Дослідити особливості отримання службової та діагностичної інформації за допомогою відповідних команд.

7. Оформити звіт до практичної роботи, який повинен обов'язково містити: назву дисципліни, номер роботи, прізвище та ім'я студента, що її виконав, номер варіанту завдання, скріншоти основних етапів виконання завдання (побудова схеми мережі, налаштування пристроїв, налаштування адресації, налаштування маршрутизації за протоколом OSPF, перевірка зв'язку між пристроями, перегляд

діагностичної інформації) та короткі текстові пояснення до них, таблиці інтерфейсів пристроїв, адресації мережі.

### **Контрольні запитання**

1. Протокол маршрутизації OSPF.
2. До якого класу належить протокол маршрутизації OSPF?
3. Наведіть перелік основних версій протоколу OSPF та зазначте їх відмітності.
4. Поняття та призначення області у протоколі OSPF.
5. Які основні параметри повинні бути зазначені у таблиці маршрутизації маршрутизатора, що працює за протоколом OSPF?
6. Способи активації функціонування протоколу OSPF на маршрутизаторах Cisco.
7. Синтаксис та особливості використання команди `network` для протоколу OSPF на маршрутизаторах Cisco.
8. Основні команди діагностики роботи протоколу маршрутизації OSPF на маршрутизаторах Cisco.