

# **Лабораторна робота № 10**

## **НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **ЗМІННИХ СТАТИЧНИХ МАРШРУТІВ**

#### **У МЕРЕЖІ НА БАЗІ МАРШРУТИЗАТОРІВ CISCO**

*Мета заняття:* ознайомитися з особливостями функціонування та налагодження змінних статичних маршрутів для резервування основних статичних маршрутів при налагодженні статичної маршрутизації на обладнанні Cisco; отримати практичні навички налагодження, моніторингу та діагностування роботи статичної маршрутизації при застосуванні змінних статичних маршрутів у мережі, побудованій на базі маршрутизаторів Cisco; дослідити особливості функціонування механізму змінних статичних маршрутів у побудованій мережі.

#### **Теоретичні відомості**

##### *Змінні статичні маршрути*

Класична статична маршрутизація з одного боку має перевагу у стабільності встановленого фіксованого маршруту передачі даних, а з іншого боку має і суттєвий недолік – при виході з ладу встановленого маршруту навіть при наявності альтернативних маршрутів втрачається можливість передачі даних з метою усунення цієї проблеми був розроблений один з механізмів резервування маршрутів – механізм змінних статичних маршрутів. Цей механізм базується на використанні пріоритетів методів і протоколів маршрутизації.

Змінний (плаваючий) статичний маршрут (Floating Static Route) – це маршрут, значення пріоритету якого більше ніж значення адміністративної відстані іншого статичного маршруту (або маршруту, отриманого за допомогою певного протоколу динамічної маршрутизації). Фактично змінний статичний маршрут є резервним маршрутом, який активується для використання при виході з ладу основного маршруту. Спочатку змінний статичний маршрут не міститься у таблиці маршрутизації і передача пакетів здійснюється з використанням основного маршруту. Після виходу з ладу основного маршруту резервний змінний статичний маршрут вноситься до таблиці маршрутизації і передача трафіку продовжується. Після

відновлення основного маршруту змінний статичний маршрут з таблиці маршрутизації вилючається і знову переводиться у резервний стан.

Як правило, змінні статичні маршрути застосовуються для резервування основних статичних маршрутів до мереж призначення. Можливе їх застосування для резервування маршрутів, що отримані за допомогою протоколів динамічної маршрутизації. Приклад застосування змінного статичного маршруту наведено на рис. 1.

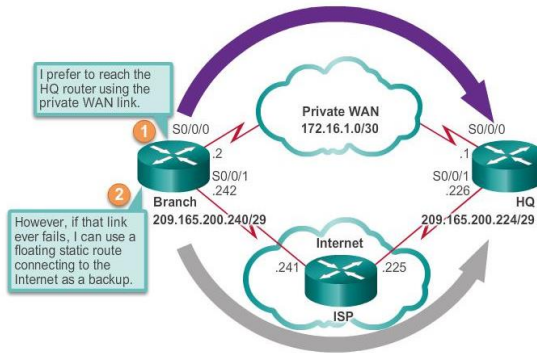


Рис. 1.1. Приклад застосування змінного статичного маршруту

Варто відмітити, що використання механізму змінних статичних маршрутів, як засобу резервування, має важливу перевагу над протоколами динамічної маршрутизації. У протоколі динамічної маршрутизації при виході з ладу основного маршруту, як правило, необхідний певний час для визначення нового маршруту і внесення запису про нього у таблицю маршрутизації. Змінний статичний маршрут вноситься у таблицю маршрутизації відразу ж після виявлення факту виходу з ладу основного маршруту. Аналогічно відбувається перехід на основний маршрут і відключення змінного статичного маршруту.

Також варто відмітити, що на каналах, що постійно активуються/деактивуються можлива активація змінного статичного маршруту без потреби.

### *Адміністративна відстань*

Маршрутизатори Cisco, як і маршрутизатори інших виробників, підтримують можливість одночасного функціонування на одному пристрої кількох протоколів (методів) маршрутизації. Для вибору протоколу маршрутизації застосовується механізм пріоритетів. За допомогою пріоритету встановлюється перевага маршруту, визначеного за допомогою одного методу чи протоколу над маршрутом, визначеним іншим методом чи протоколом. Метод/протокол, якому призначений найменший пріоритет обирається як найкращий для вибору маршруту. Решта протоколів (методів) можуть застосовуватися відповідно до значень їх пріоритетів за зростанням.

Виробники маршрутизаторів для позначення пріоритету протоколу (методу) маршрутизації ввели власні спеціальні терміни. Компанія Cisco Systems застосовує термін „Адміністративна відстань” (AD, Administrative Distance), компанії Juniper Networks та Huawei Technologies – термін „Преференційне значення” (PV, Preference Value), компанія Extreme Networks – термін „Відносний пріоритет маршруту” (RRP, Relative Route Priority). Значення адміністративних відстаней Cisco за замовчуванням (Default AD) для основних протоколів маршрутизації наведені у табл. 1. Значення пріоритетів протоколів (методів) маршрутизації інших виробників можна знайти у технічній документації.

Таблиця 1.1

**Адміністративні відстані Cisco за замовчуванням**

Джерело даних про маршрут (Route source)	Адміністративна відстань за замовчуванням (Default AD)
Безпосередньо підключена мережа (інтерфейс)	0
Статичний маршрут	1
Сумарний маршрут EIGRP	5
Зовнішній BGP	20
Внутрішній EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
Протокол зовнішнього шлюзу EGP	140
ODR	160

Зовнішній EIGRP	170
Внутрішній BGP	200
Невідоме джерело	255*

*Примітка:* \* маршрут з таким значенням ніколи не буде застосовуватися

### ***Порядок налагодження статичної маршрутизації та змінних статичних маршрутів на маршрутизаторах Cisco***

Налагодження функціонування статичної маршрутизації та змінних статичних маршрутів складається з таких етапів:

1. Активувати використання маршрутизації на маршрутизаторі (необов'язково для протоколу IP версії 4, обов'язково для протоколу IP версії 6).

2. Додати статичний маршрут (статичні маршрути) у таблицю маршрутизації пристрою (обов'язково).

3. Внести змінний статичний маршрут (змінні статичні маршрути) у конфігурацію пристрою (обов'язково).

4. Встановити підхід, який буде використовуватися при IP-адресації (класовий/безкласовий) (необов'язково).

### ***Команди налагодження статичної маршрутизації та змінних статичних маршрутів на маршрутизаторах Cisco***

Для додавання у таблицю маршрутизації як статичних маршрутів, так і змінних статичних маршрутів використовується команда **ip route**. Відміна дії команди – **no ip route**.

Синтаксис команди **ip route** (режим глобального конфігурування):

**ip route destination-network-IP-address network-mask [outgoing-interface | next-hop-IP-address] [dhcp] [distance] [name next-hop-name] [permanent | track number] [tag tag],**

де **destination-network-IP-address** – IP-адреса мережі призначення (у десятковому записі), яка вноситься в таблицю маршрутизації;

**network-mask** – маска мережі, записана у звичайній формі;

**outgoing-interface** – інтерфейс виходу (тип інтерфейсу та його номер), через який буде пересилатися пакет, що призначений віддаленій мережі; при використанні цього параметра стандартна адміністративна відстань для маршруту дорівнює 0; цей параметр реко-

менується використовувати для двоточкових послідовних каналів зв'язку; для широкомовних середовищ (зокрема, Ethernet) рекомендується зазначити адресу наступного переходу;

**next-hop-IP-address** – IP-адреса наступного переходу, тобто IP-адреса інтерфейсу безпосередньо підключеного сусіднього маршрутизатора, через який буде пересилатися пакет; при використанні цього параметра стандартна адміністративна відстань для маршруту дорівнює 1;

**dhcp** – службова конструкція, використання якої дає змогу DHCP-серверу розсилати статичний маршрут як маршрут за замовчуванням;

**distance** – адміністративна відстань. Може набувати значень від 1 до 255. За замовчуванням статичний маршрут має значення адміністративної відстані 1. Якщо використати інше значення, то можна змінити поведінку статичного маршруту;

**name next-hop-name** – присвоєння текстової назви маршруту;

**permanent** – ознака постійності маршруту. При виключенні інтерфейсу маршрутизатора або у разі виходу з ладу каналу зв'язку до сусіднього маршрутизатора (чи інших проблем зв'язку) запис про статичний маршрут із таблиці маршрутизації автоматично видаляється. Коли ж зазначена ознака постійності, то запис про маршрут у таблиці маршрутизації зберігається незалежно від стану інтерфейсу чи каналу зв'язку;

**track number** – ключове слово, яке пов'язує з маршрутом об'єкт стеження. Діапазон значень **number** змінюється від 1 до 500;

**tag tag** – ключове слово, яке дає змогу задати значення **tag**, що буде використовуватися для зіставлення маршруту з картами маршрутів. Це корисно для керування перерозподілом маршрутів.

Для додавання у таблицю маршрутизації маршрутів за замовчуванням використовується спрощений варіант команди **ip route** – команда **ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ...** Використання саме таких адреси мережі та маски пов'язане з особливостями опрацювання пакетів маршрутизатором.

*Діагностика роботи маршрутизатора  
при використанні статичної маршрутизації  
та змінних статичних маршрутів*

Діагностика роботи маршрутизатора, на якому використовується статична маршрутизація та змінні статичні маршрути, проводиться за допомогою команди перегляду таблиці маршрутизації **show ip route**, команд перегляду поточної і стартової конфігурації маршрутизатора **show running-config** та **show startup-config**, команд діагностики роботи маршрутів **ping**, **traceroute** та їх модифікацій.

Синтаксис команди **show ip route** (привілейований режим):

**show ip route** [*destination-network-IP-address* [*network-mask*] [*longer-prefixes*] | *protocol* [*process-id*] | **list** [*access-list-number* | *access-list-name*],

де *destination-network-IP-address* – IP-адреса мережі (у десятковому записі), про яку необхідно отримати інформацію з таблиці маршрутизації;

*network-mask* – маска мережі, записана у звичайній формі;

**longer-prefixes** – ключове слово, яке вказує, що необхідно вивести інформацію про маршрути, які мають префікс, більший ніж *destination-network-IP-address network-mask*;

*protocol* – назва протоколу або методу маршрутизації, про який необхідно вивести маршрутну інформацію; може набувати стандартних значень, таких як **bgp**, **connected**, **eigrp**, **ospf**, **rip**, **static**; також може вказуватися назва мережі або вузла;

*process-id* – номер процесу для вказаного протоколу маршрутизації;

**list** – ключове слово, яке використовується для виведення інформації, що відфільтрована списком доступу;

*access-list-number* – номер списку доступу;

*access-list-name* – назва списку доступу.

## **Модельний приклад налагодження резервування статичних маршрутів за допомогою змінних статичних маршрутів у мережі на базі маршрутизаторів Cisco**

Розглянемо специфіку налагодження резервування статичних маршрутів за допомогою змінних статичних маршрутів для мережі, зображеної на рис. 2. Для спрощення побудови мережі та налаштувань локальна підмережа А представлена лише однією робочою станцією. Аналогічно представлені локальні підмережі D, E.

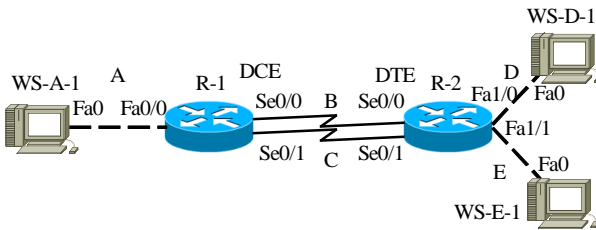


Рис. 2. Приклад мережі

При побудові даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 2. Для налагодження параметрів адресації пристроїв використано дані табл. 3.

Таблиця 2

**Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу**

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa0/0	Робоча станція WS-A-1	Fa0
	Se0/0 (DCE)	Маршрутизатор R-2	Se0/0 (DTE)
	Se0/1 (DCE)		Se0/1 (DTE)
Маршрутизатор R-2	Se0/0 (DTE)	Маршрутизатор R-1	Se0/0 (DCE)
	Se0/1 (DTE)		Se0/1 (DCE)
	Fa0/0	Робоча станція WS-D-1	Fa0
	Fa0/1	Робоча станція WS-E-1	Fa0
Робоча станція WS-A-1	Fa0	Маршрутизатор R-1	Fa0/0
Робоча станція WS-D-1	Fa0	Маршрутизатор R-2	Fa0/0
Робоча станція WS-E-1	Fa0		Fa0/1

## Параметри адресації мережі

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.1.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа В	–	195.2.1.0	255.255.255.252	/30
Підмережа С	–	195.3.1.0	255.255.255.252	/30
Підмережа D	–	195.4.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа E	–	195.5.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	195.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Інтерфейс Se0/0	195.2.1.1	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Se0/1	195.3.1.1	255.255.255.252	/30
Маршрутизатор R-2	Інтерфейс Se0/0	195.2.1.2	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Se0/1	195.3.1.2	255.255.255.252	/30
	Інтерфейс Fa0/0	195.4.1.254	255.255.255.0	/24
	Інтерфейс Fa0/1	195.5.1.254	255.255.255.0	/24
Робоча станція WS-A-1	Мережний адаптер	195.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-D-1	Мережний адаптер	195.4.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.4.1.254	–	–
Робоча станція WS-E-1	Мережний адаптер	195.5.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	195.5.1.254	–	–

Сценарії налагодження параметрів інтерфейсів та параметрів адресації для маршрутизаторів R-1, R-2 наведені нижче.

...

**R-1>enable**

**R-1#configure terminal**

**R-1(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R-1(config-if)#description LAN-A**

**R-1(config-if)#ip address 195.1.1.254 255.255.255.0**

**R-1(config-if)#no shutdown**

**R-1(config-if)#exit**

**R-1(config)#interface Serial 0/0**

**R-1(config-if)#description LINK1-TO-R-2**

**R-1(config-if)#clock rate 64000**



```
R-1(config-if)#ip address 195.2.1.1 255.255.255.252
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#exit
R-1(config)#interface Serial 0/1
R-1(config-if)#description LINK2-TO-R-2
R-1(config-if)#clock rate 64000
R-1(config-if)#ip address 195.3.1.1 255.255.255.252
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#exit
R-1(config)#exit
R-1#
...
...
R-2>enable
R-2#configure terminal
R-2(config)#interface FastEthernet 0/0
R-2(config-if)#description LAN-D
R-2(config-if)#ip address 195.4.1.254 255.255.255.0
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#interface FastEthernet 0/1
R-2(config-if)#description LAN-E
R-2(config-if)#ip address 195.5.1.254 255.255.255.0
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#interface Serial 0/0
R-2(config-if)#description LINK1-TO-R-1
R-2(config-if)#ip address 195.2.1.2 255.255.255.252
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#interface Serial 0/1
R-2(config-if)#description LINK2-TO-R-1
R-2(config-if)#ip address 195.3.1.2 255.255.255.252
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#
R-2#
...
```

Сценарії налагодження статичної маршрутизації та резервних статичних змінних маршрутів для маршрутизаторів R-1, R-2 наведені нижче. У даних сценаріях передбачається, що на обох пристроях основним маршрутом буде маршрут через інтерфейси Serial 0/0, а резервним маршрутом – маршрут через інтерфейси Serial 0/1. Значення адміністративної відстані для змінних статичних маршрутів дорівнює 5.

```
...
R-1(config)#ip route 195.4.1.0 255.255.255.0 Serial 0/0
R-1(config)#ip route 195.5.1.0 255.255.255.0 Serial 0/0
R-1(config)#ip route 195.4.1.0 255.255.255.0 Serial 0/1 5
R-1(config)#ip route 195.5.1.0 255.255.255.0 Serial 0/1 5
...

...
R-2(config)#ip route 195.1.1.0 255.255.255.0 Serial 0/0
R-2(config)#ip route 195.1.1.0 255.255.255.0 Serial 0/1 5
...
```

Результати виконання налаштувань статичної маршрутизації та резервних статичних змінних маршрутів за даними сценаріями для маршрутизаторів R-1, R-2 відповідно наведені на рис. 3–4.

```
R-1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
C    195.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    195.2.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
     195.2.1.0 is directly connected, Serial0/0
C    195.3.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
     195.3.1.0 is directly connected, Serial0/1
S    195.4.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
S    195.5.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
R-1#
```

Рис. 3. Виконання команди **show ip route** на маршрутизаторі R-1

```

R-2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
S    195.1.1.0/24 is directly connected, Serial10/0
     195.2.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
C     195.2.1.0 is directly connected, Serial10/0
     195.3.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
C     195.3.1.0 is directly connected, Serial10/1
C     195.4.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C     195.5.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R-2#

```

Рис. 4. Виконання команди **show ip route** на маршрутизаторі R-2

Перевірка доступності робочих станцій WS-D-1 та WS-E-1 з робочої станції WS-A-1 виконана за допомогою команди **tracert**. Результати виконання цієї команди наведені на рис. 5 а, б. Вони свідчать про те, що передача здійснюється по основному маршруту.

```

C:\>tracert 195.4.1.1
Трассировка маршрута к 195.4.1.1 с максимальным числом прыжков 30
 1    62 ms    62 ms    64 ms  195.1.1.254
 2   166 ms   193 ms   192 ms  195.2.1.2
 3   310 ms   385 ms   325 ms  195.4.1.1
Трассировка завершена.
C:\>

```

a)

```

C:\>tracert 195.5.1.1
Трассировка маршрута к 195.5.1.1 с максимальным числом прыжков 30
 1    62 ms    62 ms    64 ms  195.1.1.254
 2   166 ms   194 ms   192 ms  195.2.1.2
 3   316 ms   388 ms   329 ms  195.5.1.1
Трассировка завершена.
C:\>

```

б)

Рис. 5. Приклад перевірки доступності та трасування маршруту від робочої станції WS-A-1 до робочих станцій WS-D-1 та WS-E-1 за допомогою команди **tracert**

Для перевірки функціонування змінних статичних маршрутів змодельована ситуація виходу з ладу основного маршруту (за рахунок відключення інтерфейсу Serial 0/0 на маршрутизаторі R-1). Результати цієї перевірки наведено на рис. 6 – 8. Вони свідчать про те, що передача здійснюється по резервному маршруту.

```
R-1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
C     195.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
     195.3.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       195.3.1.0 is directly connected, Serial0/1
S    195.4.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
S    195.5.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
R-1#
```

Рис. 6. Виконання команди **show ip route** на маршрутизаторі R-1

```
R-2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
S    195.1.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
     195.3.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       195.3.1.0 is directly connected, Serial0/1
C     195.4.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C     195.5.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R-2#
```

Рис. 7. Виконання команди **show ip route** на маршрутизаторі R-2

```
C:\>tracert 195.4.1.1
Трасировка маршрута к 195.4.1.1 с максимальным числом прыжков 30
 1  62 ms  62 ms  64 ms  195.1.1.254
 2 166 ms 193 ms 192 ms 195.3.1.2
 3 310 ms 385 ms 325 ms 195.4.1.1
Трасировка завершена.
C:\>
```

a)

```
C:\>tracert 195.5.1.1
Трасировка маршрута к 195.5.1.1 с максимальным числом прыжков 30
 1  62 ms  62 ms  64 ms  195.1.1.254
 2 166 ms 194 ms 192 ms 195.3.1.2
 3 316 ms 388 ms 329 ms 195.5.1.1
Трасировка завершена.
C:\>
```

б)

Рис. 8. Приклад перевірки доступності та трасування маршруту від робочої станції WS-A-1 до робочих станції WS-D-1 та WS-E-1 за допомогою команди **tracert**

## Завдання на лабораторну роботу

1. У середовищі програмного симулятора/емулятора створити проект мережі (рис. 9). При побудові звернути увагу на вибір моделей комутаторів та маршрутизаторів, мережних модулів та адаптерів, а також мережних з'єднань. Різновиди технологій Ethernet для підмереж А, В, С, D, H, O, P обираються довільно. Під час формування каналів E, F, G скористатися даними табл. 4. Підключені локальні мережі (А, В, D, H, O, P) можна показувати як за допомогою одного вузла, так і за допомогою повноцінної мережі на базі окремого комутатора з кількома вузлами. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 2.

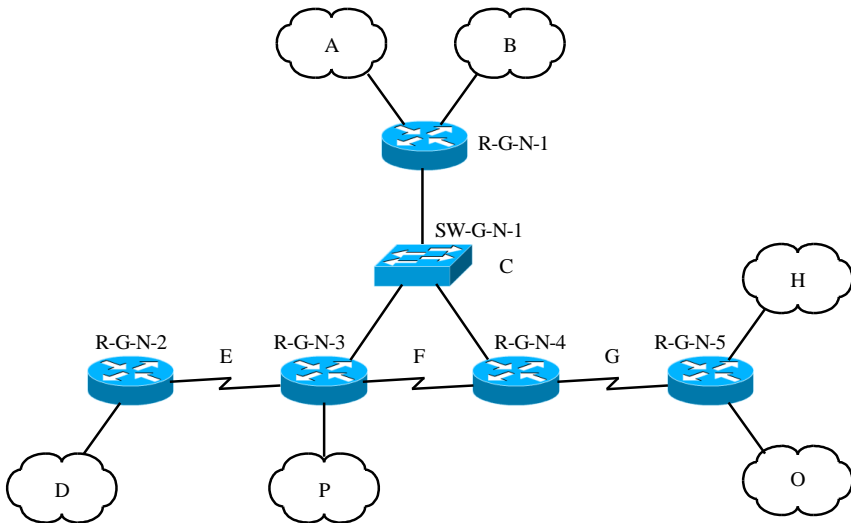


Рис. 9. Проект мережі

2. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього використовувати дані табл. 5, 6. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 2.

3. Визначити, який метод маршрутизації (статичну чи за замовчуванням) використовувати на кожному маршрутизаторі. Визначити інформацію про відомі і невідомі кожному маршрутизатору мережі. Проаналізувати можливості сумаризації підмереж. Результати (у т.ч. і сумаризації) навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 3.

4. Провести базове налагодження пристроїв, інтерфейсів та каналів зв'язку (за даними табл. 4). Провести налагодження параметрів IP-адресації пристроїв мережі відповідно до даних, які отримані у п. 2. Перевірити наявність зв'язку між сусідніми парами пристроїв мережі.

5. Налагодити маршрутизацію на кожному із маршрутизаторів мережі відповідно до даних, які отримані у п. 3.

6. Дослідити процеси передачі даних між вузлами віддалених підмереж. У разі відсутності зв'язку визначити проблеми та усунути їх.

7. Визначити між якими парами маршрутизаторів варто побудувати додаткові фізичні канали зв'язку для забезпечення більшого рівня надійності мережі. Навести обґрунтування прийнятого рішення.

8. Побудувати на налаштувати резервні канали зв'язку. Передбачити, що кожен резервний канал зв'язку це окрема IP-мережа. За потреби внести зміни в таблиці з'єдань та адресації.

9. Визначити на яких маршрутизаторах побудованої мережі для підвищення рівня надійності функціонування можна застосувати змінні статичні маршрути.

10. Налагодити змінні статичні маршрути на маршрутизаторах відповідно до даних, які отримані у п. 7-9.

11. Дослідити функціонування змінних статичних маршрутів у побудованій мережі.

Таблиця 4

## Параметри підмереж (каналів зв'язку)

№ варіанта	Канал E		Канал F		Канал G	
	Clock rate, біт/с	DCE	Clock rate, біт/с	DCE	Clock rate, біт/с	DCE
1	9600	R-G-N-2	500000	R-G-N-3	72000	R-G-N-4
2	1000000	R-G-N-2	800000	R-G-N-3	500000	R-G-N-5
3	38400	R-G-N-2	1000000	R-G-N-4	64000	R-G-N-5
4	250000	R-G-N-2	1300000	R-G-N-4	128000	R-G-N-4
5	64000	R-G-N-3	2000000	R-G-N-3	250000	R-G-N-4
6	128000	R-G-N-3	1000000	R-G-N-3	800000	R-G-N-5
7	125000	R-G-N-3	19200	R-G-N-4	128000	R-G-N-4
8	128000	R-G-N-3	2000000	R-G-N-4	19200	R-G-N-5
9	148000	R-G-N-2	56000	R-G-N-3	2000000	R-G-N-4
10	250000	R-G-N-2	19200	R-G-N-3	1000000	R-G-N-5
11	500000	R-G-N-2	9600	R-G-N-4	500000	R-G-N-5
12	800000	R-G-N-2	1000000	R-G-N-4	800000	R-G-N-4
13	1000000	R-G-N-3	38400	R-G-N-3	1000000	R-G-N-4
14	1300000	R-G-N-3	250000	R-G-N-3	1300000	R-G-N-5
15	2000000	R-G-N-3	64000	R-G-N-4	2000000	R-G-N-4
16	1000000	R-G-N-3	128000	R-G-N-4	1000000	R-G-N-5
17	19200	R-G-N-2	125000	R-G-N-3	19200	R-G-N-4
18	2000000	R-G-N-2	128000	R-G-N-3	2000000	R-G-N-5
19	56000	R-G-N-2	148000	R-G-N-4	56000	R-G-N-5
20	19200	R-G-N-2	250000	R-G-N-4	19200	R-G-N-4
21	72000	R-G-N-3	72000	R-G-N-3	9600	R-G-N-4
22	500000	R-G-N-3	500000	R-G-N-3	1000000	R-G-N-5
23	64000	R-G-N-3	64000	R-G-N-4	38400	R-G-N-4
24	128000	R-G-N-3	128000	R-G-N-4	250000	R-G-N-5
25	250000	R-G-N-2	250000	R-G-N-3	64000	R-G-N-4
26	800000	R-G-N-2	800000	R-G-N-3	128000	R-G-N-5
27	128000	R-G-N-2	128000	R-G-N-4	125000	R-G-N-5
28	19200	R-G-N-2	19200	R-G-N-4	128000	R-G-N-4
29	2000000	R-G-N-3	2000000	R-G-N-3	148000	R-G-N-4

30	1000000	R-G-N-3	1000000	R-G-N-3	250000	R-G-N-5
----	---------	---------	---------	---------	--------	---------



Таблиця 5

## Дані для адресації підмереж

№ варіанта	Підмережа А		Підмережа В		Підмережа С		Підмережа D		Підмережа Е	
	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс
1	193.G.N.0	/25	193.G.N.128	/25	194.G.N.0	/29	195.G.N.0	/24	196.G.N.0	/30
2	193.G.N.0	/26	193.G.N.64	/26	194.G.N.8	/29	195.G.N.0	/25	196.G.N.4	/30
3	193.G.N.128	/26	193.G.N.192	/26	194.G.N.16	/29	195.G.N.0	/26	196.G.N.8	/30
4	193.G.N.0	/27	193.G.N.32	/27	194.G.N.24	/29	195.G.N.0	/27	196.G.N.12	/30
5	193.G.N.64	/27	193.G.N.96	/27	194.G.N.32	/29	195.G.N.0	/28	196.G.N.16	/30
6	193.G.N.128	/27	193.G.N.160	/27	194.G.N.40	/29	195.G.N.0	/24	196.G.N.20	/30
7	193.G.N.192	/27	193.G.N.224	/27	194.G.N.48	/29	195.G.N.0	/25	196.G.N.24	/30
8	193.G.N.0	/28	193.G.N.16	/28	194.G.N.56	/29	195.G.N.0	/26	196.G.N.28	/30
9	193.G.N.32	/28	193.G.N.48	/28	194.G.N.64	/29	195.G.N.0	/27	196.G.N.32	/30
10	193.G.N.64	/28	193.G.N.80	/28	194.G.N.72	/29	195.G.N.0	/28	196.G.N.36	/30
11	193.G.N.96	/28	193.G.N.112	/28	194.G.N.0	/28	195.G.N.0	/24	196.G.N.40	/30
12	193.G.N.128	/28	193.G.N.144	/28	194.G.N.16	/28	195.G.N.0	/25	196.G.N.44	/30
13	193.G.N.160	/28	193.G.N.176	/28	194.G.N.32	/28	195.G.N.0	/26	196.G.N.48	/30
14	193.G.N.192	/28	193.G.N.208	/28	194.G.N.48	/28	195.G.N.0	/27	196.G.N.52	/30
15	193.G.N.224	/28	193.G.N.240	/28	194.G.N.64	/28	195.G.N.0	/28	196.G.N.56	/30
16	193.G.N.0	/25	193.G.N.128	/25	194.G.N.80	/28	195.G.N.0	/24	196.G.N.60	/30
17	193.G.N.0	/26	193.G.N.64	/26	194.G.N.96	/28	195.G.N.0	/25	196.G.N.64	/30
18	193.G.N.128	/26	193.G.N.192	/26	194.G.N.112	/28	195.G.N.0	/26	196.G.N.68	/30
19	193.G.N.0	/27	193.G.N.32	/27	194.G.N.128	/28	195.G.N.0	/27	196.G.N.72	/30
20	193.G.N.64	/27	193.G.N.96	/27	194.G.N.0	/27	195.G.N.0	/28	196.G.N.76	/30
21	193.G.N.128	/27	193.G.N.160	/27	194.G.N.32	/27	195.G.N.0	/24	196.G.N.80	/30
22	193.G.N.192	/27	193.G.N.224	/27	194.G.N.64	/27	195.G.N.0	/25	196.G.N.84	/30
23	193.G.N.0	/28	193.G.N.16	/28	194.G.N.96	/27	195.G.N.0	/26	196.G.N.88	/30
24	193.G.N.32	/28	193.G.N.48	/28	194.G.N.128	/27	195.G.N.0	/27	196.G.N.92	/30
25	193.G.N.64	/28	193.G.N.80	/28	194.G.N.160	/27	195.G.N.0	/28	196.G.N.96	/30
26	193.G.N.96	/28	193.G.N.112	/28	194.G.N.192	/27	195.G.N.0	/24	196.G.N.4	/30
27	193.G.N.128	/28	193.G.N.144	/28	194.G.N.224	/27	195.G.N.0	/25	196.G.N.24	/30
28	193.G.N.160	/28	193.G.N.176	/28	194.G.N.0	/26	195.G.N.0	/26	196.G.N.44	/30
29	193.G.N.192	/28	193.G.N.208	/28	194.G.N.64	/26	195.G.N.0	/27	196.G.N.64	/30
30	193.G.N.224	/28	193.G.N.240	/28	194.G.N.128	/26	195.G.N.0	/28	196.G.N.84	/30

Таблиця 6

## Дані для адресації підмереж

№ варіанта	Підмережа F		Підмережа G		Підмережа H		Підмережа O		Підмережа P	
	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс
1	197.G.N.0	/30	198.G.N.8	/30	199.G.N.0	/27	199.G.N.32	/27	200.G.N.0	/24
2	197.G.N.20	/30	198.G.N.28	/30	199.G.N.64	/27	199.G.N.96	/27	200.G.N.0	/25
3	197.G.N.40	/30	198.G.N.48	/30	199.G.N.128	/27	199.G.N.160	/27	200.G.N.0	/26
4	197.G.N.60	/30	198.G.N.68	/30	199.G.N.192	/27	199.G.N.224	/27	200.G.N.0	/27
5	197.G.N.80	/30	198.G.N.88	/30	199.G.N.0	/28	199.G.N.16	/28	200.G.N.0	/28
6	197.G.N.4	/30	198.G.N.12	/30	199.G.N.32	/28	199.G.N.48	/28	200.G.N.0	/24
7	197.G.N.24	/30	198.G.N.32	/30	199.G.N.64	/28	199.G.N.80	/28	200.G.N.0	/25
8	197.G.N.44	/30	198.G.N.52	/30	199.G.N.96	/28	199.G.N.112	/28	200.G.N.0	/26
9	197.G.N.64	/30	198.G.N.72	/30	199.G.N.128	/28	199.G.N.144	/28	200.G.N.0	/27
10	197.G.N.84	/30	198.G.N.92	/30	199.G.N.160	/28	199.G.N.176	/28	200.G.N.0	/28
11	197.G.N.8	/30	198.G.N.16	/30	199.G.N.192	/28	199.G.N.208	/28	200.G.N.0	/24
12	197.G.N.28	/30	198.G.N.36	/30	199.G.N.224	/28	199.G.N.240	/28	200.G.N.0	/25
13	197.G.N.48	/30	198.G.N.56	/30	199.G.N.0	/25	199.G.N.128	/25	200.G.N.0	/26
14	197.G.N.68	/30	198.G.N.76	/30	199.G.N.0	/26	199.G.N.64	/26	200.G.N.0	/27
15	197.G.N.88	/30	198.G.N.96	/30	199.G.N.128	/26	199.G.N.192	/26	200.G.N.0	/28
16	197.G.N.12	/30	198.G.N.16	/30	199.G.N.0	/27	199.G.N.32	/27	200.G.N.0	/24
17	197.G.N.32	/30	198.G.N.36	/30	199.G.N.64	/27	199.G.N.96	/27	200.G.N.0	/25
18	197.G.N.52	/30	198.G.N.56	/30	199.G.N.128	/27	199.G.N.160	/27	200.G.N.0	/26
19	197.G.N.72	/30	198.G.N.76	/30	199.G.N.192	/27	199.G.N.224	/27	200.G.N.0	/27
20	197.G.N.92	/30	198.G.N.96	/30	199.G.N.0	/26	199.G.N.64	/26	200.G.N.0	/28
21	197.G.N.16	/30	198.G.N.0	/30	199.G.N.32	/28	199.G.N.48	/28	200.G.N.0	/24
22	197.G.N.36	/30	198.G.N.20	/30	199.G.N.64	/28	199.G.N.80	/28	200.G.N.0	/25
23	197.G.N.56	/30	198.G.N.40	/30	199.G.N.96	/28	199.G.N.112	/28	200.G.N.0	/26
24	197.G.N.76	/30	198.G.N.60	/30	199.G.N.128	/28	199.G.N.144	/28	200.G.N.0	/27
25	197.G.N.96	/30	198.G.N.80	/30	199.G.N.160	/28	199.G.N.176	/28	200.G.N.0	/28
26	197.G.N.16	/30	198.G.N.4	/30	199.G.N.192	/28	199.G.N.208	/28	200.G.N.0	/24
27	197.G.N.36	/30	198.G.N.24	/30	199.G.N.224	/28	199.G.N.240	/28	200.G.N.0	/25
28	197.G.N.56	/30	198.G.N.44	/30	199.G.N.0	/25	199.G.N.128	/25	200.G.N.0	/26
29	197.G.N.76	/30	198.G.N.64	/30	199.G.N.0	/26	199.G.N.64	/26	200.G.N.0	/27
30	197.G.N.96	/30	198.G.N.84	/30	199.G.N.128	/26	199.G.N.192	/26	200.G.N.0	/28

## Контрольні питання

1. Поняття адміністративної відстані.
2. Адміністративні відстані за замовчуванням для напряму підключених мереж, статичних маршрутів та маршрутів за замовчуванням.
3. Поняття змінного статичного маршруту.
4. Застосування змінного статичного маршруту.
5. Переваги застосування змінних статичних маршрутів.
6. Недоліки застосування змінних статичних маршрутів.
7. Синтаксис команди **ip route** при формуванні змінного статичного маршруту.
8. Команди діагностики роботи змінних статичних маршрутів на маршрутизаторах Cisco.
- 9.