

## **Практична робота 13**

# **НАЛАШТУВАННЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖ ВІРТУАЛЬНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ МЕРЕЖАМИ**

Мета заняття: ознайомитися з особливостями функціонування та налагодження роботи технології VLAN на основі групування портів та транкових протоколів на обладнанні Cisco; отримати практичні навички налагодження, моніторингу та діагностування роботи VLAN, побудованих з використанням групування портів та транкових протоколів у мережі, побудованій на базі обладнання Cisco; дослідити процес роботи технологій VLAN на основі групування портів та транкових протоколів та процеси передачі даних у побудованій мережі.

## **Теоретичні відомості**

### **Способи організації маршрутизації між віртуальними локальними мережами**

У практиці побудови мереж Ethernet з використанням технології віртуальних локальних мереж використовуються два основних способи організації VLAN: групування портів; групування портів та використання транкового протоколу. При цьому прийнято використовувати підхід, за якого у кожній із створених VLAN функціонує окрема IP-мережа. Для забезпечення взаємодії між такими IP-мережами необхідно використовувати засоби мережевого рівня моделі OSI – маршрутизатори або комутатори 3-го рівня. Така взаємодія у професійній сфері отримала назву Inter-VLAN Routing (маршрутизація між VLAN).

Якщо використовується групування портів, то підключення кожної VLAN вимагає наявності у маршрутизаторі окремого інтерфейсу для її обслуговування.

Відповідно чим більше VLAN задіяно у процесі міжмережевого обміну, тим більше інтерфейсів повинен мати маршрутизатор. Така схема отримала назву «Legacy Inter-VLAN Routing». Налаштування інтерфейсів маршрутизатора у такому випадку достатньо просте і здійснюється за звичайним сценарієм. Недоліком даного способу є потреба у великій кількості інтерфейсів у маршрутизаторі. Це відповідно викликає необхідність налаштування, діагностики та контролю функціонування великої кількості каналів зв'язку.

Якщо використовується групування портів та транковий протокол, то взаємодія між VLAN організовується по одному каналу зв'язку, що з'єднує комутатор і маршрутизатор та функціонує у транковому режимі. Така схема отримала назву «Router-on-the-Stick Inter-VLAN Routing» («Маршрутизатор на паличці»). Як транковий у сучасній практиці побудови мереж використовується протокол 802.1Q. Для обладнання Cisco можливе використання застарілого фірмового транкового протоколу ISL. Але сам виробник не рекомендує його використовувати.

Налаштування маршрутизатора у випадку групування портів та використання транкового протоколу має певні особливості. Зокрема, передбачається формування на фізичному інтерфейсі спеціальних логічних інтерфейсів, які називають підінтерфейсами. Саме ці підінтерфейси налагоджують для опрацювання інформації з різних VLAN. По суті логічний підінтерфейс обслуговує певну VLAN. Серед множини тегованих кадрів, отриманих фізичним інтерфейсом, підінтерфейс розпізнає кадри з власним ідентифікатором VLAN, опрацьовує ці кадри для подальшої пересилки пакета на інший інтерфейс або підінтерфейс. При отриманні пакета для передачі у певну VLAN підінтерфейс інкапсулює пакет з урахуванням тегу VLAN у новий кадр і з використанням засобів фізичного інтерфейсу передає його у середовище.

## **Рекомендації стосовно підвищення рівня захищеності мереж, побудованих з використанням технологій VLAN**

Багатьма виробниками обладнання розроблені базові рекомендації, що стосуються підвищення рівня захищеності комутуваних мереж, які побудовані з використанням технологій VLAN. Часто ці рекомендації є комплексними і враховують використання і інших технологій та протоколів. Рекомендації щодо застосування VLAN, розроблені фірмою Cisco, є наступними:

1. Відключити всі незадіяні порти/інтерфейси комутатора та помістити їх у VLAN, що не використовується.
2. Використовувати як VLAN керування пристроєм нестандартну VLAN (будь-яку VLAN, окрім Default VLAN – VLAN 1, що створюється за замовчуванням).
3. Не використовувати VLAN 1 для будь-яких операцій.
4. Налаштувати всі порти/інтерфейси комутатора, до яких підключені кінцеві користувачі, як порти/інтерфейси доступу (вимкнути функціонування протоколу DTP на цих портах).
5. Точно (недвозначно) налаштувати параметри транкових інфраструктурних портів/інтерфейсів.
6. Завжди використовувати призначені ідентифікатори (номери) VLAN для всіх транкових портів/інтерфейсів.
7. Налаштувати тегування для Native VLAN на транкових каналах та налаштувати відкидання нетегованих кадрів.
8. Встановити стан порта/інтерфеса за замовчуванням як відключений.

## **Порядок налагодження VLAN на основі групування портів та транкових протоколів на комутаторі Cisco**

Порядок налагодження віртуальної локальної мережі на базі комутатора Cisco при використанні групування портів та транкового протоколу 802.1Q згідно з рекомендаціями виробника є таким:

1. Створити віртуальну локальну комп'ютерну мережу (обов'язково).
2. Вказати назву для створеної віртуальної локальної комп'ютерної мережі (необов'язково).
3. Для обраного інтерфейсу/порту доступу (або групи інтерфейсів/портів) вказати тип – інтерфейс/порт доступу (необов'язково).
4. Для обраного інтерфейсу/порту доступу (або групи інтерфейсів/портів) вказати належність до створеної віртуальної локальної комп'ютерної мережі (обов'язково).
5. Для обраного транкового інтерфейсу/порту (або групи інтерфейсів/портів) вказати тип – транковий інтерфейс/порт (обов'язково).
6. Для обраного транкового інтерфейсу/порту налагодити додаткові параметри транкового каналу (необов'язково).
7. Для обраного транкового інтерфейсу/порту налагодити додаткові параметри передачі кадрів (заборонені і дозволені VLAN, native VLAN тощо) (необов'язково).

## **Команди налагодження маршрутизації між віртуальними локальними мережами на комутаторах та маршрутизаторах Cisco**

Налагодження VLAN на основі групування портів та транкових протоколів на комутаторах Cisco є досить складним процесом, який передбачає використання досить великої кількості операцій адміністрування. Водночас цей процес вимагає від адміністратора чіткого розуміння фізичної і логічної структури мережі та акуратного виконання команд налагодження. Дуже

важливим є питання правильного налагодження ліній доступу та транкових (магістральних) каналів. Особливістю налагодження транкових каналів на комутаторах Cisco є використання на транкових портах/інтерфейсах фірмового протоколу канального рівня DTP (Dynamic Trunking Protocol). Основне призначення цього протоколу – проведення переговорів про налагодження транкового каналу та транкового протоколу, що буде використовуватися (ISL чи 802.1Q). На більшості сучасних комутаторів Cisco протокол ISL не застосовується, а за замовчуванням встановлюється протокол 802.1Q.

Для створення VLAN на комутаторі Cisco застосовується команда **vlan**. Зазначення імені VLAN здійснюється за допомогою команди **name**. Встановлення відповідних режимів, налагодження належності портів до відповідних VLAN та налагодження параметрів транкових каналів здійснюється командами, що похідні від команди **switchport**.

Налагодження інтерфейса/порта комутатора як інтерфейсу/порту доступу здійснюється за допомогою команди **switchport mode access**, відповідно налагодження інтерфейса/порта комутатора як транкового інтерфейсу /порту – за допомогою команди **switchport mode trunk**. Розширеним аналогом команди **switchport mode access** є команда **switchport host**, яка також дає можливість вказати тип інтерфейсу/порту доступу, але окрім цього активує використання на інтерфейсі/порті функції Spanning-tree Portfast та деактивує використання даного інтерфейсу/порту як складової агрегованого каналу.

Команда **switchport access vlan** застосовується для зазначення номера VLAN, до якої належить інтерфейс/порт. Ця команда також дає змогу автоматично створити нову VLAN і включити до цієї VLAN інтерфейс/порт, на якому вона виконана.

Налагодження режиму для транкового каналу здійснюється за допомогою команди **switchport mode dynamic**. Комбінації режимів інтерфейсів, за яких

увімкнеться транковий протокол і транковий канал стане активним, наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Комбінації режимів для активації транкового каналу

Режим на поточному інтерфейсі	Режим на віддаленому інтерфейсі		
	<b>on (trunk)</b>	<b>dynamic auto</b>	<b>dynamic desirable</b>
<b>on (trunk)</b>	+	+	+
<b>dynamic auto</b>	+	–	+
<b>dynamic desirable</b>	+	+	+

Якщо виникає потреба налагодити транковий канал без використання протоколу DTP (наприклад, якщо один із пристроїв, що входять до складу каналу не є пристроєм Cisco), у парі з командою **switchport mode trunk** застосовується команда **switchport nonegotiate**. Результатом роботи цих команд є те, що канал активується, а повідомлення протоколу DTP не пересилаються. Команда **switchport trunk** дає змогу здійснювати специфічне налагодження транкового каналу, наприклад, дозволити передачу кадрів одних VLAN і заборонити передачу кадрів інших. Команда **switchport priority** дає змогу встановлювати пріоритети для кадрів, що належать різним VLAN. Команда **switchport native vlan** застосовується для встановлення певної VLAN, як Native VLAN – VLAN, кадри якої не тегуються при передачі через транковий канал.

Відміна дії вищезгаданих команд – використання форми **no**. Синтаксис розглянутих команд та режими їх застосування наведено нижче.

Синтаксис команди **vlan** (режим глобального конфігурування):

```
vlan vlan-id,
```

де **vlan-id** – ідентифікатор (номер) VLAN, може зазначатися в межах від 1 до 4094, для мереж Ethernet типове використання у діапазоні від 2 до 1001.

Синтаксис команди **name** (режим конфігурування VLAN):

```
name text-string,
```

де ***text-string*** – текстова назва VLAN; якщо текстова назва VLAN явно не зазначається, то система автоматично встановлює назву вигляду VLANDDDD, де DDDD – чотирицифровий десятковий номер VLAN.

Синтаксис команди **switchport access vlan** (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport access vlan {vlan-id | dynamic},
```

де ***vlan-id*** – ідентифікатор VLAN;

**dynamic** – параметр, який зазначає, що належність інтерфейсу/порту до VLAN визначається динамічно (за MAC-адресою), шляхом запиту до сервера VMPS (VLAN Membership Policy Server).

Синтаксис команди **switchport mode** (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport mode {access | dynamic {auto | desirable} |  
                trunk},
```

де ***access*** – зазначає тип інтерфейсу/порту – інтерфейс/порт доступу;

**trunk** – зазначає тип інтерфейсу/порту – транковий інтерфейс/порт та активує стан trunk (відповідає значенню on);

**dynamic** – встановлення переговорного режиму для транкового інтерфейсу, може доповнюватися значенням auto або desirable; за замовчуванням встановлюється dynamic auto;

**auto** – інтерфейс/порт знаходиться в автоматичному режимі і буде переведений у стан trunk, як тільки інтерфейс на іншому кінці знаходиться у режимі on або desirable;

**desirable** – інтерфейс/порт готовий перейти у стан trunk залежно від стану інтерфейсу на іншому кінці каналу.

Синтаксис команди **switchport nonegotiate** (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport nonegotiate.
```

Команда не має параметрів.

Синтаксис команди **switchport trunk** (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport trunk {allowed vlan vlan-list | native vlan  
vlan-id | pruning vlan vlan-list},
```

де **allowed vlan** – службова конструкція, за допомогою якої створюється список дозволених VLAN, для яких транковий інтерфейс може пересилати та отримувати трафік у тегованій формі; за замовчуванням *vlan-list* для цієї конструкції дорівнює *all*; *vlan-list* у цьому випадку не може дорівнювати *none*;

**native vlan** – службова конструкція, за допомогою якої створюється список VLAN, для яких транковий інтерфейс може пересилати і отримувати трафік у нетегованій формі;

**pruning vlan** – службова конструкція, за допомогою якої створюється список VLAN, для яких транковий інтерфейс активований для підтримки режиму VTP-pruning; *vlan-list* у цьому випадку не може дорівнювати *all*;

**vlan-list** – може набувати значень, що наведені нижче; деякі з цих значень доповнюються параметрами ідентифікаторів VLAN IDs:

**vlan-atom** – список ідентифікаторів VLAN (наприклад, 10-20; 10-30,35-40);

**add** – додати окрему VLAN або групу VLAN за списком;

**all** – додати всі VLAN;

**except** – виключити окрему VLAN або групу VLAN за списком;

**none** – пустий список;

**remove** – виключити VLAN зі списку

Синтаксис команди **switchport native** (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport native vlan vlan-id,
```

де **vlan-id** – ідентифікатор VLAN.



Налагодження маршрутизації між віртуальними локальними мережами на маршрутизаторі Cisco при використанні протоколу 802.1q передбачає для інтерфейсів Ethernet створення логічних підінтерфейсів та налагодження інкапсуляції 802.1q. Для створення логічних підінтерфейсів використовується команда **interface**, для налагодження інкапсуляції – команда **encapsulation dot1q**.

Синтаксис команди **interface** (режим глобального конфігурування):

```
interface interface-type interface-id.subinterface-id,
```

де **interface-type** – тип інтерфейсу (порту), може набувати значень **Ethernet**, **FastEthernet**, **GigabitEthernet**, **Port-channel**;

**interface-id** – ідентифікатор інтерфейсу (порту), може мати одночислове позначення **number** (номер порту), або двочислове позначення **module/number** (номер модуля/номер порту);

**subinterface-id** – ідентифікатор підінтерфейсу (порту), число у десятковій формі з діапазону 0–4294967295.

Створювати логічний підінтерфейс можна за допомогою команди **interface** як у режимі глобального конфігурування, так і у режимі конфігурування інтерфейсу Ethernet.

Синтаксис команди **encapsulation dot1q** (режим конфігурування підінтерфейсу Ethernet):

```
encapsulation dot1q vlan-id
```

```
[native | second-dot1q {vlan-list | any},
```

де **dot1q** – службова конструкція, за допомогою якої вказується, що виконується інкапсуляція згідно зі стандартом 802.1q;

**vlan-id** – ідентифікатор (номер) VLAN, може зазначатися у межах від 1 до 4094, для мереж Ethernet характерне використання у діапазоні від 2 до 1001;

**native** – параметр, який вказує, що поточну VLAN використовувати як VLAN типу native;

**second-dot1q** – параметр, який вказує, що поточний інтерфейс налаштовується для підтримки стандарту Q-in-Q;

**vlan-list** – список внутрішніх VLAN вигляду 100-200,422,500-550;

**any** – параметр, який вказує всі внутрішні VLAN, що не налагоджені на інших підінтерфейсах.

Необхідно зазначити, що на комутаторах Cisco можна створювати, модифікувати і видаляти VLAN у спеціальному режимі – режимі конфігурування VLAN, перехід до якого здійснюється командою **vlan database**. Але цей варіант налагодження має певні обмеження і виробник не рекомендує його застосовувати.

### Команди моніторингу та діагностики роботи VLAN

Для перегляду параметрів налагоджень VLAN на комутаторах Cisco застосовуються як команди загального призначення, так і спеціалізовані команди. Серед команд загального призначення можна виділити такі команди: **show interfaces**, **show mac-address-table**, **show running-config**, **show startup-config**. Перелік спеціалізованих команд **show**, необхідних для моніторингу та діагностики роботи VLAN на основі групування портів та транкових протоколів, є відносно невеликим і включає в себе команди **show vlan**, **show interfaces switchport**, **show interfaces trunk** та їх модифікації.

Повний перелік спеціалізованих команд моніторингу та діагностики роботи VLAN наведений у табл. 2.

Таблиця 2 – Перелік команд show діагностики роботи VLAN на комутаторах

Команда	Призначення
<b>show vlan</b>	Виведення всієї інформації про VLAN та їх параметри
<b>show vlan brief</b>	Виведення інформації про VLAN у скороченому вигляді
<b>show vlan id <i>vlan-id</i></b>	Виведення інформації про VLAN за її ідентифікатором (номером)
<b>show vlan name <i>vlan-name</i></b>	Вивести інформацію про VLAN за її назвою

<b>show vlan summary</b>	Виведення сумарної інформації про кількість створених VLAN, кількість VLAN із розширеного діапазону, кількість VTP VLAN.
<b>show interfaces switchport</b>	Виведення інформації про налагодження параметрів VLAN для всіх інтерфейсів/портів
<b>show interfaces <i>interface-type interface-id</i> switchport</b>	Виведення інформації про налагодження параметрів VLAN для певного інтерфейсу/порту
<b>show interfaces trunk</b>	Виведення інформації про транкові канали та їх параметри
<b>show interfaces vlan <i>vlan-id</i></b>	Виведення інформації про параметри інтерфейсу певної VLAN. Інтерфейс повинен бути попередньо створений

### Приклад налагодження маршрутизації між віртуальними локальними мережами на обладнанні Cisco з використанням групування портів та транкового протоколу 802.1Q

Розглянемо специфіку налагодження Inter-VLAN Routing на обладнанні Cisco з використанням групування портів та транкового протоколу 802.1Q для мережі, схема якої наведена на рис. 1.

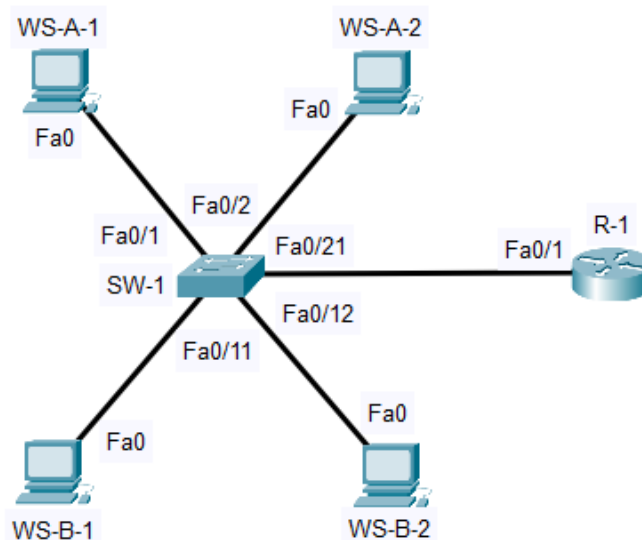


Рисунок 1 – Приклад мережі

Для даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 3. Для налагодження параметрів адресації використано дані табл. 4.

Таблиця 3 – Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Канал	Інтерфейси	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсів	№ VLAN
Комутатор SW-1	Канал підключення PC	Fa0/1	Робоча станція WS-A-1	Fa0	10
	Канал підключення PC	Fa0/2	Робоча станція WS-A-2	Fa0	10
	...	...	...	...	...
	Канал підключення PC	Fa0/11	Робоча станція WS-B-1	Fa0	20
	Канал підключення PC	Fa0/12	Робоча станція WS-B-2	Fa0	20
	...	...	...	...	...
	Транковий канал зв'язку між пристроями для VLAN 10 та VLAN 20	Fa0/21	Маршрутизатор R-1	Gi0/0/0	–
	...	...	...	...	...
Маршрутизатор R-1	Транковий канал зв'язку між пристроями для VLAN 10 та VLAN 20	Gi0/0/0	Комутатор SW-1	Fa0/21	–
Робоча станція WS-A-1	Канал підключення PC	Fa0	Комутатор SW-1	Fa0/1	10
Робоча станція WS-A-2	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/2	10
Робоча станція WS-B-1	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/11	20
Робоча станція WS-B-2	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/12	20

Таблиця 4 – Параметри адресації мережі

Мережа / Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска	Префікс
Підмережа А	–	193.1.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа В	–	194.1.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-1	Підінтерфейс Gi0/0/0.10	193.1.1.254	255.255.255.0	/24
	Підінтерфейс Gi0/0/0.20	194.1.1.254	255.255.255.0	/24
Робоча станція WS-A-1	Мережевий адаптер	193.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	193.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-A-2	Мережевий адаптер	193.1.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	193.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-B-1	Мережевий адаптер	194.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	194.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-B-2	Мережевий адаптер	194.1.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	194.1.1.254	–	–

Сценарії створення VLAN, налагодження належності портів до певних VLAN та транкового каналу для комутатора SW-1, а також налагодження транкового каналу для маршрутизатора R-1 наведені нижче. Результати виконання основних команд діагностики для даного сценарію наведено нижче.

...

```

SW-1>enable
SW-1#configure terminal
SW-1(config)#vlan 10
SW-1(config-vlan)#name LAN-A-VLAN10
SW-1(config-vlan)#exit
SW-1(config)#interface range FastEthernet 0/1-10
SW-1(config-if-range)#switchport mode access
SW-1(config-if-range)#switchport access vlan 10
SW-1(config-if-range)#exit
SW-1(config)#vlan 20
SW-1(config-vlan)#name LAN-B-VLAN20
SW-1(config-vlan)#exit
SW-1(config)#interface range FastEthernet 0/11-20

```

```

SW-1(config-if-range)#switchport mode access
SW-1(config-if-range)#switchport access vlan 20
SW-1(config-if-range)#exit
SW-1(config)#interface FastEthernet 0/21
SW-1(config-if)#switchport mode trunk
SW-1(config-if)#switchport nonegotiate
SW-1(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
SW-1(config-if)#exit
SW-1(config)#
...
...
R-1>enable
R-1#configure terminal
R-1(config)# interface FastEthernet 0/1
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#interface FastEthernet 0/1.10
R-1(config-subif)#encapsulation dot1q 10
R-1(config-subif)#ip address 193.1.1.254 255.255.255.0
R-1(config-subif)#exit
R-1(config-if)#interface FastEthernet 0/1.20
R-1(config-subif)#encapsulation dot1q 20
R-1(config-subif)#ip address 194.1.1.254 255.255.255.0
R-1(config-subif)#exit
R-1(config-if)#
...

```

Результати виконання основних команд діагностики для даного сценарію наведено нижче.

```

R-1#show interface GigabitEthernet 0/0/0.10
GigabitEthernet0/0/0.10 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is PQUICC_FEC, address is 0060.4778.7101 (bia 0060.4778.7101)
Internet address is 193.1.1.254/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID 10
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last clearing of "show interface" counters never

```

```

R-1#show interface GigabitEthernet 0/0/0.20
GigabitEthernet0/0/0.20 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is PQUICC_FEC, address is 0060.4778.7101 (bia 0060.4778.7101)
  Internet address is 194.1.1.254/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID 20
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
  Last clearing of "show interface" counters never

```

```
SW-1#show vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default Gig0/1	active	Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
10 LAN-A-VLAN10	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
20 LAN-B-VLAN20 Fa0/14 Fa0/18	active	Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/19, Fa0/20
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Transl	Trans2
1	enet	100001	-	-	-	-	-	0	0
10	enet	100010	-	-	-	-	-	0	0
20	enet	100020	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	-	-	-	ibm	-	0	0

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Transl	Trans2
1	enet	100001	-	-	-	-	-	0	0
10	enet	100010	-	-	-	-	-	0	0
20	enet	100020	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	-	-	-	ibm	-	0	0

```
SW-1#show vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default Gig0/1	active	Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
10 LAN-A-VLAN10	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
20 LAN-B-VLAN20 Fa0/14	active	Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18
1002 fddi-default	active	Fa0/19, Fa0/20
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

```
SW-1#show interfaces FastEthernet 0/21 switchport
```

```
Name: Fa0/21
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: 10,20
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Protected: false
Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
```



```

SW-1#show interfaces trunk
Port      Mode      Encapsulation  Status      Native vlan
Fa0/21    on        802.1q         trunking    1

Port      Vlans allowed on trunk
Fa0/21    10,20

Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa0/21    10,20

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/21    10,20

```

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-A-1 з маршрутизатора R-1 наведено нижче.

```

R-1#ping 193.1.1.1

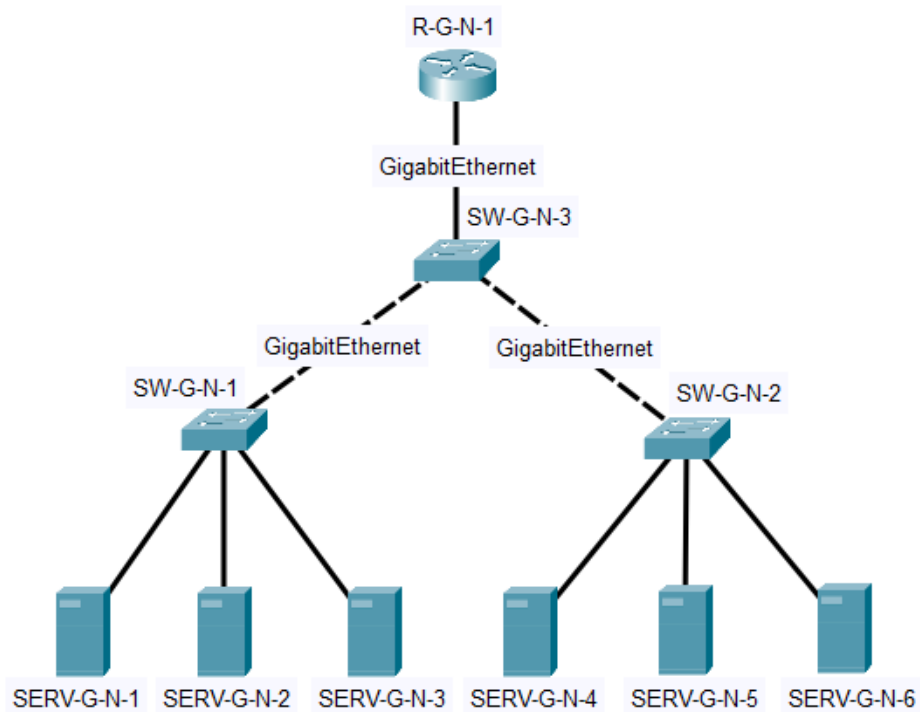
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 193.1.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

```

### Хід роботи

1. В середовищі Cisco Packet Tracer створити проект мережі (рис. 2). Для реалізації SW-G-N-1 та SW-G-N-2 використати моделі Catalyst 2960, а для реалізації SW-G-N-3 використати модель PT-Empty, попередньо встановивши туди необхідну кількість портів типу CGE (Cooper Gigabit Ethernet). Для реалізації R-G-N-1 рекомендується вибрати ISR 2911, або будь-який інший наявності як мінімум двох інтерфейсів Gigabit Ethernet. З'єднання між SW-G-N-3 та SW-G-N-1 і SW-G-N-2 та між SW-G-N-3 та R-G-N-1 має бути виконано через Gigabit Ethernet порти, як показано на схемі. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 3.

Підключити SERV-G-N-1 – SERV-G-N-6 до портів SW-G-N-1 – SW-G-N-2 щоб вони потрапили у VLAN відповідно до номеру варіанту (табл. 5 та табл. 6).



Примітка: на схемі замість літери G вказати номер групи, замість N – номер варіанту

Рисунок 2 – Схема мережі

Таблиця 5 – Розподіл портів комутаторів

№ варіанту	SW-G-N-1			SW-G-N-2		
	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
1	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
2	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
3	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
4	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
5	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
6	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
7	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
8	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
9	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
10	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
11	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
12	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
13	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
14	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
15	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24

16	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
17	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
18	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
19	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
20	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
21	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
22	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
23	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
24	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
25	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
26	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
27	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
28	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
29	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
30	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
31	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
32	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
33	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
34	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
35	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
36	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
37	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
38	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
39	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
40	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
41	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
42	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
43	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
44	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
45	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
46	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
47	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
48	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
49	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
50	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
51	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
52	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
53	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7

54	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
55	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24
56	1-4	5-7	8-12	5-7	8-12	1-4
57	13-16	17-20	21-24	17-20	21-24	13-16
58	8-12	1-4	5-7	8-12	1-4	5-7
59	17-20	21-24	5-7	21-24	13-16	17-20
60	8-12	1-4	13-16	8-12	5-7	21-24

Таблиця 6 – Розподіл серверів по локальних мережах

№ варіанту	SERV-G-N-1	SERV-G-N-2	SERV-G-N-3	SERV-G-N-4	SERV-G-N-5	SERV-G-N-6
1	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
2	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
3	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
4	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
5	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
6	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
7	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
8	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
9	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
11	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
12	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
13	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
14	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
15	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
16	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
17	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
18	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
19	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
20	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
21	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
22	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
23	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
24	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
25	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
26	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30

27	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
28	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
29	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
30	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
31	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
32	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
33	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
34	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
35	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
36	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
37	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
38	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
39	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
40	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
41	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
42	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
43	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
44	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
45	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
46	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
47	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
48	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
49	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
50	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
51	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
52	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
53	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
54	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
55	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20
56	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30
57	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10
58	VLAN30	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN20
59	VLAN10	VLAN20	VLAN30	VLAN20	VLAN30	VLAN10
60	VLAN20	VLAN30	VLAN10	VLAN30	VLAN10	VLAN20

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

3. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними табл. 5, 6 та 7. Призначити IP адреси серверам, використовуючи першу і другу доступну адреси та маску 255.255.255.0. Останню доступну адресу призначити відповідному підінтерфейсу R-G-N-1. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 4.

Таблиця 7 – Розподіл IP-адрес

№ варіанту	VLAN10	VLAN20	VLAN30
1	172.30.42.0/24	172.30.43.0/24	172.30.44.0/24
2	10.14.43.0/24	10.14.44.0/24	10.14.45.0/24
3	192.168.44.0/24	192.168.45.0/24	192.168.46.0/24
4	172.31.45.0/24	172.31.46.0/24	172.31.47.0/24
5	172.16.19.0/24	172.16.20.0/24	172.16.21.0/24
6	10.22.18.0/24	10.22.19.0/24	10.22.20.0/24
7	10.7.22.0/24	10.7.23.0/24	10.7.24.0/24
8	192.168.20.0/24	192.168.21.0/24	192.168.22.0/24
9	172.23.21.0/24	172.23.22.0/24	172.23.23.0/24
10	10.15.46.0/24	10.15.47.0/24	10.15.48.0/24
11	172.24.24.0/24	172.24.25.0/24	172.24.26.0/24
12	10.8.25.0/24	10.8.26.0/24	10.8.27.0/24
13	192.168.100.0/24	192.168.101.0/24	192.168.102.0/24
14	172.20.15.0/24	172.20.16.0/24	172.20.17.0/24
15	10.5.16.0/24	10.5.17.0/24	10.5.18.0/24
16	192.168.17.0/24	192.168.18.0/24	192.168.19.0/24
17	172.18.6.0/24	172.18.7.0/24	172.18.8.0/24
18	10.2.7.0/24	10.2.8.0/24	10.2.9.0/24
19	192.168.8.0/24	192.168.9.0/24	192.168.10.0/24
20	172.19.9.0/24	172.19.10.0/24	172.19.11.0/24
21	10.3.10.0/24	10.3.11.0/24	10.3.12.0/24
22	192.168.11.0/24	192.168.12.0/24	192.168.13.0/24
23	172.20.12.0/24	172.20.13.0/24	172.20.14.0/24
24	10.4.13.0/24	10.4.14.0/24	10.4.15.0/24
25	192.168.14.0/24	192.168.15.0/24	192.168.16.0/24
26	172.16.48.0/24	172.16.49.0/24	172.16.50.0/24

27	10.16.49.0/24	10.16.50.0/24	10.16.51.0/24
28	192.168.23.0/24	192.168.24.0/24	192.168.25.0/24
29	172.17.3.0/24	172.17.4.0/24	172.17.5.0/24
30	10.0.1.0/24	10.0.2.0/24	10.0.3.0/24
31	192.168.50.0/24	192.168.51.0/24	192.168.52.0/24
32	192.168.2.0/24	192.168.3.0/24	192.168.4.0/24
33	10.1.4.0/24	10.1.5.0/24	10.1.6.0/24
34	192.168.47.0/24	192.168.48.0/24	192.168.49.0/24
35	172.25.27.0/24	172.25.28.0/24	172.25.29.0/24
36	10.9.28.0/24	10.9.29.0/24	10.9.30.0/24
37	192.168.5.0/24	192.168.6.0/24	192.168.7.0/24
38	172.26.30.0/24	172.26.31.0/24	172.26.29.0/24
39	10.10.31.0/24	10.10.30.0/24	10.10.29.0/24
40	192.168.26.0/24	192.168.27.0/24	192.168.28.0/24
41	172.27.33.0/24	172.27.34.0/24	172.27.35.0/24
42	10.11.34.0/24	10.11.35.0/24	10.11.36.0/24
43	192.168.29.0/24	192.168.30.0/24	192.168.31.0/24
44	172.28.36.0/24	172.28.37.0/24	172.28.38.0/24
45	10.12.37.0/24	10.12.38.0/24	10.12.39.0/24
46	192.168.32.0/24	192.168.33.0/24	192.168.34.0/24
47	172.29.39.0/24	172.29.40.0/24	172.29.41.0/24
48	10.13.40.0/24	10.13.41.0/24	10.13.42.0/24
49	192.168.35.0/24	192.168.36.0/24	192.168.37.0/24
50	172.21.35.0/24	172.21.36.0/24	172.21.37.0/24
51	10.15.46.0/24	10.15.47.0/24	10.15.48.0/24
52	192.168.47.0/24	192.168.48.0/24	192.168.49.0/24
53	172.25.27.0/24	172.25.28.0/24	172.25.29.0/24
54	10.9.28.0/24	10.9.29.0/24	10.9.30.0/24
55	10.15.46.0/24	10.15.47.0/24	10.15.48.0/24
56	192.168.47.0/24	192.168.48.0/24	192.168.49.0/24
57	172.16.48.0/24	172.16.49.0/24	172.16.50.0/24
58	10.16.49.0/24	10.16.50.0/24	10.16.51.0/24
59	10.0.1.0/24	10.0.2.0/24	10.0.3.0/24
60	192.168.50.0/24	192.168.51.0/24	192.168.52.0/24

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

5. На кожному комутаторі налаштувати віртуальні мережі VLAN10, VLAN20 та VLAN30. Ввести до VLAN10, VLAN20 та VLAN30 порти відповідно номеру варіанту. Забезпечити можливість передачі даних між різними віртуальними мережами через маршрутизатор.

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