

Лабораторна робота № 1

ОСНОВИ РОБОТИ

З МЕРЕЖНИМИ ПРИСТРОЯМИ CISCO З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ АДРЕСАЦІЇ IPv4 ТА IPv6

Мета заняття: Ознайомитися з основами роботи з мережними пристроями Cisco, вивчити принципи налаштування та діагностики інтерфейсів маршрутизаторів і комутаторів Cisco із використанням технологій адресації IPv4 та IPv6. Освоїти базові команди Cisco IOS для налаштування мережних інтерфейсів, перевірки їх працездатності та усунення можливих проблем у мережевій інфраструктурі.

Теоретичні відомості

Мережні інтерфейси та кабельні з'єднання Ethernet

Мережний інтерфейс (Network Interface) – фізичний (або віртуальний) пристрій, призначений для передавання даних у мережу та приймання даних із мережі. Мережний інтерфейс Ethernet – це фізичний пристрій, який є складовою кінцевого або проміжного вузла мережі. Цей інтерфейс забезпечує фізичне підключення вузла до середовища передачі даних та проводить інформаційний обмін з іншими вузлами мережі. Мережний інтерфейс Ethernet є пристроєм, що виконує функції фізичного і канального (MAC-підрівень) рівнів моделі OSI. Стосовно стеку TCP/IP мережний інтерфейс Ethernet є пристроєм, що виконує функції рівня мережних інтерфейсів. Прикладами мережних інтерфейсів Ethernet є мережні адаптери/плати робочих станцій та серверів, порти комутаторів або точок доступу, мережні інтерфейси, плати та модулі маршрутизаторів тощо.

Відповідно до функцій рівнів моделі OSI мережний інтерфейс Ethernet фактично розглядається як сукупність фізичного і логічного інтерфейсів. Фізичний інтерфейс забезпечує фізичне підключення до середовища передачі даних та вирішує питання передавання/приймання сигналів. Логічний інтерфейс забезпечує опрацювання сукупності сигналів як повідомлень певного формату.

Згідно зі стандартом (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2014 „Standard for Ethernet”) для побудови кабельних з'єднань мереж Ethernet можуть застосовуватися такі фізичні середовища передачі даних, як коаксія-

льний кабель, вита пара, волоконно-оптичний кабель. У сучасній практиці побудови мереж коаксіальний кабель є застарілим середовищем і майже не застосовується. Вита пара є основним середовищем, що застосовується для підключень пристроїв, які знаходяться на невеликих відстанях (до 100 м) один від одного. У сучасних мережах застосовується вита пара категорії 5e і вище. Волоконно-оптичний кабель є основним середовищем, що застосовується для підключень на великі відстані (сотні метрів і більше). У сучасних мережах застосовується як одномодовий, так і багатомодовий волоконно-оптичний кабель.

Для технологій Ethernet, які як середовище передачі даних застосовують 8-провідникову виту пару (Ethernet 10Base-T, Fast Ethernet 100Base-TX, Gigabit Ethernet 1000Base-T тощо) основним фізичним рознімом є 8-контактний рознім, відомий під назвою RJ-45 (Registered Jack). У деяких джерелах замість позначення RJ-45 рекомендується застосовувати більш коректне позначення 8P8C (8 Position 8 Contact). Зовнішній вигляд 8-позиційних модульної вилки та гнізда розніму RJ-45 наведено на рис. 1.

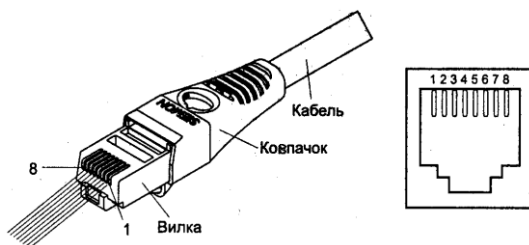


Рис. 1. Модульна вилка та гніздо розніму RJ-45

Слід зазначити, що гнізда розніму RJ-45 мережних адаптерів та комунікаційних пристроїв для забезпечення коректного використання полярності сигналів поділяються на два види:

- гнізда RJ-45 MDI (Media Dependent Interface);
- гнізда RJ-45 MDIX (Media Dependent Interface Xover= Crossover).

Призначення контактів та сигналів розніму RJ-45 технологій Ethernet 10Base-T, Fast Ethernet 100Base-TX та Gigabit Ethernet 1000Base-T для гнізд MDI/MDIX наведено у табл. 1. Типові гнізда розніму RJ-45 найпоширеніших мережних пристроїв Ethernet наведені у табл. 2.

Таблиця 1

Контакти та сигнали розніму RJ-45

Контакт	Технології 10Base-T/100Base-TX		Технологія 1000Base-T	
	MDI	MDIX	MDI	MDIX
1	Tx+ (Передавання+)	Rx+ (Приймання+)	BI_DA+	BI_DB+
2	Tx- (Передавання-)	Rx- (Приймання-)	BI_DA-	BI_DB-
3	Rx+ (Приймання+)	Tx+ (Передавання+)	BI_DB+	BI_DA+
4	Не задіяний	Не задіяний	BI_DC+	BI_DD+
5	Не задіяний	Не задіяний	BI_DC-	BI_DD-
6	Rx- (Приймання-)	Tx- (Передавання-)	BI_DB-	BI_DA-
7	Не задіяний	Не задіяний	BI_DD+	BI_DC+
8	Не задіяний	Не задіяний	BI_DD-	BI_DC-

Таблиця 2

Типові гнізда пристроїв технологій Ethernet для розніму RJ-45

Пристрій	Гніздо	Пристрій	Гніздо
Мережний адаптер (NIC)	MDI	Повторювач (Repeater)	MDIX
Маршрутизатор (Router)	MDI	Концентратор (Hub)	MDIX
Точка доступу (Access Point)	MDI	Міст (Bridge)	MDIX
IP-Телефон (IP-Phone)	MDI	Комутатор (Switch)	MDIX
VoIP шлюз (VoIP Gateway)	MDI	DSL-модем (DSL-Modem)	MDIX
Мережний принтер (Network Printer)	MDI	Кабельний модем (TV Cable Modem)	MDIX

У багатьох моделях концентраторів та комутаторів наявні додаткові порти RJ-45 „Up-Link”, що призначені для з’єднання пристроїв між собою, підключення концентратора чи комутатора до маршрутизатора тощо. Порти „Up-Link” типово є портами MDI. У деяких старих моделях концентраторів та комутаторів один із звичайних портів RJ-45 (зазвичай перший або останній) також може бути портом „Up-Link”, у цьому разі переключення між MDI/MDIX для порту здійснюється фізично за допомогою перемикача.

У варіантах технології Ethernet 10Base-T та Fast Ethernet 100Base-TX для забезпечення передачі даних застосовуються дві з наявних чотирьох пар провідників. Кожна з пар є окремим симплексним каналом передачі. По одній із пар передача здійснюється в одному напрямку, по іншій – у протилежному. Разом вони формують дуплексний канал передачі. У технології Gigabit Ethernet

1000Base-T застосовуються всі чотири пари провідників. По кожній парі передача здійснюється у двох напрямках одночасно.

З метою з'єднання порту MDI одного пристрою з портом MDIX іншого пристрою застосовується прямий кабель Ethernet (Ethernet Straight-Through Cable). З метою з'єднання двох пристроїв, які мають однакові порти (MDI–MDI чи MDIX–MDIX), застосовується перехресний кабель Ethernet (Ethernet Crossover Cable). Схеми з'єднання контактів розніму RJ-45 прямого та перехресного кабелів для технологій Ethernet 10Base-T та Fast Ethernet 100Base-TX наведені на рис. 2, а та рис. 2, б відповідно. Мінімальна рекомендована стандартом довжина кабелю Ethernet – 0,5 м. Максимальна можлива довжина – 100 м. Допускається використання кабелів більшої довжини (на 10–15%), при цьому необхідно контролювати якість та втрати сигналу. Для зручності підключення до пристроїв із метою адміністрування розроблено модульний адаптер-перехідник (Ethernet Crossover Adapter), який дає змогу „перетворити” прямий кабель Ethernet у перехресний.

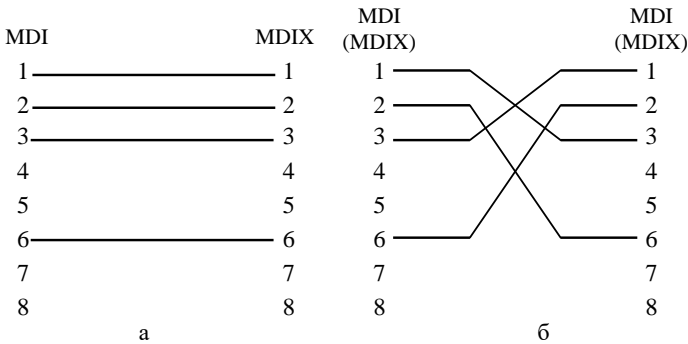


Рис. 2. Схеми кабелів Ethernet 10BaseT/ Fast Ethernet 100Base-TX:
а – прямий кабель; б – перехресний кабель

Вибір провідника витої пари за кольором для відповідного контакту вилок RJ-45 прямого чи перехресного кабелю Ethernet визначається вимогами стандарту побудови структурованих кабельних мереж у комерційних будівлях TIA-568 „Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Set”. У цьому стандарті описано два варіанти використання кольорів – так звані монтажні схеми (таблиці, „розкладки”) T568A та T568B. Параметри цих схем наведені у табл. 3. Найпоширенішою сьогодні є монтажна схема T568B.

Параметри монтажних схем T568A та T568B

Контакт	Монтажна схема T568A		Монтажна схема T568B	
	Колір: основний/смужки	Номер пари	Колір: основний/смужки	Номер пари
1	Білий/зелений	3 (Tip – прямий)	Білий/помаранчевий	2 (Tip – прямий)
2	Зелений	3 (Ring – зворотний)	Помаранчевий	2 (Ring – зворотний)
3	Білий/помаранчевий	2 (Tip)	Білий/зелений	3 (Tip)
4	Помаранчевий	1 (Ring)	Синій	1 (Ring)
5	Білий/синій	1 (Tip)	Білий/синій	1 (Tip)
6	Синій	2 (Ring)	Зелений	3 (Ring)
7	Білий/коричневий	4 (Tip)	Білий/коричневий	4 (Tip)
8	Коричневий	4 (Ring)	Коричневий	4 (Ring)

У багатьох сучасних мережних адаптерах, комутаторах та маршрутизаторах Ethernet на інтерфейсах RJ-45 підтримується функція автоматичного визначення полярності сигналів, що передаються по витій парі, відома як Auto-MDI. Функція Auto-MDI, залежно від того, прямий чи перехресний кабель Ethernet використано для підключення пристрою до комутатора, забезпечує автоматичне переведення інтерфейсу з MDI у MDIX і навпаки. У деяких моделях комутаторів реалізація функції Auto-MDI є ще більш інтелектуальною – дає змогу коректно передавати дані через кабелі, які мають некоректне з'єднання контактів.

Необхідно зазначити, що мережні інтерфейси технологій Ethernet 10Base-T, Fast Ethernet 100Base-TX, Gigabit Ethernet 1000Base-T, окрім підтримки автоматичного визначення полярності сигналів за допомогою функції Auto-MDI, також забезпечують автоматичне узгодження швидкостей і режимів передачі за допомогою функції Auto-Negotiation.

Основні команди налагодження параметрів інтерфейсів/портів комутатора Cisco

Інтерфейси комутатора Cisco з погляду адміністрування можна розділити на дві групи: фізичні інтерфейси та логічні (віртуальні) інтерфейси. Фізичні інтерфейси – це інтерфейси/порти відповідних технологій Ethernet. Логічні інтерфейси – це інтерфейси, які автоматично створені операційною системою Cisco IOS для виконання певних функцій, або інтерфейси, які створюються адміністратором із певною метою. Позначення і, в багатьох аспектах, налагодження фізичних інтерфейсів не залежить від того, чи є вони електричними, чи оптичними. Слід зазначити, що фізичні інтерфейси комутатора Cisco за замовчуванням є активними. Позначення інтерфейсів комутатора Cisco наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Інтерфейси (порти) комутаторів Cisco

Назва інтерфейсу	Опис інтерфейсу
Фізичні інтерфейси	
Ethernet	Класичний Ethernet, 10 Мбіт/с
FastEthernet	Fast Ethernet, 100 Мбіт/с
GigabitEthernet	Gigabit Ethernet, 1 Гбіт/с
TenGigabitEthernet	10 Gigabit Ethernet, 10 Гбіт/с
Логічні інтерфейси	
Vlan, SVI (Switched Virtual Interface)	Інтерфейс VLAN (Virtual LAN), на комутаторах автоматично створено vlan 1. До цієї VLAN за замовчуванням входять усі фізичні інтерфейси.
PortChannel	Інтерфейс агрегованого каналу зв'язку EtherChannel

Вибір інтерфейсу для налагодження здійснюється командою **interface**. Налагодження інтерфейсу комутатора передбачає зміну як фізичних параметрів роботи інтерфейсу (середовища, типу кабелю, швидкості, режиму), так і зміну параметрів функціонування певних мережних протоколів. Основними командами налагодження параметрів інтерфейсу є **description**, **media-type**, **mdix auto**, **duplex**, **speed**, **mac-address**, **shutdown** та деякі інші.

Команда **description** застосовується для зазначення текстового опису інтерфейсу. Цей опис полегшує аналіз конфігураційного файлу пристрою та аналіз результатів виведення діагностичної інформації певного інтерфейсу. За допомогою команди **media-type** здійснюється вибір типу середовища передачі. Команда **mdix auto** активує режим автоматичного визначення типу (прямий чи перех-

ресний) Ethernet-кабелю, що застосовується для підключення пристрою, та переключення у відповідний режим. За замовчуванням ця команда активована. Для того, щоб команда **mdix auto** працювала коректно, необхідно також, щоб швидкість і режим інтерфейсу визначалися автоматично. За допомогою команд **duplex** та **speed** можна змінити режим та швидкість передачі даних інтерфейсу. За замовчуванням встановлено автоматичне визначення цих параметрів. Команда **mac-address** застосовується для примусового призначення MAC-адреси інтерфейсу комутатора. Відключення інтерфейсу здійснюється за допомогою команди **shutdown**. Відміна дії вищезгаданих команд – використання форми **no**. Синтаксис розглянутих команд та режими їх застосування наведено нижче.

Можливе одночасне налагодження групи інтерфейсів. Для цього застосовується команда **interface range**. Для зручності роботи із групами інтерфейсів можливе застосування макросів. Створення макросу виконується командою **define interface-range**. Видалення – командою **no define interface-range**.

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

interface interface_type interface_id,

де **interface_type** – тип інтерфейсу (порту), може набувати значень **Ethernet**, **FastEthernet**, **GigabitEthernet**, **Port-channel**, **Vlan** та ін.;

interface_id – ідентифікатор інтерфейсу (порту), може мати однокислове позначення **number** (номер порту), або двочислове позначення **module/number** (номер модуля/номер порту).

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

interface range { port_range | macro macro_name },

де **port_range** – діапазон ідентифікаторів інтерфейсів (портів), що може формуватися як і з неперервної послідовності ідентифікаторів інтерфейсів, так і з окремих ідентифікаторів. Наприклад, **FastEthernet 0/1 – 0/10**, **FastEthernet 1/1**, **FastEthernet 2/1**;

macro – службова конструкція, за допомогою якої зазначається необхідність використання макросу;

macro_name – текстова назва макросу.

Синтаксис команди **define interface-range** (режим глобального конфігурування):

define interface-range macro_name port_range,

де *macro_name* – текстова назва макросу;

port_range – діапазон ідентифікаторів інтерфейсів (портів).

Синтаксис команди **description** (режим конфігурування інтерфейсу):

description text_line,

де *text_line* – тестовий рядок опису інтерфейсу (до 240 символів).

Синтаксис команди **duplex** (режим конфігурування інтерфейсу):

duplex { auto | full | half },

де **auto** – службова конструкція, за допомогою якої встановлюється автоматичний вибір режиму передачі;

full – службова конструкція, за допомогою якої встановлюється повнодуплексний режим передачі;

half – службова конструкція, за допомогою якої встановлюється напівдуплексний режим передачі.

Синтаксис команди **speed** (режим конфігурування інтерфейсу):

speed { 10 | 100 | 1000 | auto [10 | 100 | 1000] | nonegotiate },

де **10, 100, 1000** – фіксовані значення швидкості (Мбіт/с);

auto – службова конструкція, за допомогою якої встановлюється автоматичний вибір швидкості; якщо використовується форма **auto 10 (auto 100, auto 1000)**, порт веде переговори лише на цій швидкості;

nonegotiate – службова конструкція, за допомогою якої відключається режим автопереговорів про швидкість передачі.

Синтаксис команди **media-type** (режим конфігурування інтерфейсу):

media-type { auto-select | rj45 | sfp },

де **auto-select** – службова конструкція, за допомогою якої активується вибір середовища передачі (змінного інтерфейсного модуля); автоматичний вибір встановлений за замовчуванням;

rj45 – службова конструкція, за допомогою якої зазначається застосування змінного інтерфейсного модуля RJ-45;

sfp – службова конструкція, за допомогою якої зазначається застосування змінного інтерфейсного модуля SFP.

Синтаксис команди **mdix** (режим конфігурування інтерфейсу):

mdix auto.

Команда не має параметрів.

Синтаксис команди **mac-address** (режим конфігурування інтерфейсу):

mac-address hw_address,

де *hw_address* – MAC-адреса інтерфейсу у вигляді НННН.НННН.НННН; кожне число НННН має довжину 2 байти і записується у шістнадцятковій формі.

Основні команди діагностики параметрів інтерфейсів, параметрів адресації та процесу роботи комутатора Cisco

Для виведення діагностичної інформації про параметри фізичних та логічних інтерфейсів, результати налагоджень, уміст службових таблиць, процес роботи комутатора використовуються різні варіанти команд **show**. Перелік команд та їх призначення наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Перелік команд show, необхідних для діагностики процесу роботи комутатора Cisco

Команда	Призначення
show interfaces	Виведення деталізованої інформації про всі фізичні і логічні інтерфейси комутатора
show interface interface-type interface-id	Виведення деталізованої інформації про конкретний інтерфейс комутатора
show controllers ethernet-controller interface-type interface-id	Виведення деталізованої інформації про стан контролера конкретного інтерфейсу Ethernet
show controllers utilization	Виведення інформації про завантаження комутатора в цілому або окремого його порту
show version	Виведення інформації про фізичні параметри пристрою та параметри IOS

Основні команди налагодження параметрів інтерфейсів маршрутизатора Cisco

Вибір інтерфейсу маршрутизатора для налагодження виконується командою **interface**. Можливе одночасне налагодження групи інтерфейсів. Для цього використовується команда **interface range**. Слід нагадати, що за замовчуванням фізичні інтерфейси маршрутизатора знаходяться у відключеному стані, а логічні інтерфейси залежно від типу можуть знаходитися як у відключеному, так і включеному станах. Відключення інтерфейсу виконується командою **shutdown**, включення – командою **no shutdown**. Для налагодження параметрів інтерфейсів маршрутизатора, залежно від їх типу використовується достатньо великий набір команд. Більшість команд є загальними для всіх інтерфейсів, частина – характерними лише для інтерфейсів певних технологій.

Основними командами налаштування параметрів фізичного і каналного рівня для інтерфейсів маршрутизатора є команди: **arp**,

bandwidth, clock rate, delay, description, duplex, encapsulation, keepalive, ip, mac-address, mtu, speed. Відміна дії команд – використання форми **no**, або команда **default**.

Команда **arp** та її модифікації служать для обробки ARP-запитів та їх параметрів на інтерфейсі. Команда **bandwidth** служить для встановлення значення пропускної здатності, що використовується при обчисленні метрик маршрутів у протоколах маршрутизації, не встановлює швидкість передачі даних інтерфейсу і не впливає на фактичну швидкість передачі даних по каналу зв'язку. Команда **clock rate** служить для налаштування частоти тактових імпульсів на одному з пари інтерфейсів (типу DCE), що формують прямий двоточковий послідовний канал між двома маршрутизаторами (з'єднання типу нуль-модем). При підключенні маршрутизатора через DCE-пристрій (наприклад, CSU/DSU) команда не задається, оскільки синхронізація здійснюється провайдером послуг. Команда **delay** служить для встановлення значення затримки на інтерфейсі, це значення використовується при обчисленні метрик у деяких протоколах маршрутизації, команда не визначає параметрів інтерфейса. Команда **description** служить для опису інтерфейсу, використовується з метою полегшення аналізу результатів виводу команд при адмініструванні. Команда **duplex** (та її модифікації **duplex-full, duplex-half**) служать для зазначення режиму передачі даних на інтерфейсі. Команда **encapsulation** служить для налаштування типу інкапсуляції на інтерфейсі. Часто використовується на послідовних інтерфейсах для зазначення протоколу або технології канального рівня, на інтерфейсах Ethernet використовується для тегування VLAN (як 802.1Q, так і ISL). Команда **keepalive** служить для зазначення інтервалу, протягом якого маршрутизатор буде очікувати перед тим, як відправити через інтерфейс повідомлення про перевірку зв'язку для визначення чи працює інтерфейс на іншому кінці послідовного каналу. На Ethernet-інтерфейсах маршрутизатор пересилає повідомлення самому собі. Команда **mtu** служить для зазначення MTU інтерфейса, це значення варто змінювати для оптимізації продуктивності мережі, наприклад, для каналів з великими втратами його варто зменшувати.

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

interface *interface-type interface-id.subinterface-id* [{**point-to-point** | **multipoint**}]

де *interface-type* – тип інтерфейса, може приймати значення **Ethernet**, **FastEthernet**, **Serial**, **ATM**, **Loopback**, **Tunnel**, **Vlan** та ін.;

interface-id – ідентифікатор інтерфейса, може мати одночислове позначення *number* (номер інтерфейса), двочислове позначення *module/number* (номер модуля (адаптера)/номер інтерфейса), тричислове позначення *slot/module/number* (номер слота/номер модуля(адаптера)/ номер інтерфейса);

subinterface-id – ідентифікатор підінтерфейса, може приймати значення від 0 до 4294967295, за замовчуванням інтерфейс не містить підінтерфейсів, вони створюються у процесі виконання команди **interface**; підінтерфейси використовуються для забезпечення роботи протоколу 802.1Q та технологій Frame Relay і ATM;

point-to-point – службова конструкція, яка зазначає, що підінтерфейс логічно з'єднаний з одним віддаленим вузлом;

multipoint – службова конструкція, яка зазначає, що підінтерфейс логічно з'єднаний з кількома віддаленими вузлами;

Параметри **point-to-point** та **multipoint**, як правило, зазначаються при роботі з інтерфейсами Frame Relay і ATM.

Синтаксис команди **arp** (режим конфігурування інтерфейсу).

arp {*arg1* | **frame-relay** | **probe** | **snap** }

де *arg1* – інкапсуляція для мереж Ethernet, встановлюється за замовчуванням;

frame-relay – інкапсуляція для мереж Frame Relay;

probe – інкапсуляція для протоколу HP Probe;

snap – інкапсуляція для SNAP (згідно RFC 1042);

Синтаксис команди **arp timeout** (режим конфігурування інтерфейсу).

arp timeout *seconds*

де *seconds* – час життя ARP-запису в ARP-таблиці (с), за замовчуванням дорівнює 14400.

Синтаксис команди **bandwidth** (режим конфігурування інтерфейсу).

bandwidth *value*

де *value* – значення пропускної здатності в Кбіт/с, за замовчуванням залежить від типу інтерфейсу.

Синтаксис команди **clock rate** (режим конфігурування інтерфейсу).

clock rate *bps*

де *bps* – значення частоти тактових імпульсів (біт/с), може приймати значення 1200, 2400, 4800, 9600, 19 200, 38400, 56000, 64000, 72000, 125000, 148000, 500000, 800000, 1000000, 1300000, 2000000, 4000000; за замовчуванням не зазначається.

Синтаксис команди **delay** (режим конфігурування інтерфейсу).

delay *value*

де *value* – значення затримки на інтерфейсі в десятках мілісекунд, за замовчуванням залежить від типу інтерфейсу.

Синтаксис команди **description** (режим конфігурування інтерфейсу).

description *text-line*

де *text-line* – тестовий рядок опису інтерфейсу (до 240 символів).

Синтаксис команди **duplex** (режим конфігурування інтерфейсу).

duplex {*auto* | *full* | *half*}

де **auto** – автоматичний вибір режиму;
full – повнодуплексний режим;
half – напівдуплексний режим.

Синтаксис команди **encapsulation** (режим конфігурування інтерфейсу/підінтерфейсу).

encapsulation { *ppp* | *hdlc* | *frame-relay* [*cisco* | *ietf*] | *dot1q* *vlan-id* ... }

ppp – службова конструкція, яка вказує, що інкапсуляцію здійснювати згідно стандартів протоколу PPP;

hdlc – службова конструкція, яка вказує, що інкапсуляцію здійснювати згідно стандартів протоколу HDLC;

frame-relay – службова конструкція, яка вказує, що інкапсуляцію здійснювати згідно стандартів технології Frame Relay;

cisco – фірмовий спосіб інкапсуляції Cisco для Frame Relay;

ietf – стандартний спосіб інкапсуляції IETF;

dot1q – інкапсуляція по протоколу 802.1Q;

vlan-id – номер VLAN в діапазоні від 1 до 1005 при використанні стандартного образу IOS, при використанні образу з розширеними можливостями – в діапазоні від 1 до 4094.

Синтаксис команди **keepalive** (режим конфігурування інтерфейсу).

keepalive seconds

де **seconds** – значення інтервалу часу очікування, яке задається в секундах, за замовчуванням становить 10 с.

Синтаксис команди **ip** (режим конфігурування інтерфейса/підінтерфейса).

Синтаксис команди **ip address** (режим конфігурування інтерфейса).

ip address {address network_mask} | dhcp

де **address** – IP-адреса в десятковому записі;

network_mask – маска мережі, записана у звичайній формі;

dhcp – службова конструкція, яка вказує, що IP-адресу необхідно отримати автоматично по протоколу DHCP.

Синтаксис команди **mac-address** (режим конфігурування інтерфейсу).

mac-address hw-address

де **hw-address** – MAC-адреса інтерфейсу у вигляді НННН.НННН.НННН, кожне число НННН має довжину 2 байти і записується в шістнадцятковій формі.

Синтаксис команди **mtu** (режим конфігурування інтерфейсу).

mtu value

де **value** – значення MTU в байтах, значення за замовчуванням залежить від технології або протоколу каналного рівня.

Синтаксис команди **speed** (режим конфігурування інтерфейсу).

speed {10 | 100 | 1000 | auto [10 | 100 | 1000]} | negotiate

де **10, 100, 1000** – значення швидкості в Мбіт/с,

auto – службова конструкція, яка вказує автоматичний вибір швидкості; якщо використовується форма **auto 10 (auto 100, auto 1000)** інтерфейс веде переговори лише на цій швидкості;

negotiate – службова конструкція, яка відключає режим автотогопереговорів про швидкість.

Синтаксис команди **config-register** (режим глобального конфігурування):

config-register conf_reg_value

де **conf_reg_value** – значення конфігураційного регістру, число з діапазону 0x0000 ... 0xFFFF; за замовчуванням становить 0x2102.

Основні команди Cisco IOS для базової діагностики роботи маршрутизатора Cisco

Для виведення діагностичної інформації про фізичні параметри маршрутизатора чи його інтерфейсів, стан маршрутизатора, результати налагоджень або результати роботи маршрутизатора тощо використовується команда **show**. Вона є доступною як із режиму користувача, так і з привілейованого режиму. Залежно від режиму дана команда може мати різні параметри. Частина параметрів є однаковими і доступними в обох режимах. Часто команда **show** із певним параметром вважається окремою командою. Перелік основних команд **show** та їх призначення наведені у табл. 6.

Таблиця 6

Перелік основних параметрів команди show

Команда	Призначення
show version	Виведення поточної інформації про апаратне і програмне забезпечення
show tech-support	Виведення системної інформації для технічної підтримки
show flash	Перегляд вмісту флеш-пам'яті
show file systems	Виведення про файлову систему
show memory	Виведення інформації про використання пам'яті
show processes	Виведення інформації про процеси, запущені на пристрої
show processes cpu	Виведення деталізованої інформації про завантаження процесора
show processes memory	Виведення інформації про завантаження процесами оперативної пам'яті
show controllers	Виведення деталізованої інформації про роботу контролера інтерфейса
show interfaces	Виведення деталізованої інформації про інтерфейси маршрутизатора та їх стан
show ip interface	Виведення інформації про функціонування протоколу IP версії 4 та суміжних протоколів
show ip interface brief	Виведення інформації про функціонування протоколу IP версії 4 на інтерфейсі у скороченому вигляді
show ipv6 interface	Виведення інформації про функціонування протоколу IP версії 6 та суміжних протоколів
show ipv6 interface brief	Виведення інформації про функціонування протоколу IP версії 6 на інтерфейсі у скороченому вигляді
show route	Виведення таблиці маршрутизації протоколу IP версії 4
Show ipv6 route	Виведення таблиці маршрутизації протоколу IP версії 6
show protocols	Виведення глобальної та інтерфейсно-залежної інформації про протоколи 3-го рівня, що функціонують на маршрутизаторі
show startup-config	Перегляд стартової конфігурації пристрою
show running-config	Перегляд поточної конфігурації пристрою
show history	Перегляд списку останніх виконаних команд (за замовчуванням 10 рядків)
show clock	Виведення часу, встановленого на маршрутизаторі

Статичне налаштування глобальної унікальної адреси (GUA) та локальної адреси каналу (LLA)

Більшість команд налаштування та перевірки мережі IPv6 в операційній системі Cisco IOS схожі на свої аналоги для мережі IPv4. У багатьох випадках єдиною відмінністю між ними є використання в командах **ipv6** замість **ip**. Наприклад, команда Cisco IOS для налаштування адреси IPv4 на інтерфейсі: **ip address ip-address subnet-mask**. Для налаштування GUA IPv6 на інтерфейсі використовується команда: **ipv6 address ipv6-address/prefix-length**.

Зверніть увагу, що між **ipv6-address** і **prefix-length** немає пробілу.

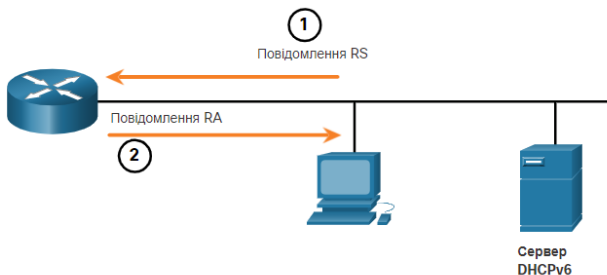
Статичне налаштування локальної адреси каналу дозволяє створити адресу, яку легше розпізнати та запам'ятати. Як правило, достатньо створити локальні адреси на маршрутизаторах, які розпізнаються. Це зручно тому, що локальні адреси маршрутизаторів використовуються як адреси шлюзу за замовчуванням і в повідомленнях анонсування маршрутизатора.

Локальні адреси каналів можна налаштувати вручну за допомогою команди **ipv6 address ipv6-link-local-address link-local**. Якщо адреса починається з гекстету в межах від fe80 до febf **link-local** то параметри локального каналу повинні слідувати за адресою.

Динамічна адресація для глобальних унікальних адрес (GUA) IPv6

Якщо ви не хочете статично налаштовувати глобальні унікальні адреси (GUA) IPv6, не потрібно турбуватися. Більшість пристроїв отримують свої глобальні унікальні адреси (GUA) IPv6 динамічно. Цей процес здійснюється за допомогою повідомлень: Анонсування маршрутизатора (Router Advertisement, RA) та Запит маршрутизатора (Router Solicitation, RS).

Для глобальної унікальної адреси пристрій динамічно отримує адресу за допомогою міжмережного протоколу керуючих повідомлень версії 6 (ICMPv6). Маршрутизатори IPv6 періодично розсилають повідомлення RA ICMPv6 кожні 200 секунд для усіх пристроїв з підтримкою IPv6. Повідомлення RA також буде надіслане у відповідь на вузол, який відправив повідомлення RS ICMPv6, що є запитом на повідомлення RA. Обидва повідомлення показано на рис.3.



1. Повідомлення RS надсилаються усім маршрутизаторам IPv6 від вузлів, які запитують адресну інформацію.
2. Повідомлення RA надсилаються усім вузлам IPv6. Якщо використовується Метод 1 (лише для SLAAC), RA включає в себе мережний префікс, довжину префікса та інформацію про шлюз за замовчуванням.

Рис.3. RS та RA повідомлення ICMPv6

Повідомлення RA є на інтерфейсах Ethernet маршрутизатора IPv6. Маршрутизатор повинен бути увімкнений для маршрутизації IPv6, яку за замовчуванням не увімкнено. Щоб маршрутизатор працював як IPv6-маршрутизатор, необхідно використовувати команду режиму глобальної конфігурації – **ipv6 unicast-routing**.

Повідомлення RA ICMPv6 вказує пристрою як отримати глобальну унікальну адресу (GUA) IPv6. Остаточне рішення залежить від операційної системи пристрою. Повідомлення RA ICMPv6 включає в себе наступне:

1. Префікс мережі та довжину префікса (повідомляють пристрою, до якої мережі він належить).
2. Адреса шлюзу за замовчуванням (локальна IPv6-адреса каналу, IPv6-адреса джерела повідомлення RA).
3. DNS-адреса та доменне ім'я (адреси DNS-серверів і доменне ім'я).

Існує три методи для повідомлень RA:

Метод 1: SLAAC – «У мене є все, що вам потрібно, включаючи префікс, довжину префікса та адресу шлюзу за замовчуванням».

Метод 2: SLAAC і сервер DHCPv6 без відстеження стану – «Ось моя інформація, але вам потрібно отримати іншу інформацію, таку як DNS-адреси від сервера DHCPv6 без відстеження стану».

Метод 3: DHCPv6 з відстеженням стану (немає SLAAC) - «Я можу надати вам вашу адресу шлюзу за замовчуванням. Вам потрібно звернутися до сервера DHCPv6 з відстеженням стану за вашою іншою інформацією».

Модельний приклад налагодження IPv4-адресації та параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet побудованого між маршрутизатором та комутатором Cisco

Розглянемо специфіку налагодження параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet між маршрутизатором та комутатором Cisco для з'єднання, схема якої наведена на рис. 4.

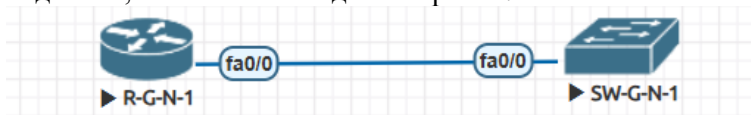


Рис. 4. Приклад мережі

Під час побудови каналу зв'язку для з'єднання пристроїв використано дані табл. 7. Для налагодження параметрів адресації інтерфейсів пристроїв використано дані табл. 8.

Таблиця 7

Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa0/0	Комутатор SW-1	Fa0/1
Комутатор SW-1	Fa0/1	Маршрутизатор R-1	Fa0/0

Таблиця 8

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
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	195.1.1.1	255.255.255.0	/24
Комутатор SW-1	Інтерфейс Fa0/1	195.1.1.2	255.255.255.0	/24

Сценарії налагодження параметрів інтерфейсів технології Fast Ethernet (швидкість, режим роботи) та параметрів IPv4-адресації для маршрутизатора R-1 та SW-1 наведені нижче.

```

...
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-1
R-1(config)#interface FastEthernet 0/0
R-1(config-if)#description LINK-TO-SW-1
    
```

```
R-1(config-if)#speed 100
R-1(config-if)#duplex full
R-1(config-if)#ip address 195.1.1.1 255.255.255.0
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#exit
R-1(config)#exit
R-1# copy running-config startup-config
R-1#
...
...
Switch >enable
SW-1#configure terminal
SW-1(config)#interface FastEthernet 0/1
SW-1(config-if)#description LINK-TO-R-1
SW-1(config-if)#duplex full
SW-1(config-if)#speed 100
SW-1(config-if)#exit
SW-1(config)#interface vlan 1
SW-1(config-if)#ip address 195.1.1.2 255.255.255.0
SW-1(config-if)#no shutdown
SW-1(config-if)#exit
SW-1(config)#ip default-gateway 195.1.1.1
SW-1(config)#exit
SW-1#copy running-config startup-config
SW-1#
...
```

Сценарій налагодження локальних відповідностей між назвами кінцевих вузлів та комунікаційних пристроїв та їх IPv4-адресами для маршрутизатора R-1 наведено нижче.

```
...
R-1>enable
R-1#configure terminal
R-1(config)#ip host R-2 195.1.1.2
R-1(config)#exit
R-1#
...
```

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи інтерфейсів пристроїв для розглянутого прикладу

З метою перегляду інформації про функціонування інтерфейсів пристроїв для розглянутого прикладу використано команди **show interfaces**, **show ip interface brief**. Перевірка зв'язку між пристроями здійснена за допомогою команди **ping**. Результати роботи цих команд для пристроїв R-1 та SW-1 наведено відповідно на рис. 5–11.

```
R-1#show interfaces FastEthernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is Gt96k FE, address is 00aa.00ad.0001 (bia c403.0755.0000)
  Description: LINK-TO-R-2
  Internet address is 195.1.1.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:30, output 00:00:03, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    24 packets input, 4536 bytes
      Received 13 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog
    0 input packets with dribble condition detected
  66 packets output, 7056 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
  0 unknown protocol drops
  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
  0 lost carrier, 0 no carrier
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
R-1#
```

Рис. 5. Результат виконання команди **show interfaces FastEthernet 0/0** на маршрутизаторі R-1

```
SW-1#show interfaces vlan 1
Vlan1 is up, line protocol is up
  Hardware is CPU Interface, address is 0002.1632.c760 (bia 0002.1632.c760)
  Internet address is 195.1.1.2/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 1000000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 21:40:21, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
```

```

Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
 1682 packets input, 530955 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts (0 IP multicast)
 0 runts, 0 giants, 0 throttles
 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
563859 packets output, 0 bytes, 0 underruns
 0 output errors, 23 interface resets
 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

Рис. 6. Результат виконання команди **show interfaces Vlan 1** на комутаторі **SW-1**

```

R-1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Proto-
col
FastEthernet0/0          195.1.1.1       YES NVRAM   up          up
FastEthernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively down down
FastEthernet1/0          unassigned      YES NVRAM   administratively down down

```

Рис. 7. Результат виконання команди **show ip interface brief** на маршрутизаторі **R-1**

```

SW-1#show ip interface brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/1 unassigned YES manual down down
Vlan1 195.1.1.2 YES manual up down
SW-1#

```

Рис. 8. Результат виконання команди **show ip interface brief** на комутаторі **SW-1**

```

SW-1#ping 195.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 195.1.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/3/19 ms

```

Рис. 9. Результат виконання команди **ping** на комутаторі **SW-1**

```

R-1#show hosts
Default Domain is not set
Name/address lookup uses domain service
Name servers are 255.255.255.255
Codes: UN - unknown, EX - expired, OK - OK, ?? - revalidate
       temp - temporary, perm - permanent
       NA - Not Applicable None - Not defined
Host Port Flags Age Type Address(es)
R-2 None (perm, OK) 0 IP 195.1.1.2
R-1#

```

Рис. 10. Результат виконання команди **show hosts** на комутаторі **R-1**

```

R-1#ping R-2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 195.1.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms

```

Рис. 11. Результат виконання команди **ping** за встановленими локальними відповідностями на комутаторі **R-1**

Модельний приклад налагодження параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet та параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet побудованого між маршрутизатором та комутатором Cisco

Розглянемо специфіку налагодження параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet між маршрутизатором та комутатором Cisco для з'єднання, схема якої наведена на рис. 4.

Під час побудови каналу зв'язку для з'єднання пристроїв використано дані табл. 9. Для налагодження параметрів адресації інтерфейсів пристроїв використано дані табл. 10.

Таблиця 9

Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa0/0	Комутатор SW-1	Fa0/1
Комутатор SW-1	Fa0/1	Маршрутизатор R-1	Fa0/0

Таблиця 10

Параметри адресації мережі

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Префікс
Підмережа А	–	2001:195:1:1::0	/64
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	2001:195:1:1::1	/64
Комутатор SW-1	Інтерфейс Fa0/1	2001:195:1:1::2	/64

Сценарії налагодження параметрів IPv6-адресації для маршрутизаторів R-1, R-2 наведені нижче.

```

...
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-1
R-1(config)#interface FastEthernet 0/0
R-1(config-if)#description LINK-TO-SW-1
R-1(config-if)#ipv6 address 2001:195:1:1::1/64
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#end
R-1#copy running-config startup-config
R-1#
...

```

```

...
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch (config)#hostname SW-1
SW-1(config)#interface vlan 1
SW-1(config-if)#ipv6 address 2001:195:1:1::2/64
SW-1(config-if)#no shutdown
SW-1(config-if)#exit
SW-1(config)#ipv6 route ::/0 2001:195:1:1::1
SW-1(config)#exit
SW-1#copy running-config startup-config
SW-1#
...

```

Сценарій налагодження локальних відповідностей між назвами кінцевих вузлів та комунікаційних пристроїв та їх IPv6-адресами для маршрутизатора R-1 наведено нижче.

```

...
R-1>enable
R-1#configure terminal
R-1(config)#ipv6 host R-2 2001:195:1:1::2
R-1(config)#exit
R-1#
...

```

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи інтерфейсів пристроїв для розглянутого прикладу

З метою перегляду інформації про функціонування інтерфейсів пристроїв для розглянутого прикладу використано команди **show ipv6 interface brief**, **show ipv6 route**. Перевірка зв'язку між пристроями здійснена за допомогою команди **ping** та **traceroute**. Результати роботи цих команд для пристроїв R-1 та SW-1 наведено відповідно на рис. 12–19.

```

R-1#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0 [up/up]
    FE80::202:16FF:FED7:2401
    2001:195:1:1::1
FastEthernet0/1 [administratively down/down]

```

```
unassigned
Vlan1 [administratively down/down]
unassigned
R-1#
```

Рис. 12. Результат виконання команди `show ipv6 interface brief` на маршрутизаторі R-1

```
R-1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 3 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
        U - Per-user Static route, M - MIPv6
        I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
        ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
        O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
        ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
        D - EIGRP, EX - EIGRP external
C 2001:195:1:1::/64 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
L 2001:195:1:1::1/128 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
R-1#
```

Рис. 13. Результат виконання команди `show ipv6 route` на маршрутизаторі R-1

```
SW-1#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/1 [up/up]
FastEthernet0/2 [down/down]
FastEthernet0/3 [down/down]
...]
FastEthernet0/23 [down/down]
FastEthernet0/24 [down/down]
GigabitEthernet0/1 [down/down]
GigabitEthernet0/2 [down/down]
Vlan1 [up/up]
FE80::202:16FF:FE32:C760
2001:195:1:1::2
SW-1#
```

Рис. 14. Результат виконання команди `show ipv6 interface brief` на комутаторі SW-1

```
SW-1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 4 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route
        ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
S ::/0 [1/0]
  via 2001:195:1:1::1
C 2001:195:1:1::/64 [0/0]
  via ::, Vlan1
L 2001:195:1:1::2/128 [0/0]
  via ::, Vlan1
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
SW-1#
```

Рис. 15. Результат виконання команди `show ipv6 route` на комутаторі SW-1

```
R-1#ping 2001:195:1:1::2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:195:1:1::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/2 ms
R-1#
```

Рис. 16. Результат виконання команди **ping** на комутаторі **R-1**

```
R-1#traceroute 2001:195:1:1::2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2001:195:1:1::2
  0 2001:195:1:1::2 0 msec 0 msec 0 msec
R-1#
```

Рис. 17. Результат виконання команди **traceroute** на комутаторі **R-1**

```
R-1#show hosts
Default Domain is not set
Name/address lookup uses domain service
Name servers are 255.255.255.255
Codes: UN - unknown, EX - expired, OK - OK, ?? - revalidate
       temp - temporary, perm - permanent
       NA - Not Applicable None - Not defined
Host Port Flags Age Type Address(es)
R-2 None (perm, OK) 0 IPV 2001:195:1:1::2
R-1#
```

Рис. 18. Результат виконання команди **show hosts** на комутаторі **R-1**

```
R-1#ping R-2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:195:1:1::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms
```

Рис. 19. Результат виконання команди **ping** за встановленими локальними відповідностями на комутаторі **R-1**

**Модельний приклад налагодження IPv4-адресації
та параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet
побудованого між маршрутизаторами Cisco**

Розглянемо специфіку налагодження параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet між маршрутизаторами Cisco для з'єднання, схема якої наведена на рис. 20.

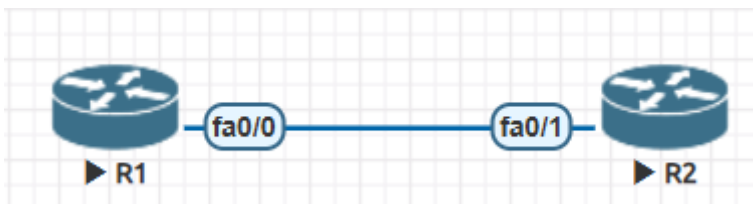


Рис. 20. Приклад мережі

Під час побудови каналу зв'язку для з'єднання пристроїв використано дані табл. 11. Для налагодження параметрів адресації інтерфейсів пристроїв використано дані табл. 12.

Таблиця 11

Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa0/0	Маршрутизатор R-2	Fa0/1
Маршрутизатор R-2	Fa0/1	Маршрутизатор R-1	Fa0/0

Таблиця 12

Параметри адресації мережі

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.1.1.0	255.255.255.252	/30
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	195.1.1.1	255.255.255.252	/30
Маршрутизатор R-2	Інтерфейс Fa0/1	195.1.1.2	255.255.255.252	/30

Сценарії налагодження параметрів інтерфейсів технології Fast Ethernet (швидкість, режим роботи) та параметрів IPv4-адресації для маршрутизаторів R-1 та R-2 наведені нижче.

```
...
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-1
R-1(config)#interface FastEthernet 0/0
R-1(config-if)#description LINK-TO-R-2
R-1(config-if)#speed 100
R-1(config-if)#duplex full
R-1(config-if)#ip address 195.1.1.1 255.255.255.252
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#exit
R-1(config)#exit
R-1# copy running-config startup-config
R-1#
```

...

...

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-2
R-2(config)#interface FastEthernet 0/1
R-2(config-if)#description LINK-TO-R-1
R-2(config-if)#speed 100
R-2(config-if)#duplex full
R-2(config-if)#ip address 195.1.1.2 255.255.255.252
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#exit
R-2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 195.1.1.1
R-2(config)# exit
R-2# copy running-config startup-config
R-2#
```

...

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи інтерфейсів маршрутизаторів для розглянутого прикладу

З метою перегляду інформації про функціонування інтерфейсів маршрутизаторів для розглянутого прикладу використано команди **show interfaces**, **show ip interface brief**. Перевірка зв'язку між маршрутизаторами здійснена за допомогою команди **ping**. Результати роботи цих команд для маршрутизаторів R-1 та R-2 наведено відповідно на рис. 21–25.

```
R-1#show interfaces FastEthernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is Gt96k FE, address is 00aa.00ad.0001 (bia c403.0755.0000)
  Description: LINK-TO-R-2
  Internet address is 195.1.1.1/30
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:30, output 00:00:03, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    24 packets input, 4536 bytes
    Received 13 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog
    0 input packets with dribble condition detected
    66 packets output, 7056 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

R-1#

Рис. 21. Результат виконання команди `show interfaces FastEthernet 0/0` на маршрутизаторі R-1

```
R-2#show interfaces FastEthernet 0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up
  Hardware is Gt96k FE, address is 00aa.00ad.0002 (bia c404.0764.0001)
  Description: LINK-TO-R-1
  Internet address is 195.1.1.2/30
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
```

```

Last input 00:00:36, output 00:00:06, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
 20 packets input, 3716 bytes
  Received 8 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
  0 watchdog
  0 input packets with dribble condition detected
69 packets output, 7526 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
  0 unknown protocol drops
  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
  0 lost carrier, 0 no carrier
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
R-2#

```

Рис. 22. Результат виконання команди `show interfaces FastEthernet 0/1` на маршрутизаторі R-2

```

R-1#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Proto-
col
FastEthernet0/0    195.1.1.1      YES NVRAM   up              up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM   administratively down down
FastEthernet1/0    unassigned     YES NVRAM   administratively down down
R-1#

```

Рис. 23. Результат виконання команди `show ip interface brief` на маршрутизаторі R-1

```

R-2#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Proto-
col
FastEthernet0/0    unassigned     YES NVRAM   administratively down down
FastEthernet0/1    195.1.1.2     YES NVRAM   up              up
FastEthernet1/0    unassigned     YES NVRAM   administratively down down
R-2#

```

Рис. 24. Результат виконання команди `show ip interface brief` на маршрутизаторі R-2

```

R-1#ping 195.1.1.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 195.1.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/36/84 ms
R-1#

```

Рис. 25. Результат виконання команди `ping` на маршрутизаторі R-1

**Модельний приклад налагодження IPv6-адресації
та параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet
побудованого між маршрутизаторами Cisco**

Розглянемо специфіку налагодження параметрів каналу зв'язку технології Fast Ethernet між маршрутизаторами Cisco для з'єднання, схема якої наведена на рис. 20.

Під час побудови каналу зв'язку для з'єднання пристроїв використано дані табл. 13. Для налагодження параметрів адресації інтерфейсів пристроїв використано дані табл. 14.

Таблиця 13

Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Fa0/0	Маршрутизатор R-2	Fa0/1
Маршрутизатор R-2	Fa0/1	Маршрутизатор R-1	Fa0/0

Таблиця 14

Параметри адресації мережі

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Префікс
Підмережа А	–	2001:195:1:1::0	/64
Маршрутизатор R-1	Інтерфейс Fa0/0	2001:195:1:1::1	/64
Маршрутизатор R-2	Інтерфейс Fa0/1	2001:195:1:1::2	/64

Сценарії налагодження параметрів IPv6-адресації для маршрутизаторів R-1, R-2 наведені нижче.

```

...
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-1
R-1(config)#interface FastEthernet 0/0
R-1(config-if)#description LINK-TO-SW-1
R-1(config-if)#ipv6 address 2001:195:1:1::1/64
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#end
R-1#copy running-config startup-config
R-1#
...

```

```

...
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname R-2
R-2(config)#interface FastEthernet 0/1
R-2(config-if)#description LINK-TO-R-1
R-2(config-if)#ipv6 address 2001:195:1:1::2/64
R-2(config-if)#no shutdown
R-2(config-if)#exit
R-2(config)#ipv6 route ::/0 2001:195:1:1::1
R-2(config)#exit
R-2#copy running-config startup-config
R-2#
...

```

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи інтерфейсів пристроїв для розглянутого прикладу

З метою перегляду інформації про функціонування інтерфейсів маршрутизаторів для розглянутого прикладу використано команди **show ipv6 interface brief**, **show ipv6 route**. Перевірка зв'язку між маршрутизаторами здійснена за допомогою команди **ping** та **traceroute**. Результати роботи цих команд для пристроїв R-1 та SW-1 наведено відповідно на рис. 26–31.

```

R-1#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0 [up/up]
    FE80::202:16FF:FED7:2401
    2001:195:1:1::1
FastEthernet0/1 [administratively down/down]
    unassigned
Vlan1 [administratively down/down]
    unassigned

```

Рис. 26. Результат виконання команди **show ipv6 interface brief** на маршрутизаторі **R-1**

```

R-1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 3 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
        U - Per-user Static route, M - MIPv6
        I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
        ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
        O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
        ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
        D - EIGRP, EX - EIGRP external

```

```

C 2001:195:1:1::/64 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
L 2001:195:1:1::1/128 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0

```

Рис. 27. Результат виконання команди **show ipv6 route** на маршрутизаторі **R-1**

```

R-2#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0 [administratively down/down]
  unassigned
FastEthernet0/1 [up/up]
  FE80::290:21FF:FE77:702
  2001:195:1:1::2
Vlan1 [administratively down/down]
  unassigned

```

Рис. 28. Результат виконання команди **show ipv6 interface brief** на маршрутизаторі **R-2**

```

R-2#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 4 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDR - Redirect
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
S ::/0 [1/0]
  via 2001:195:1:1::1
C 2001:195:1:1::/64 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/1
L 2001:195:1:1::2/128 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/1
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0

```

Рис. 29. Результат виконання команди **show ipv6 route** на маршрутизаторі **R-2**

```

R-2#ping 2001:195:1:1::1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:195:1:1::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms
R-2#

```

Рис. 30. Результат виконання команди **ping** на маршрутизаторі **R-2**

```

R-1#ping R-2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:195:1:1::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/1/3 ms
R-1#

```

Рис. 31. Результат виконання команди **ping** за встановленою локальною відповідністю на маршрутизаторі **R-1**

Завдання на лабораторну роботу

1. У середовищі віртуальної мережевої лабораторії eve.ztu.edu.ua створити проєкт мережі (рис. 32), або завантажити готовий проєкт прикріплений під методичними рекомендаціями.

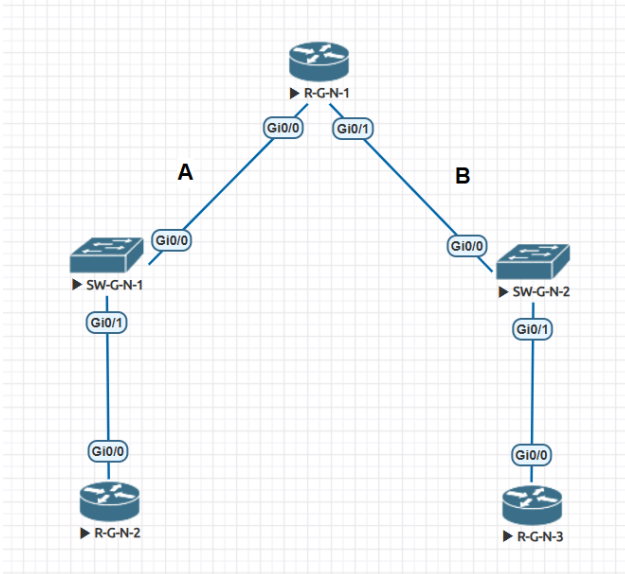


Рис. 32. Проєкт мережі

2. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними табл. 16. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 8.

3. Провести налагодження параметрів мережних адаптерів/інтерфейсів маршрутизаторів та комутаторів. Для цього скористатися даними табл. 15.

Таблиця 15

Вихідні дані для налагодження параметрів інтерфейсів пристроїв

№ варіанта	Канал R-G-N-1 – SW-G-N-1		Канал R-G-N-1 – SW-G-N-2		Канал SW-G-N-1 – R-G-N-2		Канал SW-G-N-2 – R-G-N-3	
	Швидкість, Мбіт/с	Режим	Швидкість, Мбіт/с	Режим	Швидкість, Мбіт/с	Режим	Швидкість, Мбіт/с	Режим
Парний	1000	Full	100	Full	100	Full	1000	Half
Не парний	100	Full	1000	Full	1000	Half	100	Full

Параметри IP-адресації підмереж

Мережа	Адреса мережі та префікс (ipv4)	Адреса мережі та префікс (ipv6)
A	193.G.N.0 /24	2001:193:G:N::0 /64
B	194.G.N.0 /24	2001:194:G:N::0 /64

Примітка: G – унікальний номер групи, N – номер варіанту.

4. Провести налагодження параметрів IP-адресації пристроїв мережі згідно з даними п. 2. На кожному комутаторі та на маршрутизаторі для всіх вузлів встановити локальні відповідності між текстовими іменами та IP-адресами (обох версій) вузлів мережі.

5. Провести обмін даними між пристроями. Перевірити наявність зв'язку між всіма пристроями мережі.

6. Дослідити особливості отримання службової та діагностичної інформації.

Контрольні питання

1. Які основні типи мережних пристроїв використовуються в сучасних мережах?
2. Які функції виконує маршрутизатор у комп'ютерних мережах?
3. Які особливості має комутатор у порівнянні з маршрутизатором?
4. Яка роль мережної операційної системи Cisco IOS у керуванні мережевими пристроями?
5. Які основні команди використовуються для входу в режим конфігурації пристрою Cisco?
6. Як виконується базове налаштування інтерфейсів маршрутизатора Cisco?
7. Які команди використовуються для призначення IPv4-адреси інтерфейсу маршрутизатора?
8. Як налаштовується IPv6-адресація на інтерфейсах маршрутизатора?
9. Чим відрізняється глобальна унікальна адреса (GUA) від локальної адреси каналу (LLA) в IPv6?
10. Як за допомогою команди **show interfaces** можна перевірити стан мережного інтерфейсу?
11. Які команди використовуються для діагностики мережного з'єднання на пристроях Cisco?
12. Як працює команда **ping**, і як вона допомагає у тестуванні мережних з'єднань?
13. У чому відмінність між командами **show ip interface brief** та **show ipv6 interface brief**?
14. Яке призначення команди **no shutdown**?
15. Як зберегти конфігурацію маршрутизатора після внесення змін?
16. Чому важливо використовувати команду **description** при налаштуванні інтерфейсів?
17. Які функції виконує команда **show ip route**, і як вона використовується в діагностиці мережі?
18. Як правильно визначати та усувати можливі помилки при налаштуванні мережних пристроїв Cisco?