

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**А.Г. Микитишин, М.М. Митник,  
П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник**

**КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ**  
**Книга 2**

*Навчальний посібник  
для технічних спеціальностей  
вищих навчальних закладів*

Рекомендовано Міністерством освіти і науки,  
молоді та спорту України як навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів

**Видавництво «Магнолія 2006»**  
**Львів – 2014**

**УДК 004.7(075.8)**  
**ББК 32.970.31я73**  
**К 63**

*Відтворення цієї книги або будь-якої її частини  
заборонено без письмової згоди видавництва.  
Будь-які спроби порушення авторських прав  
переслідуватимуться у судовому порядку.*

*Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України  
як посібник для студентів вищих навчальних закладів  
(Лист №1/11-11650 від 16.07.12 р. )*

**Автори:**

А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник

**Комп'ютерні мережі. Книга 2** [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 328 с.

**ISBN 978-617-574-087-3**

**«Магнолія 2006»**

**УДК 004.7(075.8)**

**ББК 32.970.31я73**

**К 63**

**ISBN 978-617-574-087-3**

© А.Г. Микитишин, М.М. Митник,  
П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник, 2014  
© «Магнолія 2006», 2014

# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	6
<b>Розділ 1. Будова та завантаження маршрутизаторів Cisco</b> .....	11
1.1. Будова маршрутизаторів Cisco SDM Express .....	11
1.2. Завантаження маршрутизатора.....	13
1.3. Конфігураційні файли .....	15
1.4. Під'єднання до маршрутизатора .....	16
1.5. Налаштування базової конфігурації маршрутизатора за допомогою Cisco SDM Express .....	19
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	22
<b>Розділ 2. Діагностування маршрутизатора за допомогою інтерфейсу командного рядка CLI</b> .....	24
2.1. Рівні доступу до CLI.....	24
2.2. Допомога користувачу.....	26
2.3. Команди перегляду стану маршрутизатора .....	31
2.4. Тестування мережі .....	38
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	43
<b>Розділ 3. Конфігурування маршрутизатора за допомогою інтерфейсу командного рядка CLI</b> .....	45
3.1. Базове конфігурування маршрутизатора у діалоговому режимі .....	45
3.2. Початкове конфігурування маршрутизатора за допомогою CLI.....	47
3.3. Налаштування інтерфейсів маршрутизатора .....	50
3.4. Завантаження та копіювання файла конфігурації.....	52
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	54
<b>Розділ 4. Конфігурування маршрутизації на маршрутизаторах Cisco</b> .....	56
4.1. Налаштування статичної маршрутизації .....	56
4.2. Налаштування маршрутизації по замовчуванню.....	60
4.3. Налаштування динамічної маршрутизації .....	62
4.3.1. Налаштування протоколів внутрішньої маршрутизації.....	62
4.3.2. Налаштування протоколів зовнішньої маршрутизації.....	68
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	69
<b>Розділ 5. Комутація в корпоративних мережах</b> .....	71
5.1. Ієрархічна модель мережі.....	71
5.2. Вибір комутаторів для ієрархічних мереж .....	74
5.3. Принцип роботи комутатора.....	77
5.3.1. Механізми передавання фреймів.....	78
5.3.2. Методи передавання кадрів .....	79
5.3.3. Буферизація в пам'яті.....	80
5.4. Управління конфігурацією комутатора.....	80
5.4.1. Процес завантаження комутатора .....	80
5.4.2. Початкове конфігурування комутатора.....	80
5.4.3. Налаштування безпеки порту .....	81
5.4.4. Перевірка конфігурації комутатора.....	83
5.4.5. Під'єднання комутатора до мережі.....	84

5.5. Основні атаки, пов'язані з комутаторами.....	84
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>85</i>
<b>Розділ 6. Віртуальні локальні мережі (VLANs).....</b>	<b>87</b>
6.1. Поняття про VLAN.....	87
6.2. Комутатори і VLAN.....	88
6.3. Типи VLAN.....	92
6.4. Налаштування VLAN на комутаторах Cisco.....	93
6.5. Транки VLAN.....	94
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>97</i>
<b>Розділ 7. Налаштування маршрутизації між VLAN.....</b>	<b>98</b>
7.1. Класичний метод маршрутизації між VLAN.....	98
7.2. Магістральний метод («Router-on-a-stick») маршрутизації між VLAN.....	101
7.3. Пошук несправностей в конфігурації маршрутизації між VLAN.....	104
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>105</i>
<b>Розділ 8. Протокол VTP.....</b>	<b>107</b>
8.1. Концепція VTP.....	107
8.2. Операції VTP.....	108
8.2.1. Налаштування VTP по замовчуванню.....	108
8.2.2. Домени VTP.....	109
8.2.3. Оголошення VTP.....	109
8.2.4. Режими роботи VTP.....	110
8.2.5. Відсікання (pruning) VTP.....	110
8.3. Конфігурування VTP.....	111
8.4. Пошук несправностей у роботі протоколу VTP.....	113
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>114</i>
<b>Розділ 9. Уникнення петель комутації. Протокол STP.....</b>	<b>115</b>
9.1. Резервування в комутуваних мережах.....	115
9.2. Поняття про STP.....	116
9.3. Формат BPDU.....	118
9.4. Формат BID.....	119
9.5. Ролі портів.....	120
9.6. Стани портів STP і таймери STP.....	121
9.7. Збіжність STP.....	123
9.8. Зміна топології STP.....	126
9.9. Пошук і усунення несправностей STP.....	127
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>129</i>
<b>Розділ 10. Технології уникнення петель маршрутизації.....</b>	<b>131</b>
10.1. Утворення петель маршрутизації.....	131
10.2. Проблема підрахунку до нескінченості.....	132
10.3. Уникнення петель маршрутизації за допомогою розщеплення горизонту.....	134
10.4. Уникнення петель маршрутизації за допомогою таймерів утримання інформації.....	135
<i>Контрольні питання до розділу.....</i>	<i>138</i>

<b>Розділ 11. Методи і технології заощадження IP-адрес</b> .....	140
11.1. Маски підмережі змінної довжини (VLSM).....	140
11.2. Класова та безкласова маршрутизація (CIDR).....	143
11.3. Технологія NAT.....	147
11.4. Технологія PAT.....	149
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	150
<b>Розділ 12. Віртуальні приватні мережі (VPN)</b> .....	152
12.1. Призначення мережі VPN.....	152
12.2. Протоколи тунелювання VPN.....	153
12.3. Методи шифрування.....	154
12.4. Технологія IPSec.....	156
12.5. Роздільні тунелі.....	157
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	159
<b>Розділ 13. Використання списків контролю доступу (ACL)</b> .....	161
13.1. Фільтрування трафіку.....	161
13.2. Типи і використання списків контролю доступу.....	162
13.3. Використання шаблонних масок.....	164
13.4. Стандартні списки контролю доступу.....	165
13.5. Розширені списки контролю доступу.....	167
13.6. Іменовані списки контролю доступу.....	169
13.7. Розміщення стандартних і розширених списків контролю доступу.....	170
13.8. Перевірка списків контролю доступу.....	171
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	172
<b>Розділ 14. Протоколи формування захищених каналів зв'язку</b> .....	174
14.1. Протокол SSL.....	174
14.1.1. Огляд протоколу SSL.....	174
14.1.2. Аутентифікація сторін.....	175
14.1.3. Методи обміну ключами.....	177
14.1.4. Атаки проти протоколу SSL.....	178
14.2. Протокол TLS.....	179
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	182
<b>Розділ 15. Організація захищеного віддаленого доступу</b> .....	183
15.1. Огляд технології віддаленого доступу.....	183
15.2. Протокол PPP.....	184
15.3. Протоколи аутентифікації віддалених користувачів.....	187
15.3.1. Протокол PAP.....	188
15.3.2. Протокол CHAP.....	189
15.3.3. Протокол S/Key.....	190
15.4. Централізований контроль віддаленого доступу.....	191
<i>Контрольні питання до розділу</i> .....	196
<b>Додаток 1. Інструкції до виконання лабораторних робіт</b> .....	198
<b>Додаток 2. Відповіді на контрольні питання</b> .....	303
<b>Додаток 3. Глосарій мережевих термінів</b> .....	312
<b>Список використаної та рекомендованої літератури</b> .....	325

# Передмова наукового редактора серії підручників та навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ»

*Шановний читачу!*

Започатковуючи масштабний освітньо-науковий проект підготовки і видання серії сучасних підручників і навчальних посібників під загальною назвою «КОМП'ЮТИНГ» та із загальним методичним патронуванням його Інститутом інноваційних технологій та змісту освіти МОН України, мені як ініціатору та науковому керівнику неодноразово доводилось прискіпливо аналізувати загальну ситуацію в царині сучасного україномовного підручника комп'ютерно-інформатичного профілю. Загалом, позитивна тенденція останніх років ще не співмірна з надзвичайно динамічним розвитком як освітньо-наукової та виробничої сфери комп'ютингу, так і стрімким розширенням потенційної цільової читацької аудиторії цього профілю. Іншими словами, попередній аналіз засвідчує наявність значного соціального замовлення під реалізацію пропонуваного вашій увазі проекту.

Ще одним фактором формування освітньо-наукової ініціативи, пропонованої групою відомих вітчизняних науковців-педагогів та практиків, які організують наукові дослідження, готують фахівців та провадять бізнес в галузі комп'ютингу, постало завдання широкомасштабного включення Української вищої школи до загальноєвропейських і всесвітніх об'єднань, структур і асоціацій. Виконуючи функцію науково-технічного локомотива суспільства, галузь комп'ютингу невідворотно зобов'язана зіграти роль активного творця загальної освітньо-наукової платформи, яка має бути методологічно-об'єднаною та професійно-інтеграційною основою для багатьох сфер людської діяльності.

Третім суттєвим фактором, який спонукав започаткувати пропоновану серію підручників і навчальних посібників, є об'єктивно визріла ситуація, коли фахівцям та науковцям треба подати чіткий сигнал щодо науково-методологічного осмислення та викладення базових знань галузі комп'ютингу як освітньо-наукової, виробничо-економічної та сервісно-обслуговувальної сфери.

Читач, безсумнівно, зверне увагу на нашу послідовну промоцію нового терміну «КОМП'ЮТИНГ» (computing, англ.), який є вдалим та комплексно узагальнювальним для означення галузі знань, науки, виробництва, надання відповідних послуг та сервісів, видається доречним подати ретроспективу як самого терміну комп'ютинг, так і широкої освітньої, наукової, бізнесової та виробничої сфери діяльності, що іменується комп'ютигом.

Уперше термін «комп'ютинг» уведений 1998 р. *Яном Фостером* з Арагонської національної лабораторії Чиказького університету та *Карлом Кесельманом* з Інституту інформатики штату Каліфорнія (США) та запропонований для означення комплексної галузі знань, яка включає проектування та побудову апаратних і програмних систем для широкого кола застосувань: вивчення процесів, структур і керування інформацією різних видів; виконання наукових досліджень із застосування комп'ютерів та

їх інтелектуальності; створення і використання комунікаційних та демонстраційних засобів, пошуку та збирання інформації для конкретної мети і т. ін.

У подальшому сфера використання терміну суттєво розширилась, зокрема, в освітньо-науковій царині його почали використовувати для означення відповідної галузі знань, для якої періодично (орієнтовно щодесять років) провідними університетами та професійними асоціаціями фахівців розробляються та імплементуються навчальні плани і програми, котрі в подальшому набувають статусу міжнародно визнаних освітньо-професійних стандартів. Зокрема, варто акцентувати увагу на версіях підсумкового документа «Computing CURRICULA» 2001 р. За окремими повідомленнями можна стверджувати, що черговий збірник стандартів «Computing CURRICULA» буде поданий професійному загалу до 2011 р. Перше організаційне засідання відповідних фахових робочих груп відбулось у Чиказькому університеті влітку 2007 р.

Для формування цілісного однорідного подання суті «КОМП'ЮТИНГУ» ми базуємось на сучасних наукових уявленнях з максимально можливим суворим покомпонентним викладенням основних базових означень та понять, які склались історично і є загальноновизнаними в професійних колах. Водночас для побудови цілісної зваженої картини ми використали певні узагальнення та загальносистемні класифікаційні підходи.

Безсумнівно, що базовим та фундаментальним поняттям було, є і залишається поняття ІНФОРМАТИКИ (informatique – франц.) як фундаментальної науки, котра вивчає найбільш загальні закони та закономірності процесів відбору, реєстрації, збереження, передавання, захисту, опрацювання та подання інформації. Як фундаментальна наука інформатика була подана в 70-х рр. ХХ ст. При цьому хочу зразу ж застерегти від примітивного ототожнення, яке часто є наївно вживаним щодо еквівалентності понять «інформатика» (informatique – франц.) та «комп'ютерні науки» (computer science – англ.). Такі ототожнення, з певною мірою наближення, можливі щодо розширеного сучасного трактування інформатики як загалом прикладної науки про обчислення, збереження, опрацювання інформації та побудову прикладних інформаційних технологій і систем на їх базі. Таке трактування є характерним в ряді європейських країн. Суворе ж означення та подання предмету досліджень інформатики, а саме – інформації, має справу з фундаментальним не редукованим поняттям і фіксується у словниках як «informatio» (лат.) – відомості, повідомлення. Вивченням та всебічним аналізом сутності інформації опікується наука, що називається «теорія інформації». На нашу думку, основною принциповою відмінністю між інформатикою та комп'ютерними науками є те, що перша в своєму первинному поданні відноситься до категорії фундаментальних наук, як то фізика, математика, хімія і т. ін. У той же час комп'ютерні науки загалом за своєю сутнісною природою та всіма наявними ознаками належать до категорії прикладних наук, які базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформаційних процесів, котрі вивчаються в рамках фундаментальної науки інформатики.

Особливо наголосимо на тому, що фундаментальна наука та її результати не призначені для безпосереднього промислового використання.

Для комп'ютерних наук характерною ознакою виділення їх у спектрі прикладних наук є об'єкт прикладення знань, умінь та навичок у контексті конкретного об'єкта –

обчислювача (комп'ютера). Іншою відокремленою прикладною науковою галуззю, що базується на підвалинах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є сам процес обчислень. Це науки, які іменуються обчислювальними науками – «computationally science» (англ.). Традиційно сюди відносять обчислювальну та комп'ютерну математику.

Третьою прикладною науковою галуззю, яка ґрунтується на фундаментальних законах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є інформаційний ресурс (у сучасній літературі часто вживається поняття «контент» (content, англ.). У розумінні інформаційного наповнення. Ці прикладні науки одержали назву «інформаційні науки» (information science, англ.).

У галузі прикладних інформаційних наук базовий об'єкт досліджень, а саме інформаційний ресурс, подається, як правило, у формі даних та знань. За спрощеною формулою означатимемо дані як матеріалізовану інформацію, тобто інформацію, яку подано на матеріальних носіях, знання як суб'єктивізовану інформацію, тобто інформацію, яка природно належить суб'єкту, і в традиційному розумінні перебуває в людській пам'яті.

Узагальнюючи класифікаційно-ознакову схему, стверджуємо, що на базі фундаментальної науки ІНФОРМАТИКИ формуються три прикладні наукові галузі, а саме: комп'ютерні науки, обчислювальні науки та інформаційні науки з відповідними об'єктами досліджень у своїх сферах.

Ще раз підкреслимо, що результати фундаментальних наукових досліджень не призначені для безпосереднього промислового використання, у той же час результати прикладних наукових досліджень, як правило, призначені для створення та удосконалення нових технологій.

Гносеологічний аналіз подальшого формування інженерного рівня сфери КОМП'ЮТИНГУ невідворотно веде до структурного подання базових типів інженерій, які трактуються у класичному розумінні. ІНЖЕНЕРІЯ (майстерний – від лат. *ingeniosus*) – це наука про проектування та побудову (чит. створення) об'єктів певної природи. У цьому контексті природними для сфери «КОМП'ЮТИНГУ» є декілька видів інженерії. Мова йтиме про:

- КОМП'ЮТЕРНУ ІНЖЕНЕРІЮ (computer engineering, англ.), яка охоплює проблематику проектування та створення об'єктів комп'ютерної техніки;
- ПРОГРАМНУ (software engineering, англ.), яка опікується проблематикою проектування та створення об'єктів, що іменуються програмними продуктами;
- ІНЖЕНЕРІЮ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (data & knowledge engineering, англ.), інженерію, яка опікується проектуванням та створенням інформаційних продуктів;
- інженерію, яка опікується проектуванням та створенням міжкомпонентних (інтерфейсних) взаємозв'язків та формуванням цілісних системних об'єктів, усе частіше іменують СИСТЕМНОЮ ІНЖЕНЕРІЄЮ (systems engineering, англ.).

У разі такого структурно-класифікаційного подання видів інженерій сфери комп'ютингу, зазначимо, що кожен з них у цьому трактуванні є «відповідальним» за певний тип забезпечення, а саме: апаратного (hardware, англ.), програмного (software, англ.), інформаційного (dataware, англ.) та міжкомпонентного (middleware, англ.). Інформаційну технологію (ІТ) можна трактувати як певну точку в чотирирівному



просторі зазначених інженерій. При цьому необхідно обов'язково зважити на певну частку наближення та інтерпретації цього простору як дискретного та неметричного.

У зв'язку з поширеним різночитанням та трактуванням поняття інформаційної технології (ІТ), виникає необхідність детальніше подати сутнісну структуру цього терміну, використовуючи при цьому термінологічні статті популярного інформаційного ресурсу, яким є Wikipedia – [<http://www.wikipedia.org/>].

Технологія (від грецького *techne* – мистецтво, майстерність, вміння та грецького *logos* – знання) – сукупність методів та інструментів для досягнення бажаного результату, спосіб перетворення чогось заданого в необхідне. Технологія – це наукова дисципліна, в рамках якої розробляються та удосконалюються способи й інструменти виробництва.

У широкому розумінні – це знання, які можна використати для виробництва продуктів (товарів та послуг) з економічних ресурсів. У вузькому розумінні – технологія подається як спосіб перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контроль якості та керування.

Технологія включає в себе методи, прийоми, режими роботи, послідовість операцій та процедур. Вона тісно взаємопов'язана із засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами, використовуваними матеріалами. За методологією ООН – технологія в чистому вигляді охоплює методи та техніку виробництва товарів і послуг (*dissembled technology*, англ.). Втілена технологія охоплює машини, обладнання, споруди, виробничі системи та продукцію з високими техніко-економічними параметрами (*embodied technology*, англ.). Матеріальна технологія (МТ) створює матеріальний продукт. Інформаційна технологія (ІТ) створює інформаційний продукт на основі інформаційних ресурсів.

Інформаційні технології використовують комп'ютерні та програмні засоби для реалізації процесів відбору, реєстрації, подання, збереження, опрацювання, захисту та передавання інформації – інформаційного ресурсу у формі даних та знань – з метою створення інформаційних продуктів.

Аналітична картина виглядатиме незавершеною, якщо не означити ще одну базову сутність сфери комп'ютерингу, якою є інформаційна система. Не претендуючи на абсолютну точність пропонованого твердження, розглядатимемо інформаційну систему як множину координат у чотиривимірному просторі інженерій сфери комп'ютерингу. Тобто інформаційну систему (ІС) подаємо як певний набір інформаційних технологій, що в комплексі зорієнтовані на досягнення певної системної мети, виконуючи задані функції та пропонуючи при цьому споживачам якісні інформаційні продукти та сервіси.

У свою чергу, для всіх штучних інформаційних систем притаманними є чотири життєві фази їх формування та функціонування. Йдеться про фази системного аналізу, системного проектування, системної інтеграції та системного адміністрування, які генерують відповідні вимоги до професійної підготовки та практичної орієнтації фахівців у царині інформаційних систем. Ринок потребує системних аналітиків, системних проектувальників, системних інтеграторів та системних адміністраторів.

Комплексний виклад структурованого подання галузі «КОМП'ЮТИНГУ» дозво-

ляє, загалом, чіткіше уявити проблематику та тематику підручників та навчальних посібників, котрі будуть виходити в світ у однойменній освітньо-науковій серії в 50-ти книгах. Для кращого розуміння в майбутньому ще раз наведемо означення сфери «КОМП'ЮТИНГУ» як галузі знань (науки, виробництва, бізнесу та надання послуг), предметом якої є комплексні дослідження, розроблення, впровадження та використання інформаційних систем, складовими елементами яких є інформаційні технології, що реалізовані на основі сучасних інженерних досягнень комп'ютерної інженерії, інженерії програмного забезпечення, інженерії даних та знань, системної інженерії, котрі базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформатики.

Автори підручників і навчальних посібників серії «КОМП'ЮТИНГ» пропонують значний перелік навчальних дисциплін, котрі, з одного боку, включаються до сфери комп'ютингу за означенням, а, з іншого боку, їх предмет ще не знайшов якісного висвітлення у вітчизняній навчальній літературі для вищої школи. Перший крок ми зробили у 2008–2009 рр., виданням принаймні десяти книг серії з подальшим її п'ятикратним розширенням до 2011 р. Структурно серія подається узагальненими профілями як то:

- *фундаментальні проблеми комп'ютингу;*
- *комп'ютерні науки;*
- *комп'ютерна інженерія;*
- *програмна інженерія;*
- *інженерія даних та знань;*
- *системна інженерія;*
- *інформаційні технології та системи.*

При цьому зауважу, що наведені укрупнені профілі серії підручників і навчальних посібників загалом співпадають з профілями бакалавратів, зафіксованих у підсумковому звіті «Computing CURRICULA» редакції 2006 року. Ми розуміємо, що чітка завершена будівля комп'ютингу з'явиться лише в перспективі, а наша праця буде подаватись як активний труд будівничих з якнайшвидшого втілення в життя проекту цієї, без перебільшення, грандіозної будівлі сучасного інформаційного суспільства. Я запрошую потенційних авторів долучитись до цього освітньо-наукового проекту, а шановних читачів виступити в ролі творчих критиків та опонентів. Буду вдячний за Ваші побажання, зауваження та пропозиції.

*З глибокою повагою науковий редактор серії підручників і навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ», д.т.н., професор Володимир ПАСІЧНИК*

# Розділ 1

## Будова та завантаження маршрутизаторів Cisco

- ◆ Будова маршрутизаторів Cisco
- ◆ Завантаження маршрутизатора
- ◆ Конфігураційні файли
- ◆ Під'єднання до маршрутизатора
- ◆ Налаштування базової конфігурації маршрутизатора за допомогою

### 1.1. Будова маршрутизаторів Cisco SDM Express

Маршрутизатори є найінтелектуальнішими пристроями в мережі. Вони можуть проводити фільтрацію пакетів за апаратною (MAC) та за логічною (IP-адресою). Маршрутизатори виконують дві основні функції: вибір шляху та комутацію. Функцію вибору оптимального шляху передавання пакету в маршрутизаторі забезпечують **таблиці маршрутизації**, які формують вручну або за допомогою **протоколів маршрутизації**.

Функція комутації дозволяє скомутувати порт, з якого надійшов пакет, з портом, в який його потрібно відправити. Маршрутизатор запобігає виникненню зайвого трафіку в мережевих сегментах за рахунок перевірки логічної адреси отримувача. Маршрутизатор розділяє як **домен колізії (collision domain)** так і **направлену трансляцію (broadcast domain)**, що значно збільшує пропускну здатність мережі та її продуктивність в цілому.

Апаратно маршрутизатор подібний до комп'ютера. До його складу входять наступні компоненти:

- центральний процесор (**CPU – Central Processing Unit**), який керує роботою маршрутизатора;
- оперативна пам'ять (**RAM – Random Access Memory**), яка зберігає таблиці маршрутизації, ARP-кеш (ARP-cache), кеш швидкої комутації (fast-switching cache), буфери пакетів. В оперативну пам'ять завантажують операційну систему (ОС) після ввімкнення живлення маршрутизатора. Оскільки цей тип пам'яті енергозалежний, її вміст зникає при перезавантаженні та вимкненні живлення маршрутизатора.
- енергонезалежна оперативна пам'ять (**NVRAM – non-volatile RAM**) зберігає файл початкової конфігурації (startup configuration).
- флеш-пам'ять (**Flash**). Зберігає файл операційної системи та мікрокод, а також може зберігати декілька версій IOS. Використовуючи флеш-пам'ять, можна запустити маршрутизатор і провести модернізацію без зміни мікросхем на системній платі. Вміст флеш-пам'яті зберігається і при вимкненому живленні.
- постійний запам'ятовуючий пристрій (**ROM – Read-Only Memory**) використовують маршрутизатором для зберігання програм початкового завантаження, програмного забезпечення операційної системи та програми самотестування після ввімкнення живлення (POST – Power-On Self-Test). Мікросхеми ROM встановлюють в гнізда системної плати маршрутизатора і можуть бути замінені при відмові чи при модернізації.

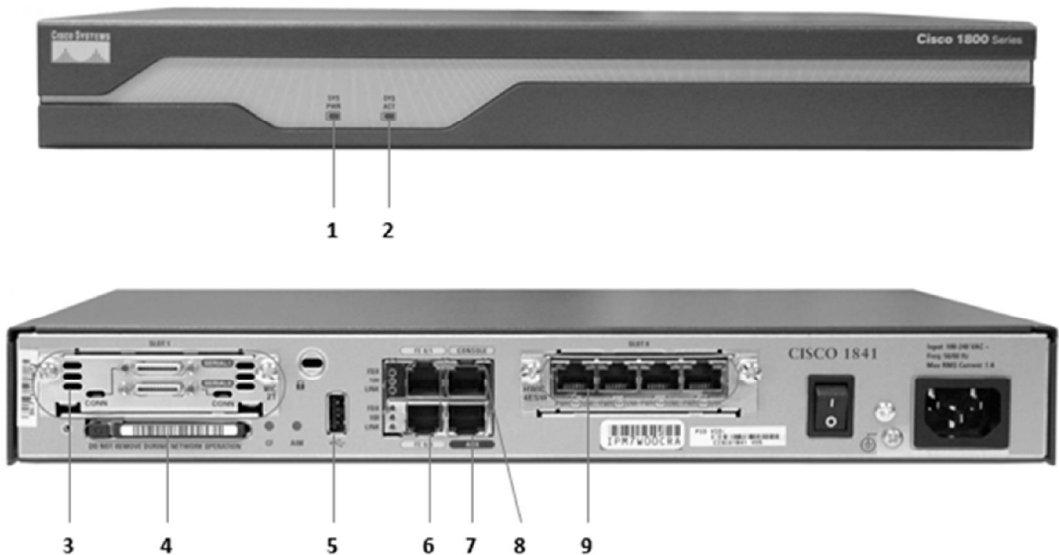
- інтерфейси (**Interfaces**) розміщують на системній платі або використовують як окремі модулі з можливістю їх заміни. Інтерфейси локальної мережі допускають під'єднання до мереж Ethernet, FastEthernet і GigabitEthernet. Синхронні послідовні Serial-інтерфейси використовують для під'єднання до глобальних мереж. Для під'єднання до мереж ISDN можуть бути встановленні додаткові інтерфейсні плати.

На рис. 1.1 показано зовнішній вигляд маршрутизатора з інтегрованими службами (ISR - Integrated Services Router) Cisco 1841. На передній панелі маршрутизатора розташовано 2 світлодіодних індикатори:

- живлення системи (SYS-PWR) – вказує на функціонування внутрішнього джерела живлення. Світлодіод дає рівне зелене світло (поз.1, рис.1.1);
- робота системи (SYS ACT) – мигання світлодіода вказує на те, що система активно передає пакети (поз.2, рис.1.1).

На зворотній стороні маршрутизатора розміщені порти та слоти для різних модулів:

- модульний слот 1 (SLOT 1) з платою високошвидкісного інтерфейсу глобальної мережі (HWIC – High-speed WAN Interface Card), що містить два послідовних порти Serial 1/0 та Serial 0/0 для під'єднання до глобальної мережі. Модульні слоти можуть використовувати для різних типів інтерфейсів (поз.3, рис.1.1);



**Рис. 1.1.** Зовнішній вигляд маршрутизатора Cisco 1841.

- ⇒ модуль для флеш-пам'яті (Compact Flash Module) використовують для зберігання операційної системи Cisco IOS та іншого службового програмного забезпечення маршрутизатора (поз.4, рис.1.1);
- ⇒ USB-порт (USB Port) забезпечує під'єднання USB флеш-накопичувачів, дозволяє користувачам зберігати образи і конфігурації, а також безпосередньо завантажуватися з USB флеш-накопичувачів (поз.5, рис.1.1);

- ⇒ вбудовані порти FastEthernet забезпечують можливість під'єднання до локальних мереж на швидкості 10/100 Мбіт/с (поз.6, рис.1.1);
- ⇒ допоміжний порт (Auxiliary Port) – цей порт використовують для налаштування маршрутизатора через модемне з'єднання (поз.7, рис.1.1);
- ⇒ консольний порт (Console Port) використовують для налаштування маршрутизатора з безпосередньо підключеного комп'ютера (поз.8, рис.1.1);
- ⇒ модульний слот 0 (SLOT 0) з чотирипортовим Ethernet-комутатором дозволяє під'єднання до різних пристроїв по локальній мережі (поз.9, рис.1.1).

Маршрутизатор працює під управлінням міжмережевої операційної системи (IOS – Internetworking Operating Software). Програму Cisco IOS пропонують користувачам у вигляді модулів, які називають образами. Розроблено багато різних типів і версій образів Cisco IOS для конкретних моделей маршрутизаторів, комутаторів і ISR. Перед початком конфігурування маршрутизатора необхідно з'ясувати, який образ і версія IOS завантажені.

## 1.2. Завантаження маршрутизатора

Процес завантаження маршрутизатора здійснюють трьома етапами (рис. 1.2).

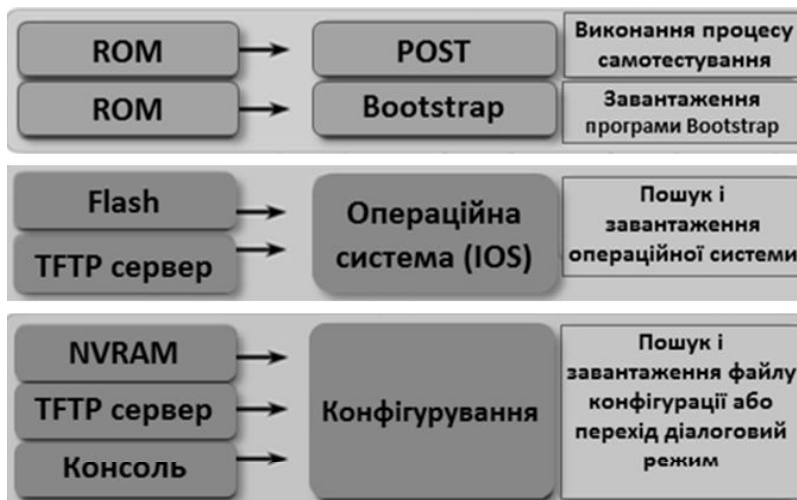


Рис. 1.2. Процес завантаження маршрутизатора

**Перший етап.** Виконання самотестування при ввімкненні живлення (**POST** – Power-on self-test) і запуск програми початкового завантаження (**Bootstrap**). Програма POST (зберігають в ROM) призначена для тестування апаратного забезпечення маршрутизатора. Після завершення програми POST завантажують програму початкового завантаження, яку зберігають в ROM. Програма призначена для пошуку коректного образу операційної системи IOS.

**Другий етап.** Пошук та завантаження операційної системи Cisco IOS. Програма початкового завантаження знаходить Cisco IOS і завантажує її в RAM. Файли Cisco

IOS можуть перебувати в одному з трьох місць: флеш-пам'ять, сервер TFTP, або інше місце, яке вказують у файлі початкової конфігурації. За замовчуванням програму Cisco IOS завантажують з флеш-пам'яті. Для виконання завантаження з інших місць необхідно змінити параметри конфігурації. Точне розміщення образу Cisco IOS, який буде завантажений у маршрутизатор, описують командою **boot system** у файлі конфігурації.

**Третій етап.** Пошук і виконання файлу початкової конфігурації або перехід в діалоговий режим. Після завантаження операційної системи Cisco IOS програма початкового завантаження шукає файл початкової конфігурації в енергонезалежній пам'яті (NVRAM). Цей файл містить збережені раніше команди і параметри конфігурації, включаючи адреси інтерфейсів, відомості про маршрутизацію, паролі та інші параметри конфігурації. Якщо файл конфігурації не буде знайдений, маршрутизатор запропонує користувачеві перейти в діалоговий режим налаштування, щоб приступити до конфігурування. Даний метод не потребує точних знань про конфігурування маршрутизатора. Для конфігурування достатньо відповісти на запитання, які ставить діалог конфігурації. У будь-який момент можна перейти в діалоговий режим конфігурування за допомогою команди **setup**. Якщо файл початкової конфігурації знайдений, він буде скопійований в RAM і на екрані з'явиться ім'я вузла. Поява такого повідомлення означає, що маршрутизатор успішно виконав завантаження програми Cisco IOS і файлу конфігурації.

Після успішного завантаження маршрутизатора можна скористатися командою **show version** для перевірки основних апаратних і програмних компонентів, що використовували у процесі завантаження, а також для усунення несправностей. Після виконання команди **show version** виводяться наступні дані (рис. 1.3):

```

Router#show version
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS(tm)2500 Software (C2500-I-L),Version 12.0(17a),RELEASE
SOFTWARE (fcl)
Copyright (c)1986-2002 by cisco Systems,Inc.
Compiled Mon 11-Feb-02 05:55 by kellythw
image text-base:0x00001000
ROM:system Bootstrap,Version 11.0(10c),SOFTWARE
BOOTFLASH :3000 Bootstrap Software (IGS-BOOT-R),Version
11.0(10c),RELEASE SOFTWARE(fcl)
System image file is "flash:c2500-i-1.120-17a.bin"
cisco 2500 (68030 processor(revision N)) With 2048K/2048K
bytes of memory.
processor bord ID 08860060,with hardware revision 00000000
Bridging software.
X.25 software,version 3.0.0.
1 Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Serial network interface(s)
32K bytes of non-volatile Configuration memory.
8192K bytes of processor board system flash (Read ONLY)
Configuration register is 0x2102
Router#
  
```

Версія IOS ←

Версія програми початкового завантаження (Bootstrap) ←

Файл образу IOS ←

Модель CPU ←

Об'єм RAM ←

Число і тип інтерфейсів ←

Об'єм пам'яті NVRAM ←

Об'єм Flash-пам'яті ←

Конфігураційний регістр ←

Рис. 1.3. Виконання команди *show version*

- використовувана версія ОС Cisco IOS;
- версія програми початкового завантаження системи (Bootstrap), яку зберігають у ROM і використовували для первинного завантаження маршрутизатора;
- повне ім'я файлу образу Cisco IOS і його місцезнаходження;
- тип центрального процесора маршрутизатора і обсяг RAM. При оновленні програми Cisco IOS може знадобитися збільшення обсягу RAM;
- кількість і тип фізичних інтерфейсів маршрутизатора;
- обсяг енергонезалежної пам'яті (NVRAM), в якій зберігається файл початкової конфігурації;
- обсяг флеш-пам'яті маршрутизатора. Флеш-пам'ять використовується для зберігання образу Cisco IOS. При оновленні Cisco IOS може знадобитися збільшення обсягу флеш-пам'яті;
- поточне встановлене значення конфігураційного реєстра програми – в шістнадцятковому виді.

Конфігураційний реєстр визначає процедуру завантаження маршрутизатора. Наприклад, на заводі, за замовчуванням, встановлюють значення конфігураційного реєстра 0x2102. Таке значення вказує, що маршрутизатор буде намагатися завантажити програму Cisco IOS з флеш-пам'яті, а файл початкової конфігурації – з NVRAM. Значення конфігураційного реєстра можна змінити, змінивши тим самим місце, де маршрутизатор буде шукати образ Cisco IOS і файл початкової конфігурації в процесі завантаження.

### 1.3. Конфігураційні файли

Важливо чітко зрозуміти відмінності між файлами початкової і поточної конфігурації (рис. 1.4).

#### **Файл початкової конфігурації (startup-config)**

Файл початкової конфігурації є збереженим файлом конфігурації, що при кожному ввімкненні маршрутизатора встановлює його попередньо налаштовані параметри (рис. 1.4). Цей файл зберігають в енергонезалежній пам'яті (NVRAM), що забезпечує його збереження навіть при вимкненні живлення маршрутизатора.

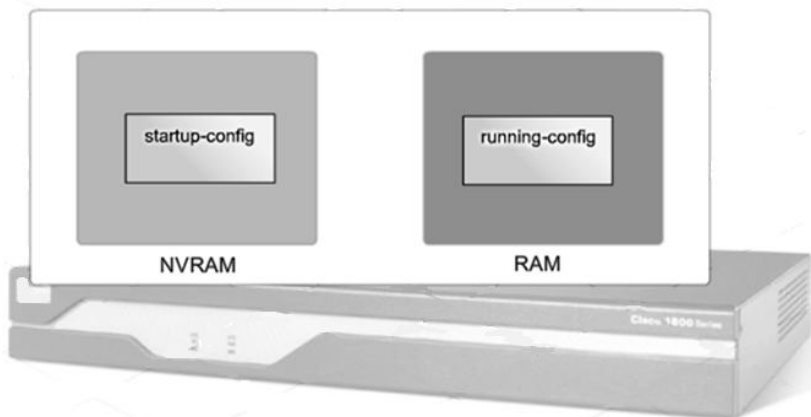


Рис. 1.4. Файли початкової та поточної конфігурації

При ввімкненні маршрутизатора файл початкової конфігурації копіюється з енергонезалежної пам'яті (NVRAM) в оперативну пам'ять (RAM). Коли файл початкової конфігурації завантажують в RAM, він визначає початкову поточну конфігурацію маршрутизатора, і таким чином, перетворюється у файл поточної конфігурації (running-config).

### Файл поточної конфігурації (running-config)

Термін «поточна конфігурація» стосується поточного файлу конфігурації, що виконується в RAM маршрутизатора. Цей файл містить команди, що визначають принципи роботи пристрою в мережі. Файл поточної конфігурації зберігають в оперативній пам'яті маршрутизатора. Поки цей файл знаходиться в RAM, можна вносити зміни в конфігурацію і в різні параметри маршрутизатора. Однак, при кожному вимкненні маршрутизатора поточну конфігурацію втрачають, якщо її не зберегти у файлі початкової конфігурації. Зміни налаштування у файлі початкової конфігурації автоматично не зберігаються. Необхідно вручну скопіювати поточну виконувану конфігурацію в файл початкової конфігурації.

## 1.4. Під'єднання комп'ютера до маршрутизатора

Існує два способи під'єднання комп'ютера до маршрутизатора для його налаштування і моніторингу: управління поза каналом передавання даних (out-of-band management) та управління через канал передавання даних (in-band management) (рис. 1.5).

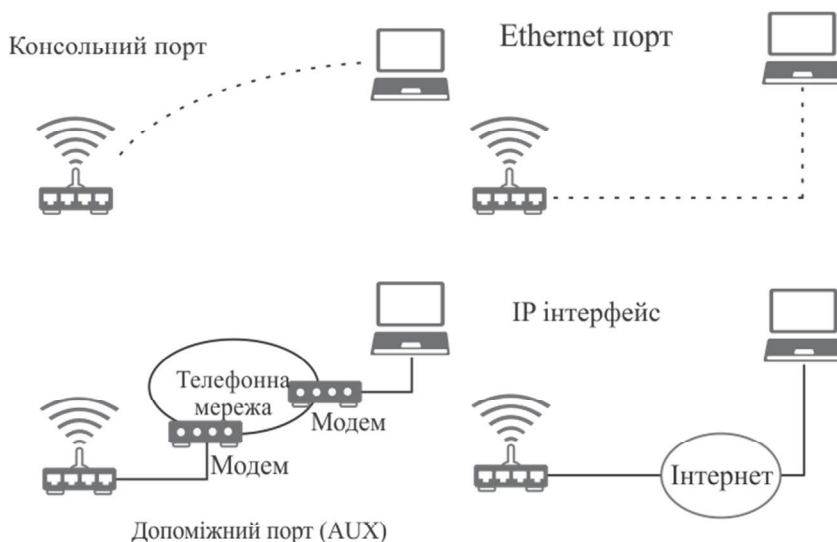


Рис. 1.5. Способи під'єднання комп'ютера до маршрутизатора

### Управління поза каналом передавання даних (out-of-band management)

Для управління поза каналом передавання даних необхідно, щоб комп'ютер був безпосередньо під'єднаний до консольного порту або до допоміжного порту (AUX) маршрутизатора. Під'єднання маршрутизатора до локальної мережі при цьому не обов'язкове. Спосіб управління поза каналом передавання даних використовують при початковому налаштуванні маршрутизатора, оскільки неналаштований мережевий пристрій не бере участі у роботі мережі. Крім того, цей спосіб використовують в тому ви-



падку, якщо зв'язок з мережею поганий і до маршрутизатора не можливо під'єднатися віддалено. Для здійснення управління поза каналом передавання даних необхідно на комп'ютері встановити клієнт емуляції терміналу (наприклад, HyperTerminal).

### Управління через канал передавання даних (in-band management)

Управління через канал передавання даних використовують для моніторингу та внесення змін у конфігурацію маршрутизатора за допомогою мережевих підключень. Щоб встановити зв'язок комп'ютера з маршрутизатором і виконати завдання по налаштуванню чи управлінню, потрібно під'єднати до мережі хоча б один налаштований мережевий інтерфейс пристрою. Для під'єднання маршрутизатора у режимі управління через канал передавання даних використовують два протоколи – Telnet або SSH. Відслідковувати роботу маршрутизатора або змінювати його конфігурацію можна через веб-браузер або клієнт Telnet. Маршрутизатори Cisco можна налаштовувати двома методами: за допомогою інтерфейсу командного рядка **CLI (Command Line Interface)** Cisco IOS та за допомогою веб-інструменту **SDM (Security Device Manager)**.

Інтерфейс командного рядка (CLI) – це текстова програма, що дозволяє вводити і виконувати команди Cisco IOS, і таким чином налаштовувати, відстежувати і обслуговувати пристрої Cisco. В Cisco CLI можна виконувати завдання управління поза каналом передавання даних (out-of-band management) та управління через канал передавання даних (in-band management).

За допомогою команд CLI можна змінювати конфігурацію пристрою і відображати поточний статус процесів у маршрутизаторі. За допомогою CLI досвідчені користувачі можуть заощадити багато часу при створенні конфігурацій різної складності. Майже у всіх мережевих пристроїв Cisco CLI інтерфейс подібний. Після завершення послідовності операцій при ввімкненні маршрутизатора і появи на екрані повідомлення **Router>** можна використовувати CLI для введення команд Cisco IOS (рис. 9.6).

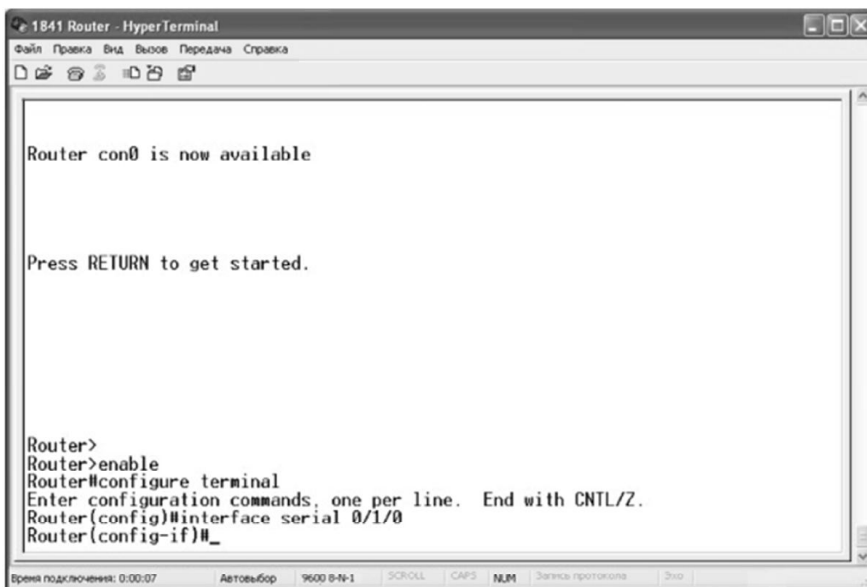


Рис. 1.6. Інтерфейс командного рядка (CLI) Cisco IOS

Для CLI розроблена велика довідкова система. Фахівці, які знають команди CLI і вміють їх використовувати, можуть легко відстежувати і налаштовувати різні мережеві пристрої.

Засіб SDM – це веб-інструмент управління маршрутизатором. На відміну від командного рядка, SDM можна застосовувати тільки для завдань управління через канал передавання даних (in-band management).

SDM Express спрощує налаштування початкової конфігурації маршрутизатора. Базову конфігурацію маршрутизатора створюють швидко і легко в покроковому режимі (рис. 1.7).

Повний пакет SDM включає в себе розширені можливості, наприклад:

- налаштування додаткових підключень до мереж LAN і WAN;
- створення міжмережєвих екранів;
- налаштування VPN-підключень;
- вирішення завдань, пов'язаних з безпекою.

SDM підтримує широкий діапазон версій Cisco IOS. Їх поставляють безоплатно разом з багатьма маршрутизаторами Cisco. Якщо в маршрутизаторі встановлено засіб SDM, рекомендують використовувати його для налаштування початкової конфігурації маршрутизатора. Це здійснюють шляхом під'єднання до маршрутизатора через наявний на ньому мережевий порт.

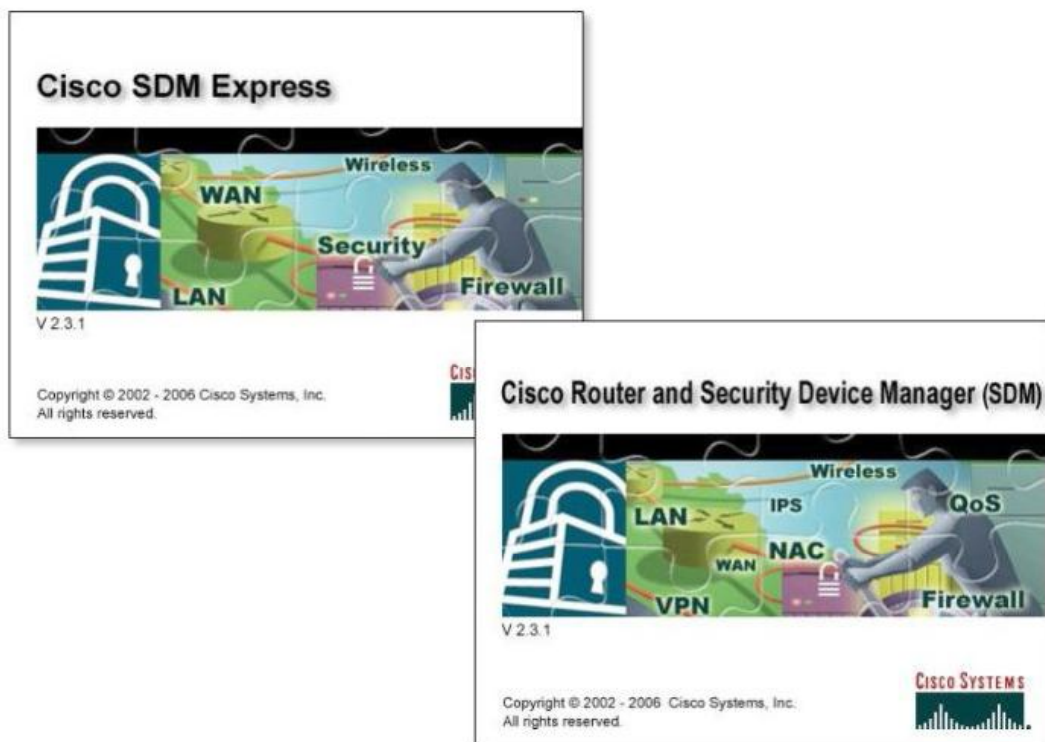


Рис. 1.7. Використання SDM Express

## 1.5. Налаштування базової конфігурації маршрутизатора за допомогою Cisco SDM Express

Cisco Security Device Manager (SDM) Express – це засіб з пакету менеджера маршрутизаторів та пристроїв безпеки Cisco, що спрощує створення базової конфігурації маршрутизатора. Перед використанням SDM Express необхідно з'єднати комп'ютер з маршрутизатором через Ethernet інтерфейс. Графічний інтерфейс SDM Express забезпечує покрокові інструкції для початкової конфігурації маршрутизатора. Після створення конфігурації маршрутизатор буде доступний в локальній мережі. Крім того, у нього можуть бути налаштовані з'єднання з мережею WAN, міжмережевий екран і до 30 функцій безпеки.

На екрані базової конфігурації SDM Express представлені основні параметри налаштування маршрутизатора (рис. 1.8).

Для налаштування необхідна наступна інформація:

➤ **Host name** (ім'я вузла) – вказується ім'я маршрутизатора;

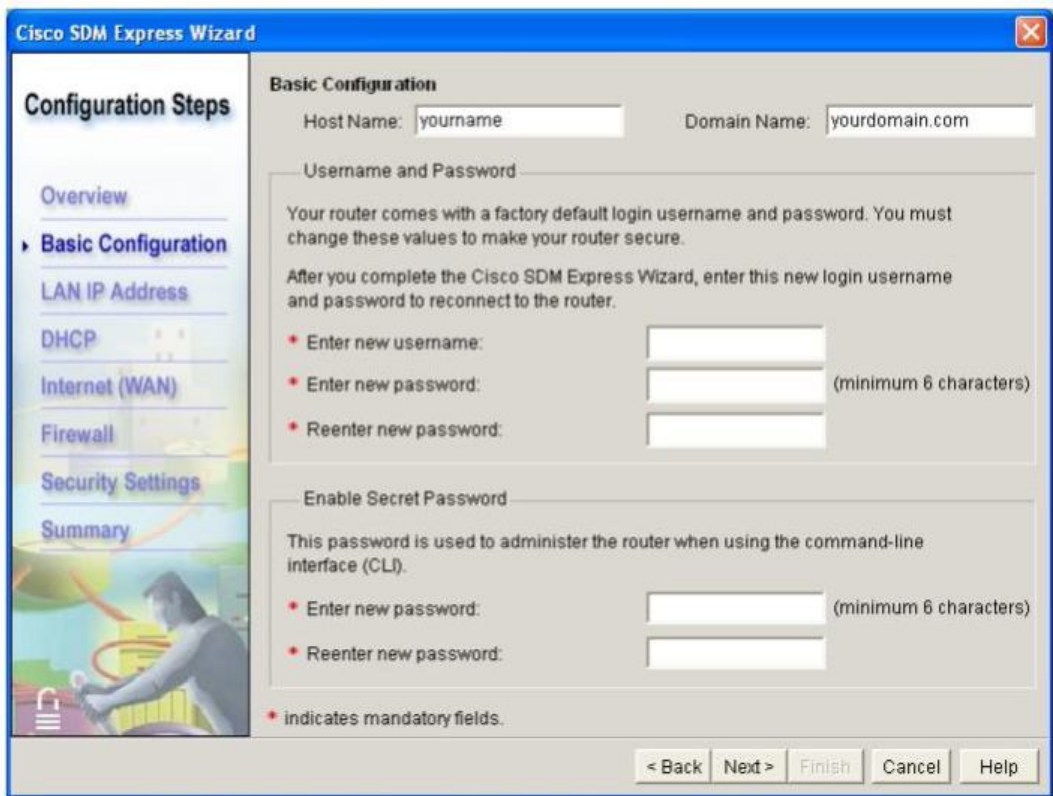


Рис. 1.8. Екран SDM Express для налаштування базової конфігурації маршрутизатора

➤ **Domain name** (доменне ім'я) – вказується доменне ім'я організації;

➤ **Username and password** (ім'я користувача і пароль) – задається ім'я користувача та пароль доступу до SDM Express для налаштування маршрутизатора та відстеження його стану. Пароль має містити не менше шести символів;

- **Enable secret password** (встановлення секретного пароля) – задання пароля, що визначає доступ користувача до маршрутизатора для внесення змін у конфігурацію за допомогою інтерфейсу командного рядка, програми Telnet або консольних портів. Пароль має містити не менше шести символів.

Параметри конфігурації LAN дають можливість налаштувати IP-адреси та підмереві маски інтерфейсів маршрутизатора (рис. 1.9).

Із списку **Interface** (інтерфейс) вибирають інтерфейс, який потрібно налаштувати. В полях **IP Address** (IP-адреса) та **Subnet Mask** (маска підмереві) задають відповідно IP адресу та підмеревеву маску для обраного інтерфейсу.

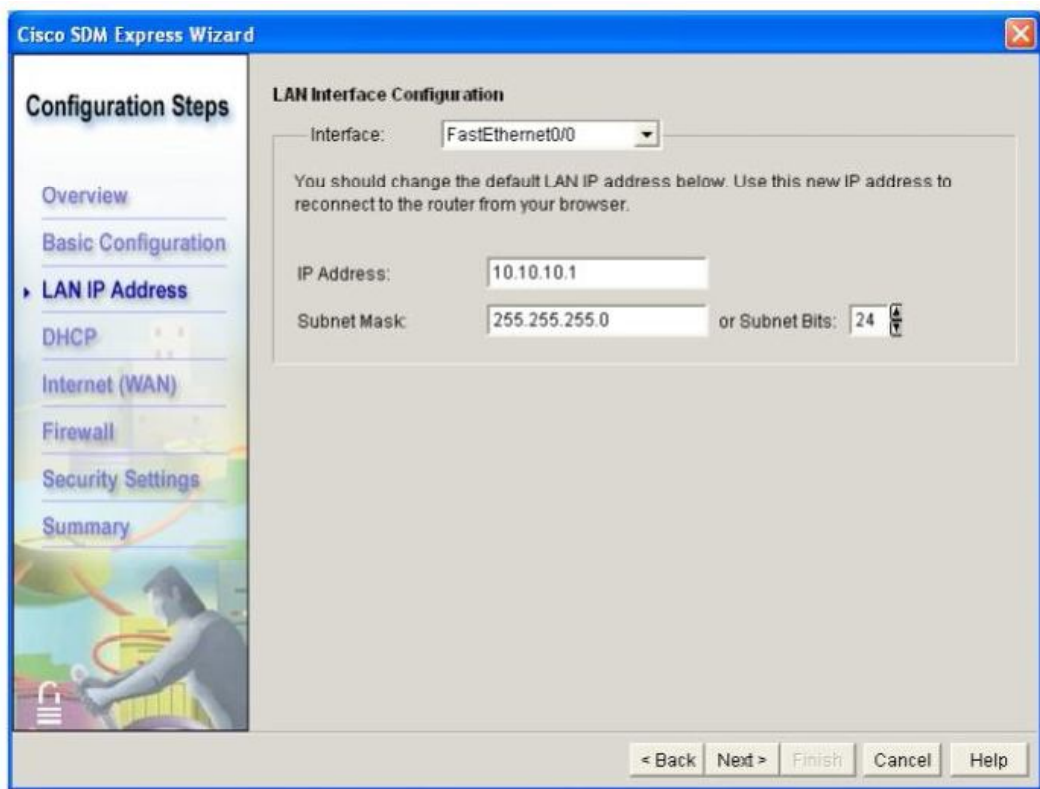


Рис. 1.9. Екран SDM Express для налаштування інтерфейсів маршрутизатора

За допомогою SDM Express маршрутизатор можна налаштувати як сервер DHCP, який буде динамічно призначати адреси комп'ютерам у внутрішній локальній мережі. Щоб використати маршрутизатор у якості сервера DHCP, потрібно встановити прапорець **Enable DHCP Server on the LAN interface** (рис. 1.10).

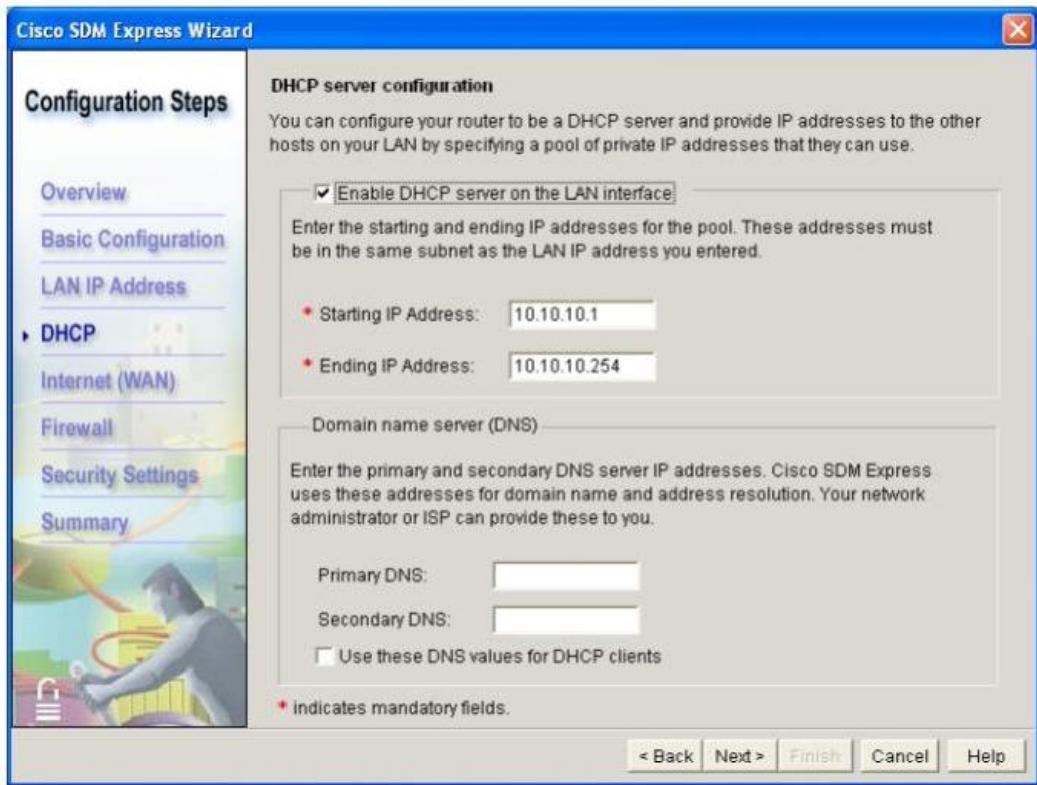


Рис. 1.10. Екран SDM Express для налаштування маршрутизатора в якості сервера DHCP

Встановлення цього прапорця дозволяє маршрутизатору призначати приватні IP-адреси комп'ютерам у локальній мережі. IP-адреси надають вузлам на визначений термін. Протокол DHCP використовує діапазон допустимих IP-адрес. За замовчуванням для допустимого діапазону адрес використовують IP-адресу і маску підмережі, що задані для інтерфейсу мережі LAN. **Початкова адреса (Starting IP Address)** та **кінцева адреса (Ending IP Address)** мають знаходитись у тій же мережі або підмережі, що й LAN інтерфейс маршрутизатора. Також у даному вікні можна задати основний (**Primary DNS**) та додатковий (**Secondary DNS**) DNS сервери. Вибір параметра **Use these DNS values for DHCP clients** (використовувати ці значення DNS для клієнтів DHCP) дозволяє серверу DHCP призначати клієнтам DHCP налаштування DNS.

За допомогою засобу Cisco SDM Express здійснюють лише базове налаштування маршрутизаторів Cisco. SDM Express підтримує не всі команди налаштування та відстеження роботи мережевих пристроїв. Для більш точного налаштування потрібно використовувати інтерфейс командного рядка (CLI) маршрутизатора.

### Контрольні питання до розділу

1. Які функції виконує маршрутизатор?
2. Які апаратні компоненти входять до складу маршрутизатора?
3. Якою є правильна послідовність кроків при запуску маршрутизатора Cisco?
  - a) пошук і завантаження файлу конфігурації; пошук і завантаження операційної системи; завантаження bootstrap; тестування апаратних засобів;
  - b) тестування апаратних засобів; пошук і завантаження операційної системи; завантаження bootstrap; пошук і завантаження файлу конфігурації;
  - c) тестування апаратних засобів; завантаження bootstrap; пошук і завантаження операційної системи; пошук і завантаження файлу конфігурації;
  - d) завантаження bootstrap; тестування апаратних засобів; пошук і завантаження операційної системи; пошук і завантаження файлу конфігурації;
4. Яке, по замовчанню, наступне місце пошуку маршрутизатором зображення IOS, якщо його немає в flash пам'яті?
  - a) RAM;
  - b) ROM;
  - c) TFTP;
  - d) NVRAM.
5. Які основні функції здійснює файл конфігурації після завантаження на маршрутизаторі?
  - a) примушує інші команди завантажуватися в пам'ять;
  - b) перевіряє працездатність процесора, пам'яті та всіх інтерфейсних плат маршрутизатора;
  - c) перевіряє технічні засоби і програмні компоненти маршрутизатора і виводить їх список на терміналі оператора;
  - d) запускає процеси маршрутизації, встановлює адреси для інтерфейсів.
6. Які із наведених даних не виводяться після виконання команди **show version**?
  - a) версії протоколів мережевого рівня;
  - b) повне ім'я файлу образу Cisco IOS і його місцезнаходження;
  - c) обсяг енергонезалежної пам'яті (NVRAM);
  - d) кількість і тип фізичних інтерфейсів маршрутизатора.
7. Якою є функція програми POST?
  - a) примушує інші команди завантажуватися в пам'ять;
  - b) перевіряє працездатність процесора, пам'яті та всіх інтерфейсних плат маршрутизатора;
  - c) перевіряє технічні засоби і програмні компоненти маршрутизатора і виводить їх список на терміналі оператора;
  - d) запускає процеси маршрутизації, встановлює адреси для інтерфейсів.
8. Які відмінності між файлом початкової конфігурації та файлом поточної конфігурації?
9. Які існують способи під'єднання комп'ютера до маршрутизатора для його налаштування і моніторингу?

- 
10. Який спосіб під'єднання комп'ютера до маршрутизатора використовують при початковому налаштуванні маршрутизатора?
    - a) через порт консолі;
    - b) через послідовний інтерфейс;
    - c) через будь-який локальний інтерфейс;
    - d) через інтерфейс додатковий порт.
  11. Які існують методи налаштування маршрутизаторів Cisco?
    - a) Яку команду потрібно використати, щоб перевірити звідки було завантажено файл конфігурації?
    - b) Router# show version;
    - c) Router# show register;
    - d) Router# show running-config;
    - e) Router# show startup-config.
  12. Вказати переваги використання засобу Cisco SDM Express при конфігуруванні маршрутизатора?

## Розділ 2

### Діагностування маршрутизатора за допомогою інтерфейсу командного рядка CLI

- ◆ Рівні доступу до CLI
- ◆ Допомога користувачу
- ◆ Команди перегляду стану маршрутизатора
- ◆ Тестування мережі

#### 2.1. Рівні доступу до CLI

Cisco IOS підтримує два рівні доступу до CLI: режим користувача (user EXEC mode) і привілейований режим (privileged EXEC mode) (рис. 2.1).

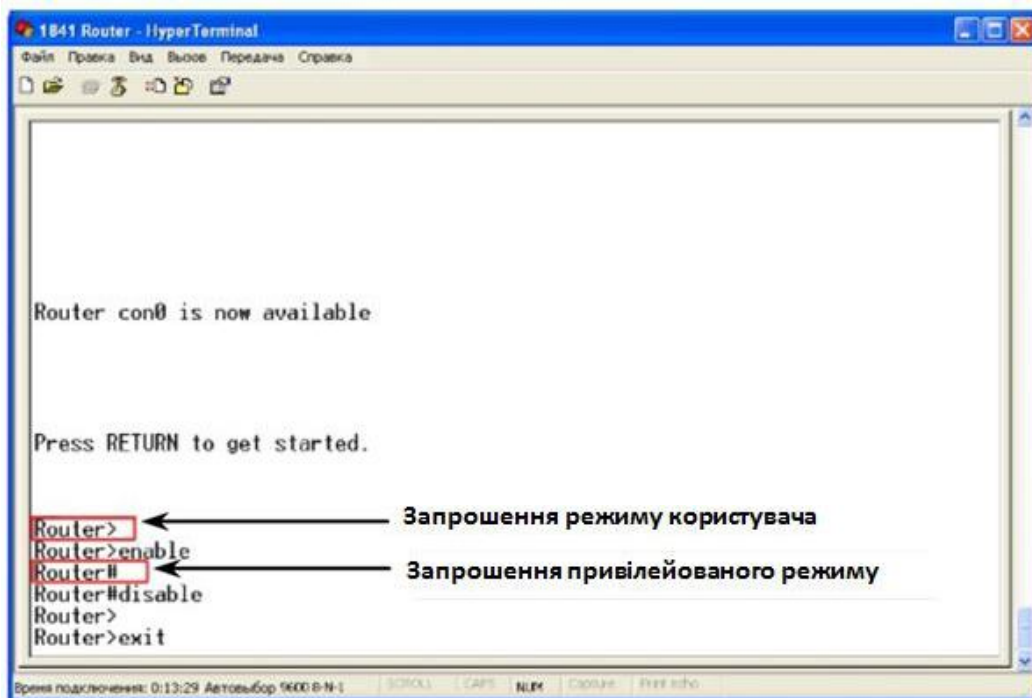


Рис. 2.1. Перехід між режимами роботи маршрутизатора

При ввімкненні маршрутизатора Cisco IOS, за замовчуванням, встановлюють режим доступу користувача. У цьому режимі запрошення командного рядка має наступний вигляд:

**Router>**

У режимі користувача (user EXEC mode) можна виконувати лише команди, що дозволяють переглядати інформацію про стан маршрутизатора та здійснювати діагностику за допомогою команд **show**, а також утиліт **ping** і **tracert**. В даному режимі обмежені можливості перегляду конфігурації та пошуку неполадок.



Для виходу з режиму користувача у будь-який момент можна використати команду **logout**. Якщо протягом певного періоду часу не вводити ніяких команд, виникає тайм-аут і маршрутизатор автоматично завершує сеанс роботи з інтерпретатором. Для налаштування маршрутизатора необхідно мати привілейовані права доступу. Щоб перейти з режиму користувача в привілейований режим, потрібно ввести в командному рядку команду **enable**. Якщо налаштовано пароль на вхід в привілейований режим, то з'явиться рядок із запрошенням для вводу паролю. Командний рядок відповідно зміниться. У цьому режимі запрошення командного рядка має наступний вигляд:

```
Router>enable
```

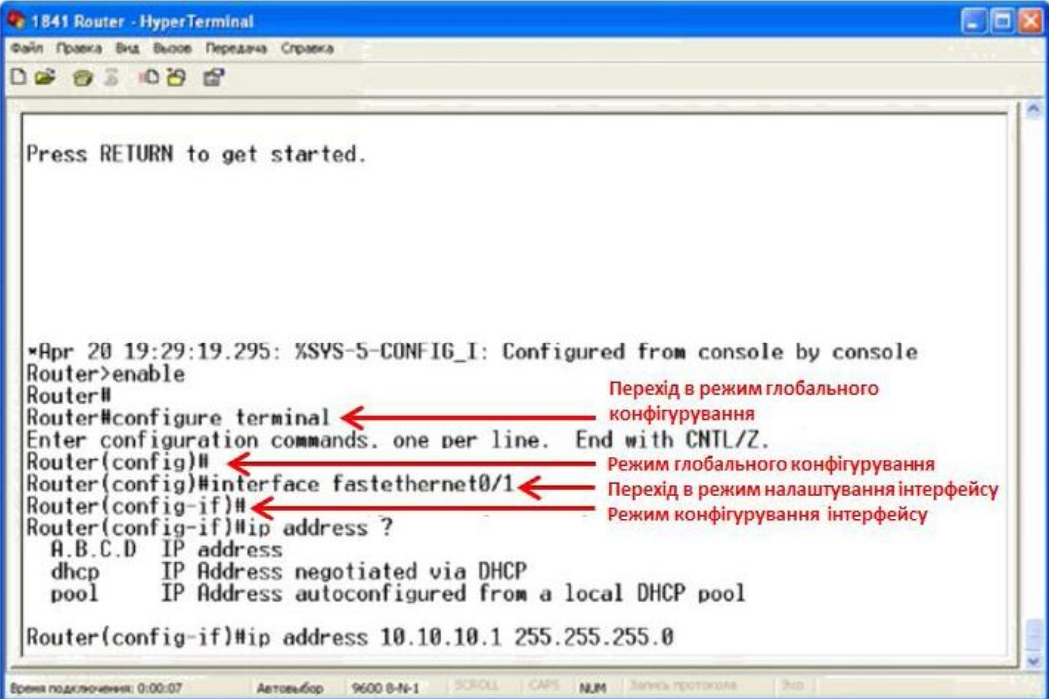
```
Password: [не виводиться на екран]
```

```
Router#
```

Вихід з режиму привілейованого доступу та повернення в режим користувача здійснюють командою **disable** або **exit**. Вхід в обидва режими можна захистити паролем або комбінацією імені користувача і пароля. Лише з привілейованого режиму користувач може перейти в режим глобального конфігурування (global configuration mode) для налаштування маршрутизатора (рис. 2.2). Щоб увійти в режим глобального конфігурування, потрібно у привілейованому режимі ввести команду **configure terminal**. У цьому режимі запрошення командного рядка буде мати наступний вигляд:

```
Router(config)#
```

З режиму глобального конфігурування адміністратор може увійти в інші підрежими.



```
1841 Router - HyperTerminal
Файл Правка Вид Вибір Передача Справка
Press RETURN to get started.

*Apr 20 19:29:19.295: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router>enable
Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
Router(config)#interface fastethernet0/1
Router(config-if)#
Router(config-if)#ip address ?
  A.B.C.D IP address
  dhcp   IP Address negotiated via DHCP
  pool   IP Address autoconfigured from a local DHCP pool
Router(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
```

Перехід в режим глобального конфігурування

Режим глобального конфігурування

Перехід в режим налаштування інтерфейсу

Режим конфігурування інтерфейсу

Время подключения: 0:00:07    Автовыбор    9600 B-N-1    SCROLL    CAPS    NUM    Запись протокола    Звук

Рис. 2.2. Перехід в режим глобального конфігурування маршрутизатора

Для налаштування інтерфейсів використовують режим конфігурування інтерфейсу. Для переходу в режим конфігурування інтерфейсу потрібно ввести в режимі глобального конфігурування команду **interface [тип] [номер]**. У цьому режимі запрошення командного рядка має наступний вигляд:

```
Router(config-if)#
```

## 2.2. Допомога користувачу

У CLI Cisco IOS є функції, що допомагають викликати необхідні команди конфігурації. При налаштуванні маршрутизатора особливо корисною є функція виклику контекстної довідки. Якщо ввести в командному рядку команду **help**, то можна отримати короткий опис про користування довідковою системою.

### Router#help

Якщо ввести в командному рядку команду **?**, то з'явиться список усіх команд, які можна вводити в даному режимі.

### Router#?

#### Exec commands:

1	2
<1-99>	<b>Session number to resume</b> (номер сеансу зв'язку, який було тимчасово припинено)
<b>access-enable</b>	<b>Create a temporary Access-List entry</b> (створення тимчасового ACL входження)
<b>access-profile</b>	<b>Apply user-profile to interface</b> (використовує профілі користувачів на інтерфейсі PPP)
<b>access-templete</b>	<b>Create a temporary Access-List entry</b> (створення тимчасового ACL входження)
<b>bfe</b>	<b>For manual emergency modes setting</b> (для задання вручну аварійної зупинки)
<b>cd</b>	<b>Change current directory</b> (зміна поточного каталогу)
<b>clear</b>	<b>Reset functions</b> (функція очищення)
<b>clock</b>	<b>Manage the system clock</b> (управління системним часом)
<b>configure</b>	<b>Enter configuration mode</b> (ввійти у режим конфігурування)
<b>connect</b>	<b>Open a terminal connection</b> (відкрити з'єднання з терміналом)
<b>copy</b>	<b>Copy from one file to another</b> (копіювати конфігурацію чи образ IOS)
<b>debug</b>	<b>Debugging functions (see also 'undebug')</b> (функція налаштування, див. також undebug)

*Продовження*

1	2
<b>delete</b>	<b>Delete a file</b> (видалити файл)
<b>dir</b>	<b>List files on a filesystem</b> (відображення списку файлів системи)
<b>disable</b>	<b>Turn off privileged commands</b> (вихід з привілейованого режиму)
<b>disconnect</b>	<b>Disconnect an existing network connection</b> (закрити існуюче мережеве з'єднання)
<b>enable</b>	<b>Turn on privileged commands</b> (дозволити використання команд привілейованого режиму)
<b>erase</b>	<b>Erase a filesystem</b> (видалити файл системи)
<b>exit</b>	<b>Exit from the EXEC</b> (завершити роботу інтерпретатора EXEC)
<b>help</b>	<b>Description of the interactive help system</b> (опис діалогової довідкової системи)
<b>lock</b>	<b>Lock the terminal</b> (заблокувати термінал)
<b>login</b>	<b>Log in as a particular user</b> (zareestruvatisia yak konkretний користувач)
<b>logout</b>	<b>Exit from the EXEC</b> (завершити роботу інтерпретатора EXEC)
<b>more</b>	<b>Display the contents of a file</b> (перегляд вмісту файлу)
<b>mrinfo</b>	<b>Request neighbour and version information from a multicast router</b> (запит до групового маршрутизатора про інформацію щодо сусіда та його версію)
<b>mstat</b>	<b>Show statistics after multiple multicast traceroutes</b> (вивести статистичні дані після багатократного відслідковування групових маршрутів)
<b>mtrace</b>	<b>Trace reverse multicast path from destination to source</b> (відслідкувати груповий маршрут у напрямку вузла призначення)
<b>name-connection</b>	<b>Name an existing network connection</b> (дати ім'я існуючому мережевому з'єднанню)
<b>no</b>	<b>Disable debugging functions</b> (заборонити використання функцій відналагоджування)
<b>pad</b>	<b>Open a X.29 PAD connection</b> (відкрити з'єднання X.29 PAD)
<b>ping</b>	<b>Send echo messages</b> (послати echo-повідомлення)

*Продовження*

1	2
<b>ppp</b>	<b>Start IETF Point-to-Point Protocol (PPP)</b> (запустити протокол PPP IETF)
<b>pwd</b>	<b>Display current working directory</b> (відобразити поточний робочий каталог)
<b>reload</b>	<b>Halt and perform a cold restart</b> (провести холодне перезавантаження системи після зупинки)
<b>resume</b>	<b>Resume an active network connection</b> (відновити активне мережеве з'єднання)
<b>rlogin</b>	<b>Open an rlogin connection</b> (відкрити з'єднання rlogin)
<b>rsh</b>	<b>Execute a remote command</b> (виконати віддалену команду)
<b>send</b>	<b>Send a message to other tty lines</b> (надіслати повідомлення по іншій tty лінії)
<b>set</b>	<b>Set system parameter (not config)</b> (встановити параметри системи)
<b>setup</b>	<b>Run the SETUP command facility</b> (виконати команду SETUP)
<b>show</b>	<b>Show running system information</b> (вивести поточну інформацію про систему)
<b>Slip</b>	<b>Start Serial-line IP (SLIP)</b> (стартувати протокол SLIP)
<b>start-chat</b>	<b>Start a chat-script on a line</b> (стартувати chat-скрипт по каналу передавання)
<b>systat</b>	<b>Display information about terminal lines</b> (вивести інформацію про канали передавання)
<b>telnet</b>	<b>Open a telnet connection</b> (відкрити з'єднання по Telnet)
<b>terminal</b>	<b>Set terminal line parameters</b> (встановити параметри відображення терміналу)
<b>test</b>	<b>Test subsystems, memory, and interfaces</b> (тестувати підсистему, пам'ять та інтерфейси)
<b>traceroute</b>	<b>Trace route to destination</b> (відслідкувати маршрут до вузла призначення)
<b>tunnel</b>	<b>Open a tunnel connection</b> (відкрити тунельне з'єднання)
<b>undebug</b>	<b>Disable debugging functions (see also 'debug')</b> (заборонити виконання функцій налаштування, див. також debug)
<b>undelete</b>	<b>Undelete a file</b> (відновити знищений файл)
<b>verify</b>	<b>Verify a file</b> (перевірити контрольну суму вмісту файлу)

Продовження

1	2
where	<b>List active connections</b> (вивести перелік активних з'єднань)
write	<b>Write running configuration to memory, network, or terminal</b> (записати поточну конфігурацію в пам'ять, передати по мережі або на термінал)
x3	<b>Set X.3 parameters on PAD</b> (встановити параметри X.3 в PAD)

Повідомлення **—More—** вказує, що на екран виведено не всю інформацію. Можна натискати клавішу Enter для перегляду по стрічках або клавішу пробілу для перегляду наступного екрану.

Для отримання допоміжної інформації про синтаксис певної команди, для її коректного введення потрібно ввести символ ? після її імені. Причому введення ? одразу після заданих декількох символів команди дозволить побачити всі команди, що починаються з таких символів (рис. 2.3).

**Router#con?**

configure connect

Якщо вказано достатню кількість символів, щоб команду було розпізнано, наприклад **conf** рівнозначно **configure**, її введення можна завершити і розпочати введення аргументів. При умові введенні достатньої кількості символів, для розпізнання команди використовують клавішу **Tab** для автоматичного її доповнення (робити це необов'язково, оскільки маршрутизатор вже розпізнав команду).

**Router#conf[Tab]**

**Router#configure**

```

1841 Router - HyperTerminal
Файл Правка Вид Висов Передача Справка

Router>enable
Router#con?
configure connect ← Команди, що доступні по початковому фрагменті
                    команди
Router#configure ?
  confirm      Confirm replacement of running-config with a new config
               file
  memory       Configure from NV memory
  network      Configure from a IFIP network host
  overwrite-network Overwrite NV memory from IFIP network host
  replace      Replace the running-config with a new config file
  terminal     Configure from the terminal
  <cr>

Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#

```

Рис. 2.3. Отримання довідки в CLI Cisco IOS

Як правило, команди мають декілька рівнів вкладеності. Це означає, що потрібно задати декілька аргументів. Для перегляду всіх можливих аргументів потрібно задати ? після команди та додаткового пробілу. Значення <cr> (carrier return – символічне позначення клавіші Enter), означає, що на даному етапі введення команди можна завершити.

```
Router#configure ?
confirm          Confirm replacement of running-config with a new config file
memory          Configure from NV memory
overwrite-network Overwrite NV memory from TFTP network host
replace         Replace the running-config with a new config file
terminal        Configure from the terminal
```

```
<cr>
```

```
Router#configure t ?
```

```
<cr>
```

Іноді користувачі вводять команди з помилкою. Якщо команда введена не повністю або її не вдається розпізнати, з'явиться відповідне повідомлення CLI. Символом «%», зазначають початок повідомлення про помилку. Наприклад, якщо введена команда **interface** без додаткових параметрів, то з'явиться повідомлення про помилку, яке вказує, що команда введена не повністю (рис. 2.4):

```

Новое подключение - HyperTerminal
Файл Правка Вид Вывод Передача Справка

Router>en
Router#config t
Enter configuration commands, one per line. End
with CNTL/Z.
Router(config)#interface
% Incomplete command
Router(config)#interface ethurnet
^
% Invalid input detected at '^' marker

Router(config)#interface ?

Ethernet          IEEE 802.3
FastEthernet      FastEthernet IEEE 802.3
GigabitEthernet   GigabitEthernet IEEE 802.3z
Loopback          Loopback interface
Serial            Serial
Vlan              Catalyst Vlans

FastEthernet IEEE 802.3

```

Рис. 2.4. Повідомлення про помилку в CLI Cisco IOS

% Incomplete command (Команда не завершена)

Щоб коректно завершити команду, можна скористатись символом ? для отримання списку доступних параметрів.

Якщо введена неправильна команда, з'явиться наступне повідомлення:

**% Invalid input detected** (неприпустима команда)

Іноді важко помітити помилку в неправильно введеної команді. На цей випадок, в CLI є індикатор помилок. У тому місці рядка команди, де знаходиться неправильний або нерозпізнаний символ, з'являється знак вставки '^'. Завдяки цьому, користувач може повернутися до потрібного місця і ввести необхідні зміни або ж визначити правильну команду за допомогою функції довідки. Крім цього, в Cisco IOS CLI є функція виклику раніше введених команд. Ця функція особливо зручна при введенні довгих або складних команд чи записів. Її викликають за допомогою команди **show history**.

**Router#show history**

```
enable
    running-config
    show interface
    configure terminal
    show ip route
    show history
```

**Router#**

Збереження історії введення команд включається за замовчуванням, і система фіксує 10 записів командних рядків в буфері. Щоб змінити кількість командних рядків, які записує система протягом сеансу, використовують команди **terminal history size** або **history size**. Максимальна кількість командних рядків, що можуть бути записані – 256. Для виклику з буферу останньої введеної команди використовують комбінацію клавіш **Ctrl-P** або клавішу зі стрілкою вгору (↑). Для виклику наступних команд необхідно повторити процедуру. Для роботи з командною стрічкою використовують декілька комбінацій клавіш, що приведені в табл. 2.1.

Таблиця. 2.1.

**Комбінації клавіш для роботи в командному рядку Cisco IOS CLI**

Комбінація клавіш	Виконувана дія
<b>Ctrl+A</b>	Переміщення на початок командної стрічки
<b>Ctrl+E</b>	Переміщення в кінець командної стрічки
<b>Ctrl+F</b> або →	Переміщення на один символ вперед
<b>Ctrl+B</b> або ←	Переміщення на один символ назад
<b>Ctrl+P</b> або ↑	Повторити введення останньої команди
<b>Ctrl+N</b> або ↓	Викликати останню введenu команду
<b>Esc+F</b>	Переміститися на одне слово вперед
<b>Esc+B</b>	Переміститися на одне слово назад

### 2.3. Команди перегляду стану маршрутизатора

Для перевірки стану маршрутизатора є декілька команд, що вводять в привілейованому режимі. Вони дозволяють переглядати інформацію про конфігурацію та режим роботи пристрою (рис. 2.5).

Фахівці з обслуговування мережі широко використовують команди **show** для перегляду файлів конфігурації, перевірки стану інтерфейсів, а також для контролю робочого стану маршрутизатора. За допомогою команди **show** можна відобразити стан практично будь-якого процесу або функції маршрутизатора. Найбільш вживаними командами є:

**show processes** – виводить перелік активних процесів та рівень навантаження CPU маршрутизатора: за останні 5 секунд, 1 хвилину та 5 хвилин. До інформації про процеси відносять: **PID** – ідентифікаційний номер кожного процесу; **QTy** – пріоритет в черзі та стан процесу; **PC** – лічильник програм; **Runtime** – час CPU, відведений під процес; **Invoked** – загальний час активності процесу; **uSecs** – час CPU, відведений під виклик кожного процесу; **Stacks** – нижня межа і загальний доступний об'єм стеку в байтах; **TTY** – вказує який термінал керує процесом; **Process** – ім'я процесу.

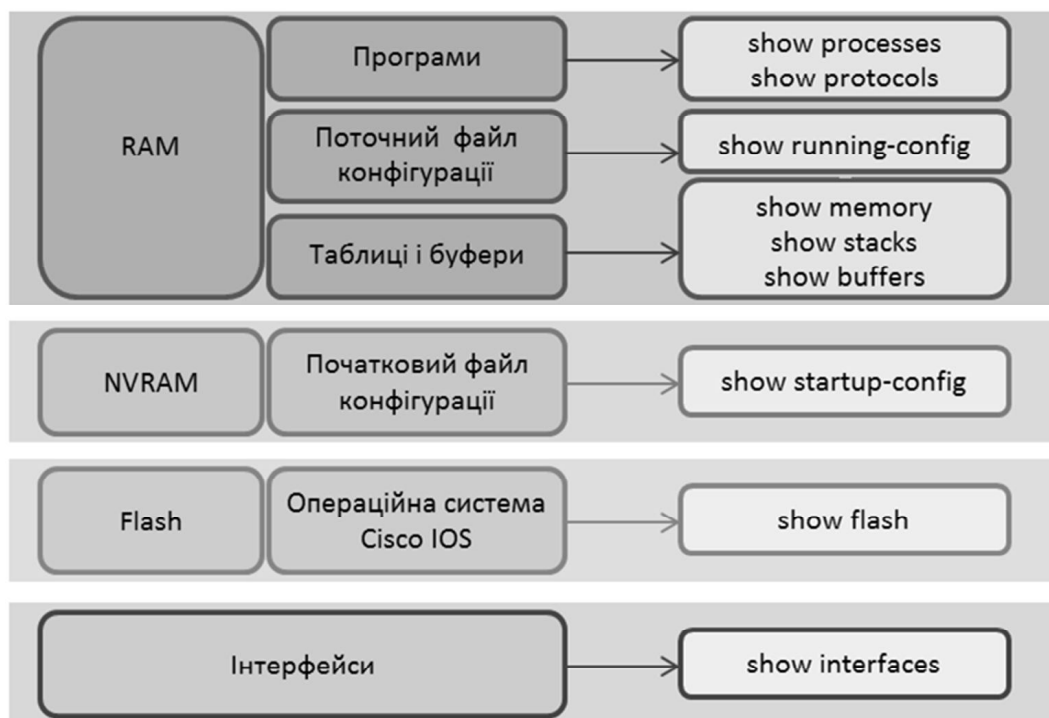


Рис. 2.5. Використання команд **show** для перегляду стану маршрутизатора

```
ISPRouter#show processes
```

[Виводиться лише фрагмент даних виконання команди]

```
CPU utilization for five seconds: 0%/0%; one minute: 0%; five minutes: 0%
```



PID	QTy	PC	Runtime (ms)	Invoked	uSecs	Stacks	TTY	Process
1	Csp	602F3AF0	0	1627	0	2600/3000	0	Load Meter
2	Lwe	60C5BE00	4	136	29	5572/6000	0	CEF Scanner
3	Lst	602D90F8	1676	837	2002	5740/6000	0	Check heaps
4	Cwe	602D08F8	0	1	0	5568/6000	0	Chunk Manager
5	Cwe	602DF0E8	0	1	0	5592/6000	0	Pool Manager
6	Mst	60251E38	0	2	0	5560/6000	0	Timers
7	Mwe	600D4940	0	2	0	5568/6000	0	Serial Backgrou

--More--

**show protocols** – виводить інформацію про активні протоколи 3 рівня.

### ISPRouter#show protocols

Global values:

```

Internet Protocol routing is enabled
Ethernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 219.17.100.1/24
Serial0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 199.6.13.1/24
Serial0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 201.100.11.2/24

```

**show running-config** – виводить на екран список параметрів поточного файлу конфігурації. Виведення інформації розпочинають словами **Current configuration:** (поточна конфігурація).

### ISPRouter#sh running-config

Building configuration...

Current configuration : 556 bytes

!

version 12.3

service timestamps log datetime msec

service timestamps debug datetime msec

service password-encryption

!

hostname ISPRouter

!

!

enable secret 5 \$1\$qFX0\$C84s3OOh9XOIq.XNB63f40!

```

!
interface FastEthernet0/0
ip address 209.165.201.1 255.255.255.224
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial0/1/0
ip address 209.165.200.226 255.255.255.224
clock rate 56000
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
ip classless
!
ip classless
!
!
line con 0
password cisco
login
transport input none
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
end

```

**show memory** – використовують для отримання загальної інформації про розподіл пам'яті та про її окремі блоки.

```
Router#show memory
```

	<b>Head</b>	<b>Total</b>	<b>Used</b>	<b>Free</b>	<b>Lowest</b>	<b>Largest</b>
Processor	84D10	1549040	1848	1544268	0	4772
I/O	200000	2097152	401000	1696152	1549596	1504464

**show stacks** – дозволяє переглядати використання стеків процесами і процедурами переривань, а крім того, у випадку, якщо відбулось перезавантаження системи, показує причину останнього перезавантаження.

**Router#sh stacks**

**Minimum process stacks:**

```
Free/Size Name
3528/4000 Router Init
2380/4000 Init
3416/4000 RADIUS INITCONFIG
3392/4000 DHCP Client
2092/4000 Virtual Exec
```

**Interrupt level stacks:**

```
Level Called Unused/Size Name
3 9 2772/3000 Serial interface state change interrupt
4 160344 2496/3000 Network interfaces
5 1012 2896/3000 Console Uart
```

**show buffers** – дозволяє переглянути розміри малих (Small), середніх (Middle), великих (Big), дуже великих (Very Big), величезних (Large) та гігантських (Huge) буферів.

**Router#show buffers**

**Buffer elements:**

```
499 in free list (500 max allowed)
165093 hits, 0 misses, 0 created
```

**Public buffer pools:**

**Small buffers, 104 bytes (total 50, permanent 50):**

```
49 in free list (20 min, 150 max allowed)
48921 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created
0 failures (0 no memory)
```

**Middle buffers, 600 bytes (total 25, permanent 25):**

```
23 in free list (10 min, 150 max allowed)
41445 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created
0 failures (0 no memory)
```

**Big buffers, 1524 bytes (total 50, permanent 50):**

```
50 in free list (5 min, 150 max allowed)
8144 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created
0 failures (0 no memory)
```

**VeryBig buffers, 4520 bytes (total 10, permanent 10):**

```
10 in free list (0 min, 100 max allowed)
0 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created
0 failures (0 no memory)
```

**Large buffers, 5024 bytes (total 0, permanent 0):**

0 in free list (0 min, 10 max allowed)

0 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created

0 failures (0 no memory)

**Huge buffers, 18024 bytes (total 0, permanent 0):**

0 in free list (0 min, 4 max allowed)

0 hits, 0 misses, 0 trims, 0 created

0 failures (0 no memory)

**show flash** – виводить характеристики флеш-пам'яті, а також розмір файлів у ній та об'єм вільного місця.

**Router#show flash**

System flash directory:

File Length Name/status

1 13832032 c1841-ipbase-mz.123-14.T7.bin

[13832032 bytes used, 18682016 available, 32514048 total]

32768K bytes of processor board System flash (Read/Write)

**show startup-config** – виводить на екран детальний список початкового файлу конфігурації, що збережений у NVRAM. При завантаженні маршрутизатора вміст поточного файлу конфігурації (running-config) та файлу початкової конфігурації (startup-config) однаковий. Розрізнити, вміст якого саме файлу виводять на консоль, можна по заголовку, який виводиться після введення команди. У випадку відображення поточної конфігурації це **Current configuration**, а в іншому випадку відображається розмір зайнятого місця NVRAM.

**ISPRouter#show startup-config**

Using 438 bytes

!

version 12.3

no service password-encryption

!

hostname ISPRouter

!

interface FastEthernet0/0

ip address 209.165.201.1 255.255.255.224

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

duplex auto

speed auto

```
shutdown
!  
interface Serial0/1/0  
ip address 209.165.200.226 255.255.255.224  
clock rate 56000  
!  
interface Vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
ip classless  
!  
!  
line con 0  
line vty 0 4  
login  
!  
end
```

**show interfaces** – виводить інформацію про апаратні інтерфейси маршрутизатора та їх стан. Спочатку виводить інформацію про перший інтерфейс, потім про другий і т.д. Для перегляду інформації про конкретний інтерфейс вказують його ім'я:

**ISPRouter#show interfaces fastEthernet 0/0**

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)  
Hardware is Lance, address is 000c.cfb0.1e01 (bia 000c.cfb0.1e01)  
Internet address is 209.165.201.1/27  
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 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 00:00:08, output 00:00:05, output hang never  
Last clearing of «show interface» counters never  
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); 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  
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer  
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles  
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort  
0 input packets with dribble condition detected  
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns  
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
```

0 babbles, 0 late collision, 0 deferred  
 0 lost carrier, 0 no carrier  
 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

## 2.4. Тестування мережі

Проблеми, що виникають в IP мережах, це проблеми, які в більшості пов'язані з помилками схеми адресування. Кожне тестування проводять на відповідному рівні OSI моделі (рис. 2.6). Тестування мережі проводять за допомогою команд **telnet**, **ping**, **tracert**, **show ip route** та **show interfaces**.

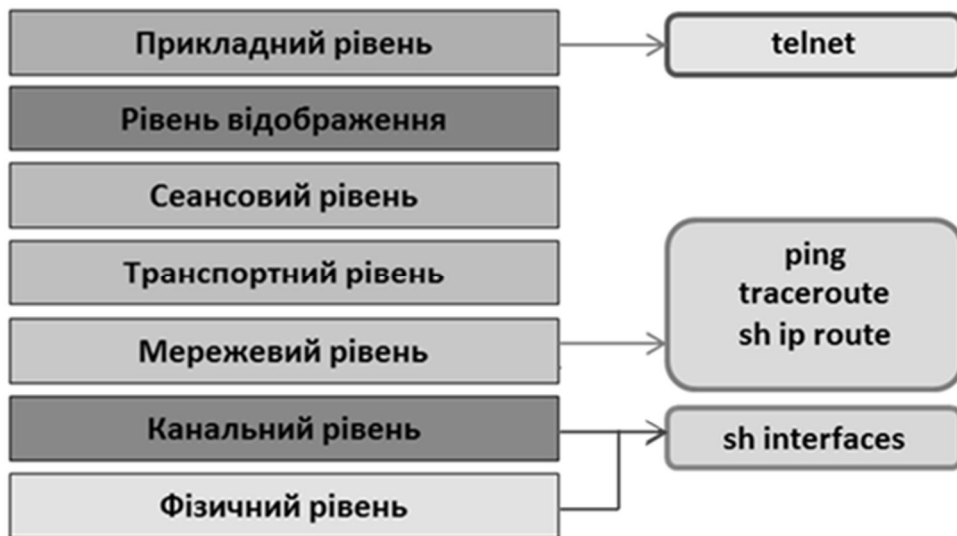


Рис. 2.6. Команди тестування мережі відповідно до рівнів OSI моделі

Протокол **telnet** з набору TCP/IP є протоколом віртуального терміналу, що дозволяє зв'язуватися з віддаленими хостами, у тому числі з маршрутизаторами, без фізичного під'єднання до них. Маршрутизатори Cisco можуть підтримувати до п'яти сеансів Telnet одночасно (vty 0 4). Для доступу до віддаленого маршрутизатора потрібно ввести команду **telnet** та IP адресу віддаленого хоста. Для маршрутизаторів Cisco це може бути IP-адреса будь-якого його активного інтерфейсу.

```
ISPRouter>telnet 223.8.151.1
```

```
Trying 223.8.151.1 ... Open
```

```
User Access Verification
```

```
Password:
```

```
SPRouter>exit
```

Для завершення сеансу роботи потрібно ввести команду **exit**.

Якщо до того чи іншого хоста не можна під'єднатися за допомогою **telnet** або, якщо необхідно протестувати зв'язок між двома або декількома хостами на мережевому рівні, найкраще використовувати echo-запити (PING – Packet Inter-Net Groper). PING

використовують не тільки в мережах IP, але й для будь-якого іншого протоколу мережевого рівня, такі як IPX, AppleTalk, Apollo, VINES і DECnet. В таблиці 2.2 представлено відповіді на echo-запит.

Таблиця 2.2.

**Відповіді на виконання команди *ping*.**

<b>Відповідь</b>	<b>Значення</b>
<b>!</b>	Успішно отримано відповідь на echo-запит
<b>.</b>	Тайм-аут
<b>U</b>	Хост призначення недосяжний
<b>C</b>	Пакет Congested Experience
<b>?</b>	Невідомий тип пакету
<b>&amp;</b>	Час життя пакету вийшов

Команда **ping** відправляє echo-запити (Echo-Request) за допомогою протоколу ICMP зазначеному вузлу мережі й фіксує відповіді (ICMP Echo-Reply). Час між відправленням запиту й одержанням відповіді (RTT, Round Trip Time) дозволяє визначати двосторонні затримки у маршруті й відсоток втрачених пакетів, тобто побічно визначати якість каналів передавання даних і проміжних пристроїв.

**ISPRouter#ping 223.8.151.1**  
**!!!!**

Розширений синтаксис команди **ping** надає більше можливостей, але підтримується тільки в привілейованому режимі.

**ISPRouter#ping**  
Protocol [ip]:  
Target IP address: 219.17.100.1  
Repeat count [5]: 1  
Datagram size [100]:  
Timeout in seconds [2]:  
Extended commands [n]: y  
Source address or interface: 201.100.11.1  
Type of service [0]:  
Set DF bit in IP header? [no]: y  
Validate reply data? [no]: y  
Data pattern [0xABCD]:  
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]: v  
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[V]:  
Sweep range of sizes [n]: y  
Sweep min size [36]: 50

```

Sweep max size [18024]: 2050
Sweep interval [1]: 200
Type escape sequence to abort.
Sending 10, [50..2000]-byte ICMP Echos to 219.17.100.1, timeout is 2 seconds:
Reply to request 0 (4 ms) (size 50)
Reply to request 1 (8 ms) (size 250)
Reply to request 2 (4 ms) (size 450)
Reply to request 3 (8 ms) (size 650)
Reply to request 4 (8 ms) (size 850)
Reply to request 5 (8 ms) (size 1050)
Reply to request 6 (8 ms) (size 1250)
Reply to request 7 (12 ms) (size 1450)
Request 8 timed out (size 1650)
Request 9 timed out (size 1850)
Request 10 timed out (size 2050)
Success rate is 72 percent (8/11), round-trip min/avg/max = 4/7/12 ms

```

Команду **tracert** можна використовувати для відображення маршрутів до віддалених хостів. На відміну від команди **ping** команда **tracert** видає повідомлення про помилку, якщо час життя пакету (TTL – Time To Live) вичерпаний та тестує кожен вузол на шляху пакету. Команда **tracert** розпочинає роботу з відправлення пакету, TTL якого рівне 1. Тому перший маршрутизатор прийме цей пакет і поверне повідомлення про помилку. Далі маршрутизатор буде відправляти пакети з TTL, що постійно зростає, доти, поки він не отримає повну інформацію про відстань, маршрут та час передавання до кожної точки призначення.

#### **ISPRouter>tracert ?**

```

WORD      Trace route to destination address or hostname
appletalk AppleTalk Trace
clns      ISO CLNS Trace
ip        IP Trace
ipx       IPX Trace
oldvines  Vines Trace (Cisco)
vines     Vines Trace (Banyan)

```

#### **ISPRouter>tracert ip 192.5.5.1**

```

 1 Router2 (210.93.105.1) 8 msec 12 msec 4 msec
 2 Router3 (204.204.7.1) 12 msec 4 msec 4 msec
 3 Router4 (199.6.13.1) 8 msec 4 msec 4 msec
 4 Router5 (201.100.11.1) 8 msec * 8 msec

```

Коли пакет команди **tracert** не досягає точки призначення, на екран виводиться (\*), при сукупності повідомлень «порт недосяжний» і тайм-аут. Інші можливі відповіді перераховані в таблиці 2.3.



**Відповіді на виконання команди *traceroute*.**

Відповідь	Значення
<b>!</b>	Маршрутизатор отримав пробний пакет, але не переслав його далі внаслідок встановленого списку доступу.
<b>P</b>	Недосяжний протокол
<b>N</b>	Недосяжна мережа
<b>U</b>	Недосяжний порт
<b>*</b>	Тайм-аут

Команда `sh ip route` дозволяє переглянути таблицю маршрутизації, де можна визначити маршрути, які використовують ним для передавання даних. Для тестування важливо, щоб шлях до мережі, якій призначається пакет, містився в таблиці маршрутизації. Якщо цей шлях відсутній, то передавання даних неможливе.

**ISPRouter#sh ip route**

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, \* - candidate default  
 U - per-user static route, o - ODR  
 T - traffic engineered route

Gateway of last resort is 201.100.11.1 to network 0.0.0.0

```
R 210.93.105.0/24 [120/2] via 199.6.13.2, 00:00:15, Serial0
R 212.109.59.0/24 [120/1] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 192.169.15.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 192.169.8.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 205.7.5.0/24 [120/1] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 193.192.212.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
C 219.17.100.0/24 is directly connected, Ethernet0
R 192.169.9.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
C 199.6.13.0/24 is directly connected, Serial0
R 192.169.11.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 204.204.7.0/24 [120/1] via 199.6.13.2, 00:00:16, Serial0
R 192.168.176.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
R 192.169.4.0/24 [120/3] via 201.100.11.1, 00:00:19, Serial1
--More--
```

**show interface** команда дозволяє переглянути стан протоколів фізичного та каналного рівнів. Інтерфейс складається з двох частин: фізичної (апаратної) та логічної (програмної). Апаратна частина (кабелі, конектори інтерфейсу) відповідає за реальне з'єднання між мережевими пристроями (фізичний рівень). Програмна частина – це повідомлення про працездатність, передавання контрольної інформації, передавання даних користувача між з'єднаними пристроями (каналний рівень).

### ISPRouter#sh int serial 1

Опис станів інтерфейсів приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

### Стани інтерфейсів маршрутизатора при виконанні команди *show interface*

Стан	Значення
Serial is up, line protocol is up	Інтерфейс працездатний
Serial is up, line protocol is down	Проблема з'єднання
Serial is down, line protocol is down	Проблема інтерфейсу
Serial is administratively down, line protocol is down	Вимкнено

Якщо інтерфейс і протокол лінії активні, то це вказує, що обрано правильний тип кадру і підтверджує зв'язок між кінцевими пунктами. Якщо інтерфейс активний, а протокол лінії – ні, то це означає, що є проблеми із з'єднанням або таймерами. Якщо і протокол і інтерфейс лінії неактивні, то проблема з інтерфейсом. Якщо вказано, що інтерфейс вимкнено адміністратором і протокол лінії неактивний, то інтерфейс вимкнено.

Скорочену інформацію про стани інтерфейсів можна переглянути командою **sh ip int brief**.

### ISPRouter#sh ip int b

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
Ethernet0	219.17.100.1	YES	NVRAM	up	up
Serial0	219.17.100.1	YES	NVRAM	up	up
Serial1	201.100.11.2	YES	NVRAM	up	up

### Контрольні питання до розділу

1. Які рівні доступу до CLI Cisco IOS підтримує маршрутизатор?
2. Які команди використовують для переходу між режимами роботи на маршрутизаторі?
3. Який вигляд має командний рядок у глобальному режимі конфігурації?
  - a) Router#
  - b) Router-config#
  - c) Router(config)#
  - d) Router(config-router)#
4. Яку комбінацію клавіш використовують для виклику останньої введеної команди в командному інтерпретаторі маршрутизаторів CLI Cisco IOS?
  - a) Ctrl+F
  - b) Ctrl+N
  - c) Shift+F
  - d) Esc+F
5. Яку клавішу можна використовувати для автоматичного доповнення та розпізнання команди, при умові введення достатньої кількості символів?
  - a) ?
  - b) >
  - c) TAB
  - d) ↑
6. Яка команда призначена для переходу в режим глобального конфігурування?
  - a) enable
  - b) configure network
  - c) configure
  - d) conf t
7. Яким символом позначають початок повідомлення про помилку при налаштуванні маршрутизатора?
  - a) ?
  - b) %
  - c) !
  - d) #
8. Який знак з'являється у тому місці рядка команди, де знаходиться неправильний або нерозпізнаний символ?
  - a) ^
  - b) &
  - c) !
  - d) ?
9. Яка команда може відобразити причину останнього перезавантаження?
  - a) show stacks
  - b) show running-config
  - c) show processes
  - d) show protocols

10. Яку інформацію відображає команда **show interfaces**?
11. На якому рівні OSI моделі працює команда **telnet**?
  - a) Мережевому;
  - b) Канальному;
  - c) Сеансовому;
  - d) Прикладному.