

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки .....	6
Вступ.....	8
1 Огляд компонентів устаткування Cisco.....	9
1.1 Внутрішні компоненти.....	9
1.2 Зовнішні компоненти .....	12
2 Програмування мережевого обладнання в ОС Cisco IOS.....	14
2.1 Основні відомості про операційну систему Cisco IOS .....	14
2.2 Контекст адміністратора.....	17
2.3 Контекст глобального конфігурування .....	18
2.4 Конфігурування інтерфейсів .....	20
3 Опис симулятора Cisco Packet Tracer.....	22
3.1 Режими симуляції в Cisco Packet Tracer .....	24
3.2 Робота з файлами в Packet Tracer .....	27
3.3 Особливості створення тестових завдань засобами Activity Wizard....	28
4 Налаштування режиму інтерактивної групової роботи користувачів.....	33
5 Розробка інтерактивних віртуальних шаблонів лабораторних робіт для дистанційного виконання .....	38
5.1 Переваги і недоліки дистанційного навчання .....	39
5.2 Опис методології розроблення шаблонів завдань .....	41
5.3 Розробка конфігураційних файлів з шаблонами завдань .....	42
5.4 Розробка завдань для дистанційного групового виконання.....	44
Висновки .....	47
Перелік джерел посилання .....	49
Додаток А Приклад завдання на пошук несправностей .....	52
Додаток Б Конфігураційний файл викладача .....	57

**СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ**

ІКР	– інтерфейс командного рядка
ОЗП	– оперативний запам'ятовувальний пристрій
ОС	– операційна система
ПЗ	– програмне забезпечення
ПЗП	– постійний запам'ятовувальний пристрій
ПК	– персональний комп'ютер
ADSL	– Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	– American National Standard Institute
ATM	– Asynchronous Transfer Mode
ARP	– Address Resolution Protocol
ASA	– Adaptive Security Appliance
CCNA	– Cisco Certified Network Associate
CPU	– Central Processing Unit
CDP	– Cisco Discovery Protocol
CLI	– Command Line Interface
DNS	– Domain Name Service
DRAM	– Dynamic Random Access Memory
DARPA	– Defense Research Projects Agency
DCE	– Distributed Computing Environment
DTE	– Data Terminal Equipment
DHCP	– Dynamic Host Configuration Protocol
ETSI	– European Telecommunications Standards Institute
EWC	– Enhanced Wireless Consortium
EIGRP	– Enhanced Interior Gateway Routing Protocol
FTP	– File Transfer Protocol
GUI	– Graphical User Interface
HTTP	– HyperText Transfer Protocol
IEEE	– Institute of Electrical and Electronic Engineers

ICMP	– Internet Control Message Protocol
IOS	– Internet Operating System
IGRP	– Interior Gateway Routing Protocol
IP	– Internet Protocol
ISDN	– Integrated Services Digital Network
LBNL	– Lawrence Berkley National Laboratory
LAN	– Local Area Network
MAC	– Media Access Control
MPLS	– Multiprotocol Label Switching
NAT	– Network Address Translation
NVRAM	– Non Volatile Random Access Memory
OSS	– Open Source Code Software
OSPF	– Open Shortest Path First
PC	– Personal Computer
PIX	– Private Internet eXchange
POP3	– Post Office Protocol Version 3
POST	– Power On Self Test
RAM	– Random Access Memory
RIP	– Royals Internet Portal
ROM	– Read-only Memory
RTP	– Real-time Transport Protocol
SMTP	– Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	– Simple Network Management Protocol
TCP	– Transmission Control Protocol
TELNET	– Terminal Network
TFTP	– Trivial File Transfer Protocol
UDP	– User Datagram Protocol
VLAN	– Virtual Local Area Network
WAN	– Wide Area Network

## ВСТУП

Комп'ютерні мережі передачі даних є результатом еволюції комп'ютерних технологій і в даний час утворюють основний засіб комунікації. Створення комп'ютерних мереж викликано потребою спільного використання інформації на віддалених один від одного комп'ютерах. Основне призначення комп'ютерних мереж – спільне використання ресурсів і здійснення зв'язку як усередині однієї організації, так і за її межами.

Базові компоненти і технології, пов'язані з архітектурою локальних або глобальних мереж, можуть включати в себе: сервери, концентратори, комутатори, маршрутизатори, комп'ютери, засоби зв'язку між пристроями. Таким чином, комп'ютерна мережа являє собою комплекс розподіленої комп'ютерної техніки, з'єднаною між собою системою передачі даних, яка містить комунікаційне обладнання та канали зв'язку.

В процесі навчання технологіям комп'ютерних мереж викликає труднощі практична частина дослідження телекомунікаційних систем: побудова топології мережі, налаштування інтерфейсів, взаємодія мережевих протоколів. Причинами цього є висока вартість обладнання, організація робочих місць для учнів, розміщення мережевих пристроїв.

У зв'язку з цим з'явилося програмне забезпечення, що дозволяє проводити моделювання телекомунікаційних систем. Завдяки стимуляторам комп'ютерних мереж експерименти в цій області можна проводити набагато зручніше і економніше, ніж на реальному обладнанні.

Одним з найбільш цікавих в плані можливостей, що надаються викладачам для створення шаблонів мереж, є пакет Cisco Packet Tracer, призначений для роботи з обладнанням компанії Cisco. Симулятор має вбудовані засоби Activity Wizard, які дозволяють створювати шаблони мереж для подальшого конфігурації з метою тестування знань студентів. А також функцію Multiuser, що дозволяє з'єднувати в одну мережу окремі сегменти мережі, розташовані на віддалених комп'ютерах. Зв'язок встановлюється за

допомогою протоколу PTMP (Packet Tracer Messaging Protocol), який базується на протоколі TSP. Допускається використовувати для підключення консольний кабель.

Отже, метою кваліфікаційної роботи є розробка тестових завдань з дисципліни «Комп'ютерні мережі» засобами програмного симулятора IP-мереж для дистанційного групового навчання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати огляд і аналіз засобів пакету Cisco Packet Tracer для створення конфігураційних шаблонів мереж для тестування студентів;
- виконати огляд і аналіз можливостей функції Multiuser для віддаленого з'єднання комп'ютерів за протоколом PTMP з метою організації дистанційного групового навчання;
- розробити конфігураційні шаблони завдань для дисципліни «Комп'ютерні мережі» в симуляторі Cisco Packet Tracer;
- розробити завдання для дистанційного групового виконання з використанням функції Multiuser в симуляторі Cisco Packet Tracer.

## **1 ОГЛЯД КОМПОНЕНТІВ УСТАТКУВАННЯ CISCO**

### **1.1 Внутрішні компоненти**

Склад внутрішніх компонентів Cisco в певній мірі залежить від призначення устаткування, потужності блоку живлення, конструкції та складу модулів. Всі устаткування практично завжди мають деякі основні компоненти. Зокрема, будь-який маршрутизатор або комутатор можна розглядати як спеціалізований комп'ютер, в якому аналогічні компоненти можна використовувати для тієї ж мети. Устаткування Cisco можуть включати не тільки внутрішні компоненти, але і зовнішні, склад яких також залежить від моделі устаткування.

До числа найбільш використовуваних компонентів відносяться модулі оперативної пам'яті (флеш-пам'ять, ПЗП), процесор, об'єднувальна плата и енергонезалежний ОЗП (рис.1.1)

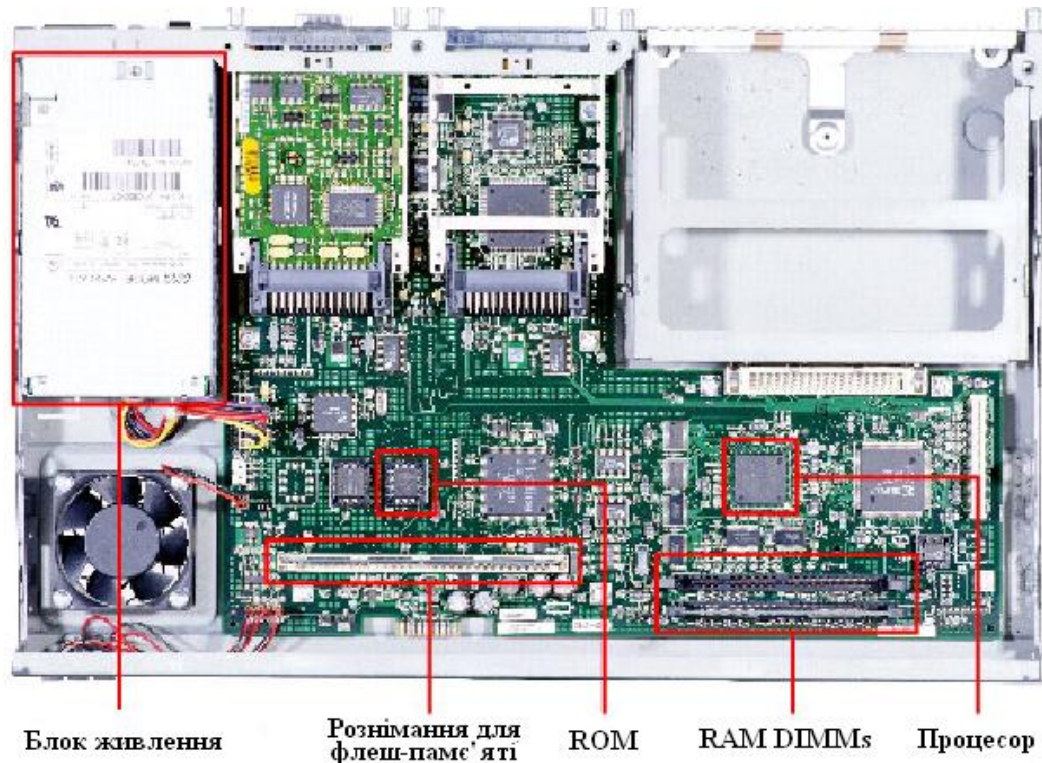


Рисунок 1.1 – Внутрішні компоненти Cisco Router 2600

Моделі DRAM (Dynamic RAM – динамічний ОЗП) застосовуються в устаткуваннях Cisco з тією ж метою, що і в персональному комп'ютері: в якості оперативної пам'яті. Оперативна пам'ять в маршрутизаторах Cisco має наступні характеристики і функції [1]–[2]<sup>1)</sup>:

- енергозалежна;
- пересписувана;
- об'єм від 16 до 512 Мбайт;

<sup>1)</sup> [1] Джером Ф. Димарціо. Маршрутизатори Cisco. Посібник для самостійного вивчення. М: Издательство «Символ-Плюс», 2003. 508 с.

[2] Джеймс Бони. Руководство по Cisco IOS. СПб.: Питер, М: Издательство «Русская редакция», 2008. 784 с.

- зберігає таблицю маршрутизації (routing table);
- містить ARP кеш;
- буферизує пакети;
- під час роботи маршрутизатора містить файл робочої конфігурації (running-config file).

На маршрутизаторах Cisco виконується високопродуктивна операційна система IOS (Cisco Internetworking Operating System), створена на базі ОС UNIX, яка фізично розміщена в енергонезалежній пам'яті маршрутизатора (FLASH).

Флеш-пам'ять в маршрутизаторах Cisco використовується приблизно з тією ж метою, що і жорсткий диск на комп'ютері. Флеш – пам'ять має наступні характеристики і функції:

- енергонезалежна;
- пересписувана;
- об'єм від 8 до 128 Мбайт;
- зберігає образ або образи Cisco IOS;
- зберігає файли конфігурації.

Постійний запам'ятовуючий пристрій. Постійний запам'ятовуючий пристрій призначений тільки для читання. Для переходу на нову версію потрібно замінити мікросхему ПЗП, котрий має наступні характеристики і функції:

- енергонезалежний;
- не пересписуваний;
- зберігає спрощену (резервну) версію Cisco IOS, призначену для використання у тому випадку, якщо всі інші способи завантаження устаткування не вдаються;
- містить код функції ROM Monitor, який застосовується у тому випадку, якщо програмне забезпечення Cisco IOS, яке знаходиться на флеш-пам'яті, спотворено і не завантажується. А також він служить для діагностики та перенастроювання конфігурації на

низькому рівні (наприклад, в тому випадку, якщо хтось змінив пароль, виключив тим самим доступ мережевого адміністратора до маршрутизатора).

Енергозалежний ОЗП (NVRAM) має наступні характеристики і функції:

- енергонезалежний;
- пересписуваний;
- об'єм від 32 до 256 Кбайт;
- вказує шлях до образу Cisco IOS і файлу пускової конфігурації;
- зберігає файл пускової конфігурації (startup-config file).

Процесор в устаткуваннях Cisco служать тієї ж меті, що і в ПК: він є «мозком» устаткування. В більшості устаткування Cisco програмне забезпечення виконує багато обчислень, і для цього використовується процесор. В комутаторах процесор – це не такий важливий елемент, як в маршрутизаторах, тому що загальна частина обчислень виконується комутатором за допомогою спеціалізованих апаратних компонентів, що називаються модулями ASIC [3]<sup>1)</sup>.

## 1.2 Зовнішні компоненти

До зовнішніх компонентів відноситься консольний інтерфейс, допоміжний (AUX) інтерфейс, інтерфейси Ethernet, послідовні інтерфейси і слоти PCMCIA (рис.1.2). Консольний інтерфейс використовується для введення до системи Cisco IOS первісної інформації про конфігурацію і є окремим розніманням (connector) RJ-45. Консольний інтерфейс – це низькошвидкісний асинхронний послідовний інтерфейс, який має особливе розташування виводів, і встановлює певні вимоги до типу кабелю, який

---

<sup>1)</sup> [3] Кеннеди Кларк, Кевин Гамільтон. Принципы коммутации в локальных сетях Cisco. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 971 с.



повинен використовуватися для підключення станції керування (рис.1.3). Консольні кабелі зазвичай поставляються разом з маршрутизатором [4]<sup>1)</sup>.

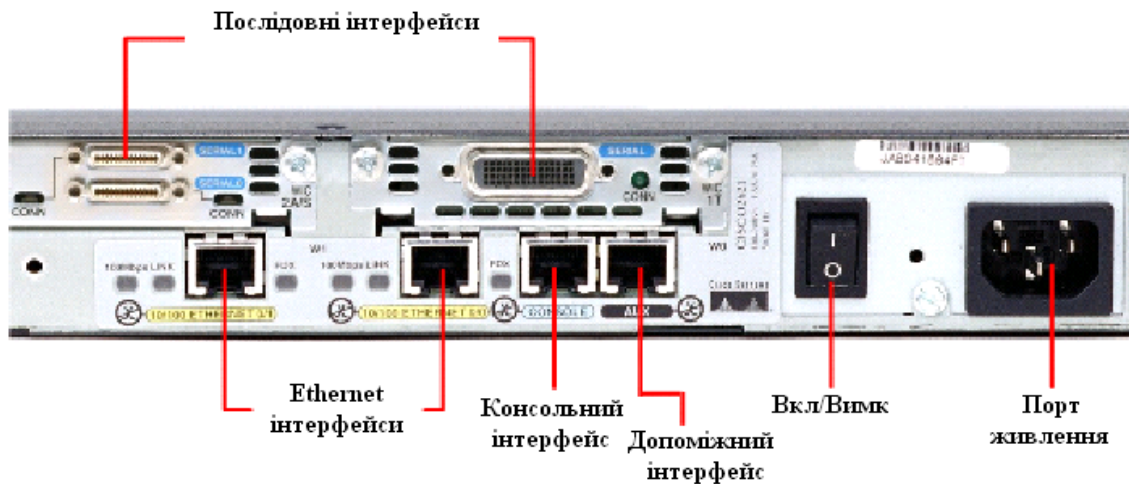


Рисунок 1.2 – Зовнішні компоненти Cisco Router 2600

Допоміжний інтерфейс (AUX) – це ще один низькошвидкісний асинхронний послідовний інтерфейс, який звичайно використовується для підключення модему, що дозволяє здійснювати дистанційне адміністрування.

Ethernet інтерфейс – це інтерфейс, який дозволяє підключити дане мережеве устаткування к Ethernet мережі.

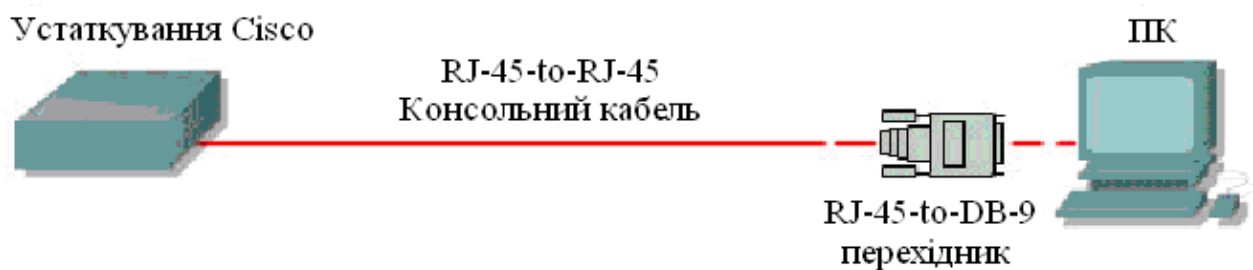


Рисунок 1.3 – Схема підключення до консольного інтерфейсу

<sup>1)</sup> [4] Вито Амато. Основы организации сетей Cisco. Том2. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 464 с.

Існує шість загальних специфікацій послідовного підключення: EIA/TIA-232, X.21, V.35, EIA/TIA-449, EIA-530 и HSSI. Послідовний інтерфейс призначений для підключення DCE и DTE устаткування [5]–[6]<sup>1)</sup>.

## 2 ПРОГРАМУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ОБЛАДНАННЯ В ОС CISCO IOS

### 2.1 Основні відомості про операційну систему Cisco IOS

На маршрутизаторах Cisco виконується високопродуктивна операційна система IOS (Cisco Internetworking Operating System), створена на базі ОС UNIX, яка фізично розміщена в енергонезалежній пам'яті маршрутизатора (FLASH). Після автоперевірки включення живлення в процесі ініціалізації маршрутизатора відбуваються наступні події (рис.2.1):

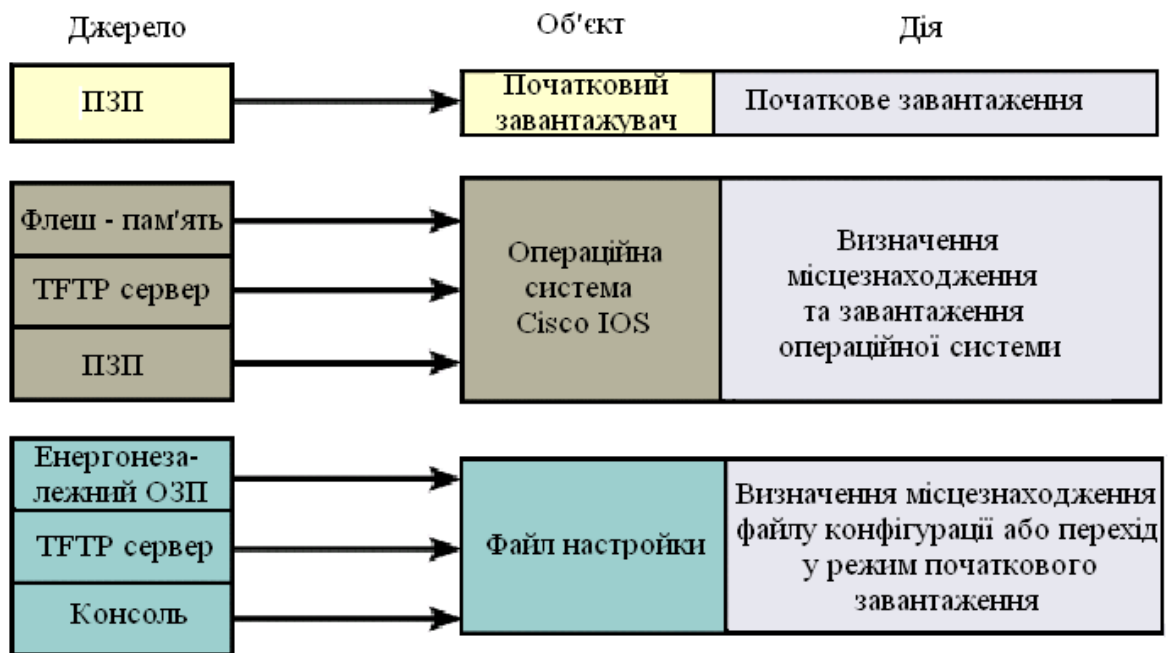


Рисунок 2.1 – Послідовність завантаження Cisco IOS

<sup>1)</sup> [5] Аллан Леинванд, Брюс Пински. Конфигурирование маршрутизаторов Cisco. 2 издание. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. 368 с.

[6] Джо Хабракен. Как работать с маршрутизаторами Cisco. СПб.: Издательство «ДМК-Пресс», 2005. 317 с.

Підключення до маршрутизатора здійснюється програмою TELNET до IP-адреси будь-якого з його інтерфейсів або при посередництві будь-якої іншої термінальної програми через консольний порт маршрутизатора CON, або додатковий порт AUX.

Взаємодія з системою Cisco IOS відбувається при посередництві інтерфейсу командного рядка (Command Line Interface, CLI). В загальному випадку формат команди виглядає наступним чином [7]<sup>1)</sup>:

Команда [параметри або опції]

При роботі з командним рядком Cisco IOS передбачено декілька контекстів (режимів вводу команд). Поточний контекст ідентифікується символом запрошення вводу команди, який виводиться вслід за іменем маршрутизатора, наприклад Router> – контекст користувача; Router# – контекст адміністратора.

Контекст користувача – відкривається при підключенні до маршрутизатора і допускає виконання лише обмеженого набору основних контрольних команд, що не впливають на конфігурацію маршрутизатора.

Контекст адміністратора – відкривається командою enable, поданої в контексті користувача. Контекст адміністратора надає доступ до всіх без винятку команд (команди, що дозволяють отримати повну інформацію про конфігурацію маршрутизатора та його поточний стан, команди переходу в режим конфігурування, команди збереження та завантаження конфігурації). Зворотній перехід до контексту користувача відбувається по команді disable або по закінченні встановленого часу неактивності.

На рис.2.2 наведена діаграма деяких контекстів Cisco IOS [8]<sup>2)</sup>. Кожна команда доступна лише на певному рівні ієрархії CLI. Наприклад, команди

---

<sup>1)</sup> [7] Брюс Александер, Тони Аллен, Матт Карлинг и др. Руководство по технологиям объединенных сетей Cisco. Изд. 4-е. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 1040 с.

<sup>2)</sup> [8] Брайан Хилл. Полный справочник по Cisco. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 1088 с.

конфігурації не будуть доступними, поки інтерфейс не буде переведено на рівень глобального конфігурування командою `configure`.

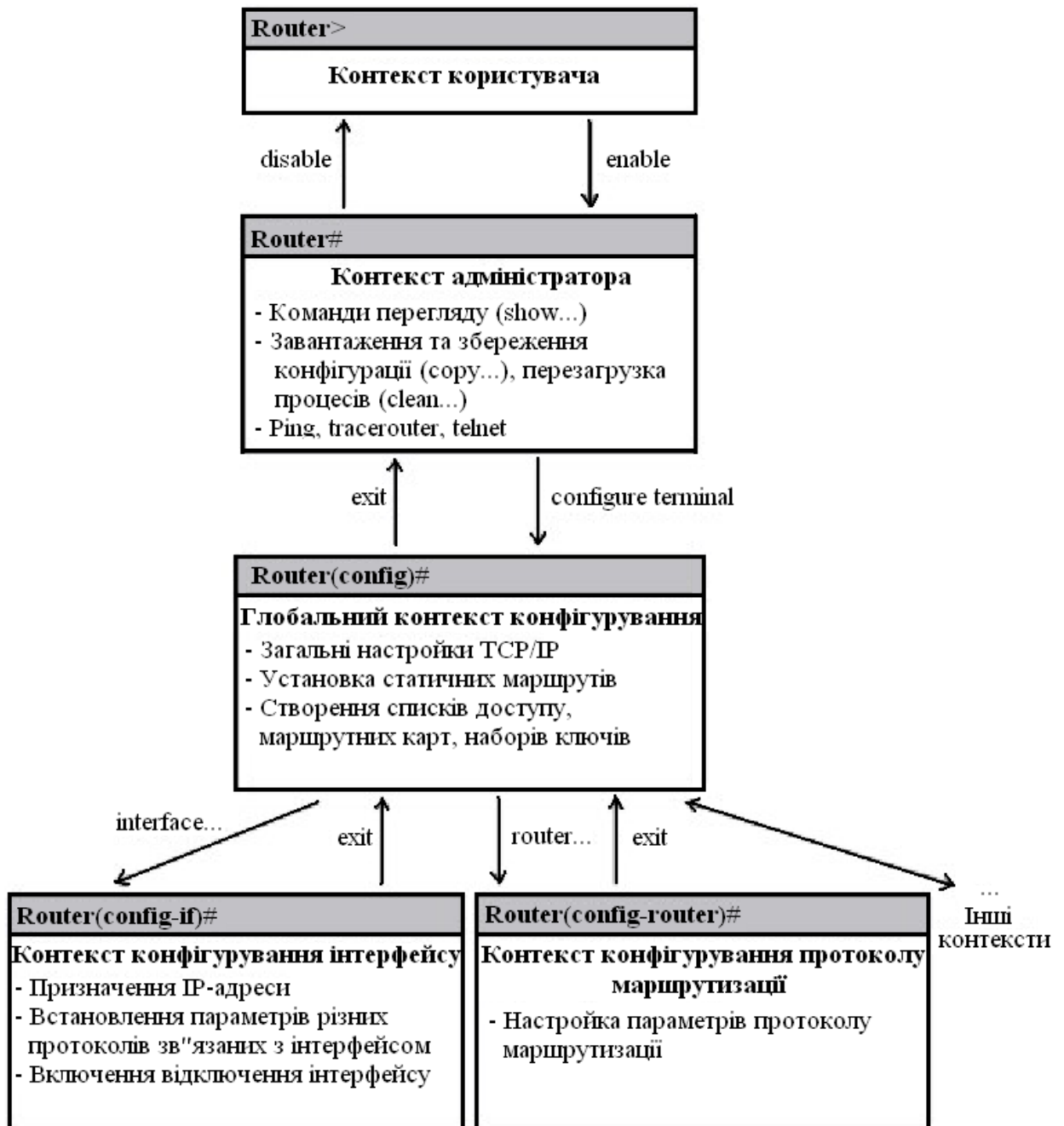


Рисунок 2.2 – Схематична ієрархія команд Cisco IOS

В табл. 2.1 наведено перелік можливих контекстів та доступних команд системи команд.

Таблиця 2.1 – Контексти та доступні команди системи команд  
Cisco IOS

Контексти	Опис
Router>	Режим користувача
Router#	Привілейований режим
Router(config)#	Режим глобального конфігурування
Router(config-if)#	Режим конфігурування інтерфейсу (контекст обраного інтерфейсу)
Router(config-router)#	Режим конфігурування маршрутизації
Router(config-line)#	Режим конфігурування віртуального терміналу

Відміна дії будь-якої команди реалізована за допомогою "негативних" команд – команд, яким передає префікс `no`, наприклад:

`Router(config-if)#shutdown` – вимикає інтерфейс

`Router(config-if)#no shutdown` – вмикає інтерфейс.

## 2.2 Контекст адміністратора

Маршрутизатор Cisco зберігає конфігурацію в двох копіях – файл поточної конфігурації (`running-config`) в RAM та файл стартової конфігурації (`startup-config`) в NVRAM. Файли конфігурації є текстовими файлами, що містять секції, кожна з яких відповідає одній із підсистем маршрутизатора; в секціях прописуються значення конкретних параметрів відповідних підсистем. При завантаженні Cisco IOS зчитує команди конфігурації з файлу `startup-config` (в NVRAM) до файлу `running-config` (в RAM). Поточна конфігурація є активною у процесі функціонування маршрутизатора.

Контекст адміністратора містить команди перегляду файлів поточної та стартової конфігурації:

- `show running-config [options]` – перегляд файлу поточної конфігурації;

- `show startup-config [options]` – перегляд файлу стартової конфігурації.

Параметри `[options]` дозволяють керувати процесом виводу і дозволяють, наприклад, здійснювати вивід не всього файлу, а вмісту деякої окремої його секції.

Якщо маршрутизатор втратить управління і буде перезавантажений, всі зміни, зафіксовані в `running-config` буде втрачено, якщо їх попередньо не було збережено до файлу стартової конфігурації (`startup-config`) в NVRAM. Для збереження змін у файлі стартової конфігурації слід користуватися командою:

```
Router# copy running-config startup-config
```

Примусове перезавантаження маршрутизатора здійснюється командою:  
`reload`

Якщо на момент перезавантаження виявлено факт попередньої зміни файлу поточної конфігурації `running-config`, Cisco IOS запропонує варіанти його збереження в файлі `startup-config` (або відмова від збереження).

### 2.3 Контекст глобального конфігурування

В контексті глобального конфігурування виконуються команди, які впливають на функціонування системи в цілому, а також команди переходу до контекстів конфігурування конкретних підсистем маршрутизатора. Контекст глобального конфігурування ідентифікується рядком запиту `(config)#` і допускає виконання наступних команд:

- `hostname <назва маршрутизатора>` – встановлює назву маршрутизатора замість назви за замовчуванням "Router";
- `[no] enable password <пароль>` – команда парольного доступу до контексту адміністратора, який буде запитуватися під час виконання команди `enable`. Пароль прописується до файлу поточної

конфігурації і зберігається там у відкритому (нешифрованому) вигляді;

- [no] enable secret <пароль> – команда, за своєю дією аналогічна попередньо описаній, однак пароль зберігається в зашифрованому MD5 – алгоритмом вигляді і має вищий пріоритет виконання;
- [no] ip domain-lookup – дозволити/заборонити звернення до DNS(Domain Name Service);
- [no] cdp run – дозволяє/забороняє використання протоколу CDP(Cisco Discovery Protocol) виявлення безпосередньо підключеної апаратури Cisco, тобто доступної на каналному рівні. Протокол з періодичністю 60 с. опитує порти маршрутизатора на предмет наявності апаратури Cisco і заносить інформацію про виявлені пристрої до бази даних.

Маршрутизатори до безпосередньо приєднаних мереж заносяться до таблиці маршрутизації автоматично одразу ж після конфігурування інтерфейсу, при умові, що цей інтерфейс працездатний (line protocol up). Для формування додаткових статичних маршрутів призначена команда:

- [no] ip route <dest.address><dest.mask><next-hop>[options]  
 <destination address> – адреса цільової мережі,  
 <destination mask> – маска цільової мережі,  
 <next-hop> – адреса сусіднього маршрутизатора,  
 < options> – додаткові параметри, наприклад – параметри метрики;
- [no] ip default network <адреса віддаленої мережі> – дозволяє вказати маршрут за замовчуванням, відмінний від стандартного. Параметр <адреса віддаленої мережі > повинен бути статично описаний в таблиці маршрутизації. Можливим є визначення декількох маршрутів за замовчуванням – в цьому випадку при обранні маршруту Cisco IOS користується значенням адміністративної дистанції та метричною інформацією. Маршрути

за замовчуванням в таблиці маршрутизації позначаються символом "\*".

Наведений нижче приклад демонструє використання маршруту в мережу 10.0.0.0 в якості маршруту за замовчуванням:

```
ip route 10.0.0.0 255.0.0.0 10.108.3.4
ip default-network 10.0.0.0
```

## 2.4 Конфігурування інтерфейсів

Конфігурування інтерфейсів здійснюється окремо для кожного інтерфейсу:

```
interface <тип><номер>
```

В якості параметру <тип> допускаються наступні слова: Ethernet, Fast Ethernet, Serial, Loopback, Null.

Вказана команда приводить до зміни поточного контексту на контекст конфігурування обраного інтерфейсу (config-if#).

На інтерфейсах Ethernet, окрім встановлення IP – адреси, як правило більше нічого робити не потрібно, однак Fast Ethernet може потребувати деяких примусових налаштувань дуплексного режиму або встановлення фіксованої швидкості.

Послідовні інтерфейси за замовчуванням на фізичному рівні є інтерфейсами DTE, а на каналному рівні – інтерфейсами HDLC (фірмову модифікацію Cisco HDLC). Якщо інтерфейс переведено в режим DCE, для нього слід задавати тактову частоту синхронізації передачі даних.

Для надання фізичному інтерфейсу IP – адреси слід використовувати команду:

```
ip address <IP-address><address-mask>
```

де <IP-address> - IP – адреса інтерфейсу;

<address-mask> – маска підмережі.

В деяких випадках може бути необхідність встановлення ширини смуги пропускання командою:



bandwidth <ширина-смуги-пропускання, кБіт/с>

За замовчуванням bandwidth може мати наступні значення:

- для Ethernet 10000;
- для Fast Ethernet 100000;
- для Serial 1544.

Слід зауважити, що значення параметра bandwidth не впливає на фізичну швидкість передачі, а використовується деякими протоколами маршрутизації для оцінки маршруту.

Тип середовища передачі вказується командою:

media-type <тип-середовища-передачі>

Параметр <тип-середовища-передачі> може приймати значення:

- для Ethernet "10BASE-T";
- для Fast Ethernet "100BASE-T", "100BASE-TX".

Для послідовних інтерфейсів, які використовують функції DCE, необхідно вказати фізичну швидкість передачі даних. Це можна зробити командою:

clock rate <фізична-швидкість-передачі, кБіт/с>

Параметр <фізична-швидкість-передачі, кБіт/с> може приймати фіксовані значення, перелік яких можна попередньо проглянути, ввівши clock rate?.

За замовчуванням фізичні інтерфейси виключені (неактивні – administratively down). Для їх активації використовується команда:

[no] shutdown

Ця команда переводить інтерфейс до стану manual up. Якщо зовнішнє обладнання вимкнено, то Cisco IOS автоматично переведе фізичний інтерфейс до стану manual down, а при активації зовнішнього обладнання фізичний інтерфейс підніметься до стану manual up автоматично [9]<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> [9] Программа сетевой академии Cisco CCNA 1, 2, 3 и 4. Вспомогательное руководство. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 944 с.

### 3 ОПИС СИМУЛЯТОРА CISCO PACKET TRACER

Даний програмний продукт розроблений компанією Cisco і рекомендований до використання при вивченні телекомунікаційних мереж і мережевого устаткування.

Пакет пропонується відділенням Networking Academy, що відповідають за освіту і підготовку різних курсів. Задача програми: допомогти закріпити на практиці отримані студентом теоретичні навички. Для її вирішення Packet Tracer має все необхідне, дозволяючи "будувати" мережі різної складності з практично необмеженою кількістю пристроїв. За допомогою даного програмного продукту викладачі можуть придумувати, будувати, конфігурувати мережі і проводити в них пошук несправностей. Packet Tracer дає можливість більш докладно представляти новітні технології, тим самим роблячи навчальний процес надзвичайно корисним з точки зору засвоєння отриманого матеріалу [10]<sup>1)</sup>.

Програмні продукти Packet Tracer надають можливість створювати мережеві топології із широкого спектру маршрутизаторів і комутаторів Cisco, робочих станцій та мережевих з'єднань типу Ethernet, Serial, ISDN, Frame Relay. Ця функція може бути виконана як для навчання, так і для роботи. Наприклад, щоб провести настройку мережі ще на етапі планування або щоб створити копію робочій мережі з метою усунування недоліків.

Студенти мають можливість проектувати свої власні мережі, створюючи і відправляючи різноманітні пакети даних, зберігати і коментувати свою роботу. Студенти можуть вивчати і використовувати різні мережеві пристрої: комутатори другого і третього рівнів, робочі станції, бездротові пристрої, глобальні мережі WAN, визначати типи зв'язків між ними і з'єднувати їх. Після того, як мережа спроектована, студенти можуть

---

<sup>1)</sup> [10] CCNA Discovery 3: Designing and Supporting Computer Networks v.4.0 Student Packet Tracer Manual. URL: [http://cisnet.mywccc.org/tools/Discovery%204/en\\_DCompNtwk\\_SPTM\\_40.pdf](http://cisnet.mywccc.org/tools/Discovery%204/en_DCompNtwk_SPTM_40.pdf) (дата звернення: 1.03.2019)

приступати до конфігурування обраного устаткування за допомогою термінального доступу або командного рядку (рис. 3.1).

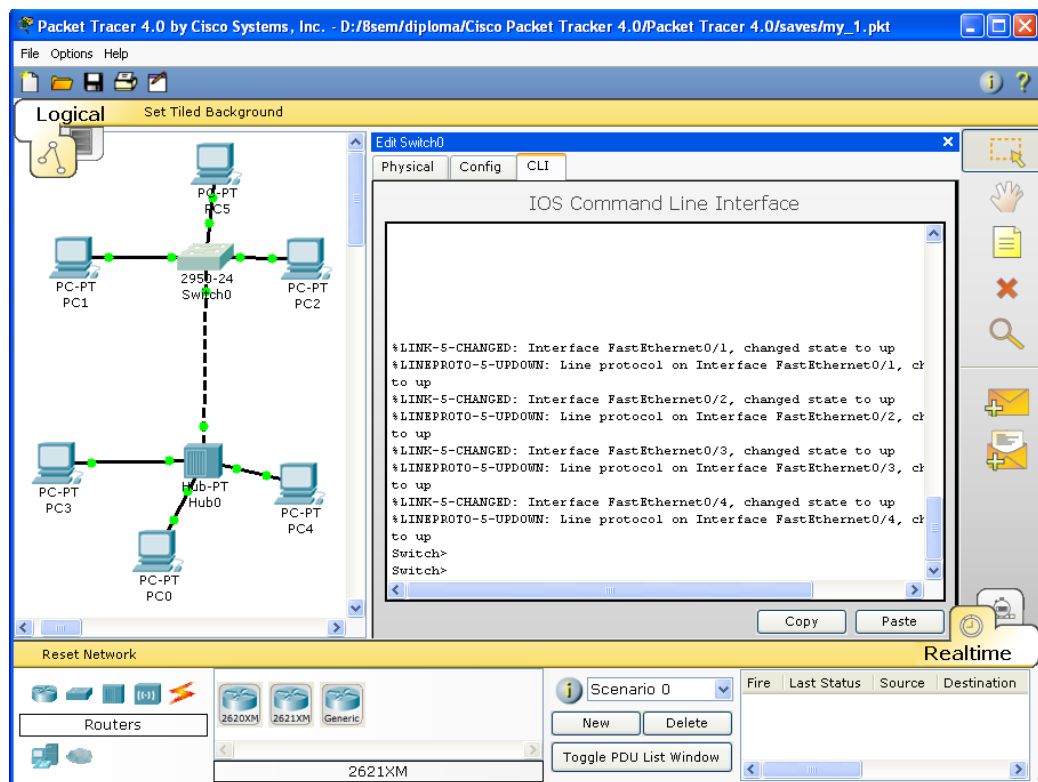


Рисунок 3.1 – Приклад використання командного рядку емулятору Cisco Packet Tracer

Всі установки здійснюються за допомогою логічної діаграми мережі, для симуляції представлений весь спектр обладнання, що випускається Cisco (роутери, свитчи, точки доступу тощо). Можна змінювати налаштування об'єктів, моделювати потоки даних та багато іншого. Підтримується велика кількість протоколів і технологій, що використовуються в обладнанні Cisco (повний список наведений в документації на сайті).

Packet Tracer включає наступні особливості:

- підтримка IOS 15;
- моделювання логічної топології: робочий простір для того, щоб створити мережі будь-якого розміру на CCNA-рівні складності;
- моделювання в режимі реального часу;

- режим симуляції;
- нові роутери cisco(Cisco 1941, Cisco 2901, Cisco 2911);
- підтримка HSRP;
- BGP конфігурації;
- HWIC-2T та HWIC-8A модулі;
- моделювання фізичної топології: більш зрозуміла взаємодія з фізичними пристроями, використовуючи такі поняття як місто, будинок, стійка і т.д.;
- покращений GUI Activity Wizard і Variable Manager, необхідний для більш якісного розуміння організації мережі, принципів роботи пристрою;
- багатомовна підтримка: можливість перекладу даного програмного продукту практично на будь-яку мову, необхідну користувачеві;
- удосконалене зображення мережевого устаткування зі здатністю додавати/видаляти різні компоненти;
- наявність Activity Wizard дозволяє студентам і викладачам створювати шаблони мереж і використовувати їх надалі;
- підтримка одночасного підключення багатьох користувачів. Додаткова функціональність Multiuser Connection дозволяє інтерактивно будувати мережу, окремі сегменти якої конфігуруються on-line різними користувачами.

### **3.1 Режими симуляції в Cisco Packet Tracer**

Відмінною особливістю емулятору Cisco Packet Tracer є наявність у нього «Режиму емуляції» (рис. 3.2). У даному режимі всі пакети, що пересилаються всередині мережі, відображаються графічно. Ця можливість дозволяє студентам наочно продемонструвати з якого інтерфейсу в даний момент переміщається пакет, який протокол використовується та ін.

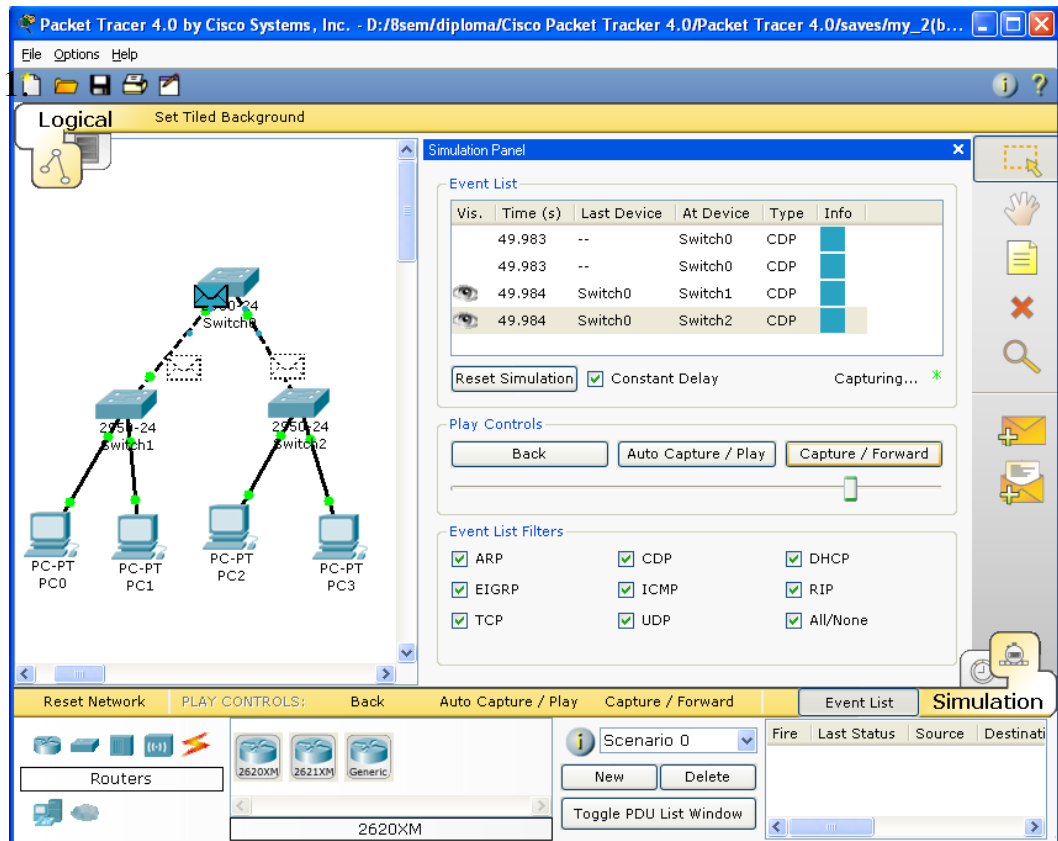


Рисунок 3.2 – Режим «Емуляції» в Cisco Packet Tracer

Однак, це не всі переваги Packet Tracer: в «Режимі емуляції» студент може не тільки відслідковувати протоколи, що використовуються, але і бачити, на якому з семи рівнів моделі OSI даний протокол задіяний (рис. 3.3).

Є можливість відслідковувати наступні протоколи: отслеживать: ARP, CDP, DHCP, EIGRP, ICMP, RIP, TCP, UDP [11]<sup>1)</sup>. Packet Tracer здатний моделювати велику кількість пристроїв різного призначення, а так само чимало різних типів зв'язків, що дозволяє проектувати мережі будь-якого розміру на високому рівні складності.

В Packet Tracer представлені наступні типи устаткування:

- маршрутизатори;
- комутатори (в тому числі і мости);
- хаби і повторювачі;

<sup>1)</sup> [11] Кравец, О.Я. Практикум по вычислительным сетям и телекоммуникациям: учебное пособие. Воронеж: Научная книга, 2006.156 с.

- ПК, сервери, принтери, IP – телефони;
- бездротові пристрої: точки доступу і бездротовий маршрутизатор;
- інші пристрої – хмара, DSL – модем і кабельний модем.

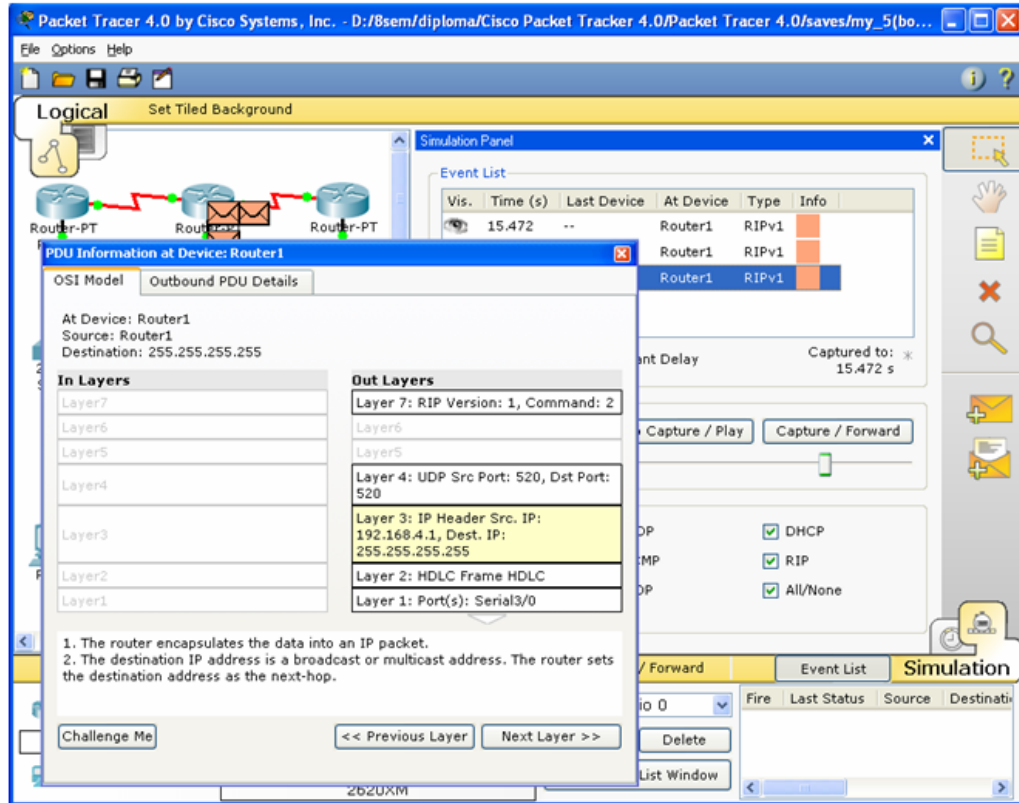


Рисунок 3.3 – Аналіз семі рівневої моделі OSI в Cisco Packet Tracer

При додаванні кожного елемента користувач має можливість дати йому ім'я і установити параметри. Для цього необхідно натиснути на потрібний елемент лівою кнопкою миші (ЛКМ) і в діалоговому вікні устаткування перейти до вкладки Config.

Діалогове вікно властивостей кожного елемента має дві вкладки:

- Physical – містить графічний інтерфейс устаткування і дозволяє симулювати роботу з ним на фізичному рівні;
- Config – містить всі необхідні параметри для настройки устаткування і має зручний для цього інтерфейс.

Додані елементи треба зв'язати за допомогою з'єднувальних зв'язків. Для цього необхідно вибрати вкладку Connections з панелі Network Component Box. Стануть доступними всі можливі типи з'єднань між устаткуваннями. Далі вибирається відповідний тип кабелю (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Типи кабелю, що підтримуються в Packet Tracer

Найбільш часто будемо використовувати два типи кабелю: прямий (Copper Straight-through) і перехресний кабель (Copper Cross – over).

Після створення мережі її треба зберегти, вибравши пункт меню File->Save або іконку Save на панелі Main Tool Bar. Файл з збереженою топологією має розширення \*.pkt.

Packet Tracer надає можливість симулювати роботу с інтерфейсом командного рядка (ІКР) операційної системи IOS, встановленої на всіх комутаторах і маршрутизаторах компанії Cisco. Підключення до ІКР комутаторів або маршрутизаторів можна провести, клацнувши на необхідний пристрій і переключившись в вікно властивостей до вкладки CLI.

### 3.2 Робота з файлами в Packet Tracer

Програма Packet Tracer дозволяє користувачеві зберігати конфігурацію деяких пристроїв, таких як маршрутизатори або комутатори в текстових файлах. Для цього необхідно перейти до властивостей даного пристрою і у вкладці Config натиснути на кнопку “Export...” для експорту конфігурації Startup Config або Running Config. Відкриється діалогове вікно для збереження необхідної конфігурації в файл, який буде мати розширення \*.txt. Текст файлу з конфігурацією пристрою running-config.txt (ім'я за

замовчуванням) представляється аналогічним до тексту інформації, отриманому при використанні команди `show running` в IOS пристроях.

Слід відмітити, що конфігурація кожного устаткування зберігається в окремому текстовому файлі. Користувач також має можливість змінювати конфігурацію в збереженому файлі вручну за допомогою довільного текстового редактору. Для надання устаткуванню збережених або відредагованих налаштувань треба в вкладці Config натиснути кнопку “Load...” для завантаження необхідної конфігурації Startup Config або кнопку “Merge...” для завантаження конфігурації Running Config [12]–[13]<sup>1)</sup>.

### **3.3 Особливості створення тестових завдань засобами Activity Wizard**

Для початку потрібно створити в головному вікні програми кінцеву мережу – в тому стані, в який її повинен привести студент. Дуже важливо все перевірити і переконатися, що вузли мережі дійсно функціонують, як задумано, щоб не заплутати тестуємого.

Коли топологія готова і протестована в усіх напрямках, слід в меню Extensions натиснути Activity Wizard. Спливе вікно, що пропонує використовувати побудовану топологію як ту, до якої студент повинен буде прийти по закінченню тесту.

Після позитивної відповіді потрапляємо у вікно Activity Wizard. На вкладці Welcome коротко описаний весь процес створення завдання (рис.3.5).

Переходимо на вкладку Initial Network, в якій буде створюватися початкова топологія, яку побачить студент, коли відкриє файл із завданням. Початкова топологія може бути порожня, але зазвичай видаляють всі налаштування адрес і правил маршрутизації. Для цього потрібно натиснути

---

<sup>1)</sup> [12] A. Smith and C. Bluck. Multiuser Collaborative Practical Learning Using Packet Tracer in Networking and Services (ICNS). Sixth International Conference, 2010. pp. 356-362.

[13] Smith, A. and Bluck, C. Multiuser Collaborative Practical Learning using Packet Tracer. International Conference on Networking and Services, 2010. pp. 57-60.



на кнопку Copy from Answer Network. Далі можна заблокувати частину способів доступу до конфігурації обладнання. Для цього потрібно проставити необхідні галочки в Locking Options.

У Initial Network Setup схожим чином можна проставити, які настройки конфігурації обладнання вже будуть присутні в початковій топології, а які ні. Можна залишити все порожнім, тобто студент повинен буде сам внести всі настройки [14]–[15]<sup>1)</sup>.

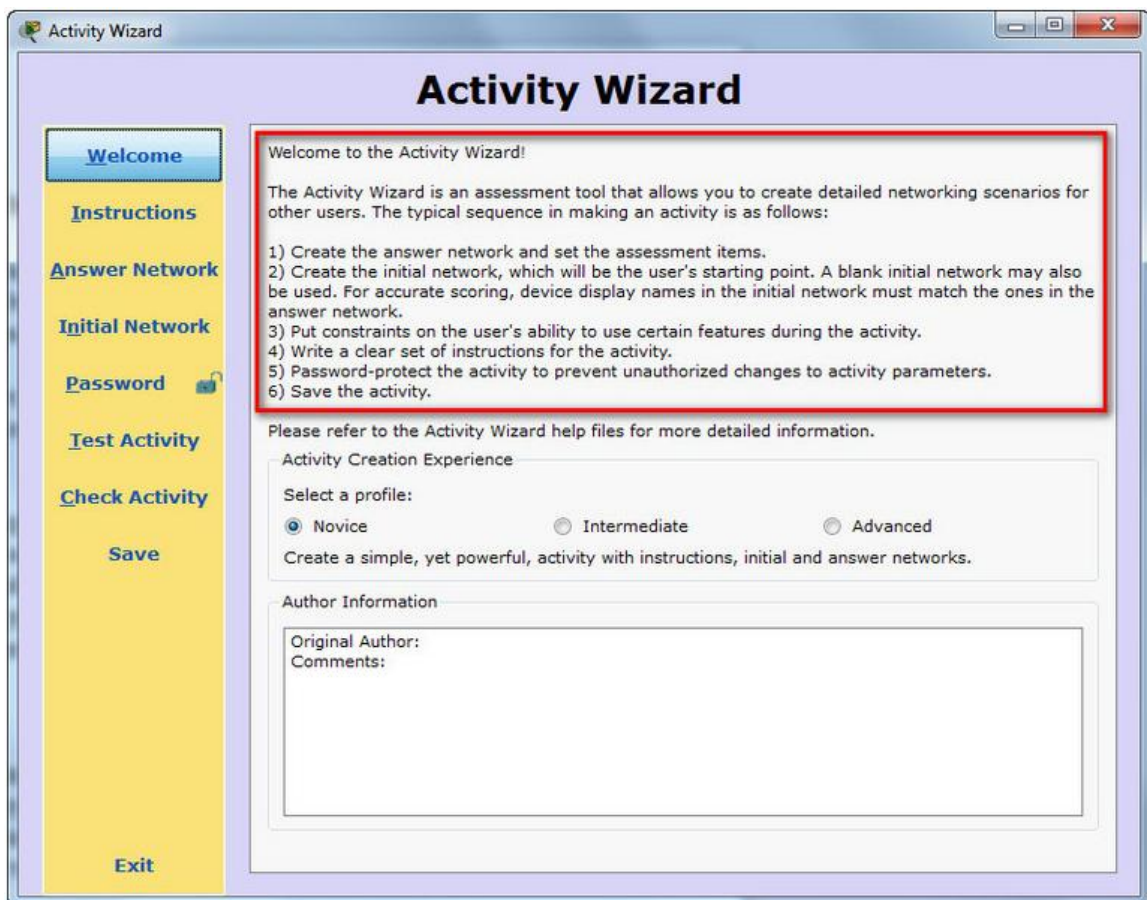


Рисунок 3.5 – Вкладка Welcome у вікні Activity Wizard

<sup>1)</sup> [14] N. M. M. Noor, N. Yayao, S. Sulaiman. Effectiveness Of Using Cisco Packet Tracer As a Learning Tool: A Case Study Of Routing Protocol. Int. J. Inf. Educ. Technol., Vol. 8, No.1, Pp. 11–16, 2018.

[15] Sheikh Raashid Javid. Role of Packet Tracer in learning Computer Networks. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 3, Issue 5. 2014. pp.6508-6511

Текст завдання слід відформатувати за допомогою HTML тегів і вписати в Edit (рис.3.6). Переглянути текст можна в Preview as HTML.



Рисунок 3.6 – Вкладка Instructions у вікні Activity Wizard

Далі необхідно визначити, як система оцінить роботу тестуемого. Переходимо у вкладку Answer network і в Assessment Tree проставляємо галки у всіх обов'язкових конфігураціях, які повинні бути здійснені (рис.3.7).

У табі Settings можна виставити час, за який вправа повинна бути виконана, наприклад, 1 година 10 хвилин (рис.3.8).

Далі в табі Password необхідно поставити пароль для запобігання несанкціонованого доступу до налаштувань тестового завдання і натиснути кнопку Enable Password (рис.3.9).

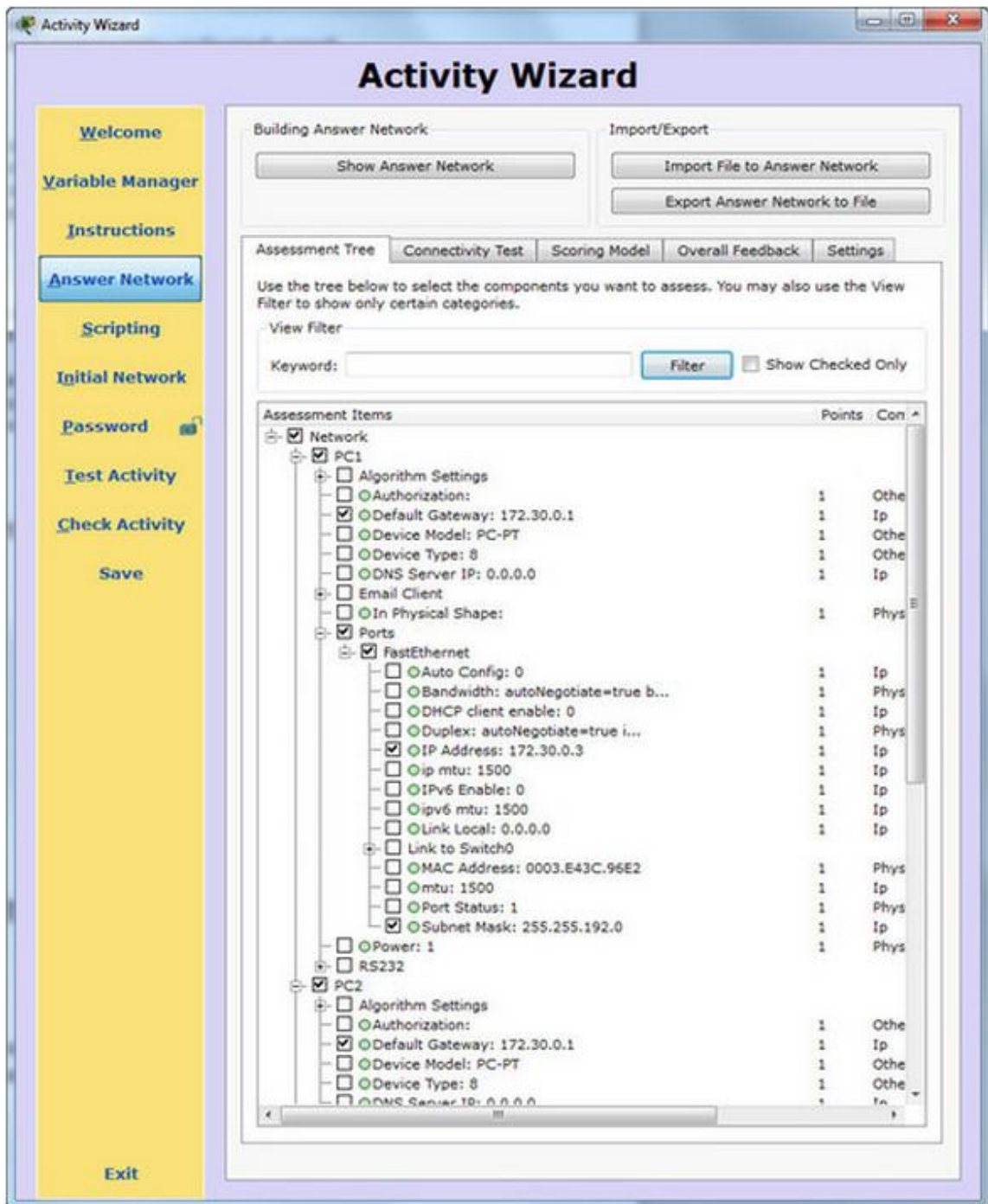


Рисунок 3.7 – Вкладка Answer Network у вікні Activity Wizard

На останньому етапі переходять до Test Activity і перевіряють чи все нормально. Після перевірки треба зберегти файл завдання, натиснувши на кнопку Save. Отриманий файл можна роздати студентам. По закінченню робіт вони можуть зберегти його і надати викладачеві для перевірки.

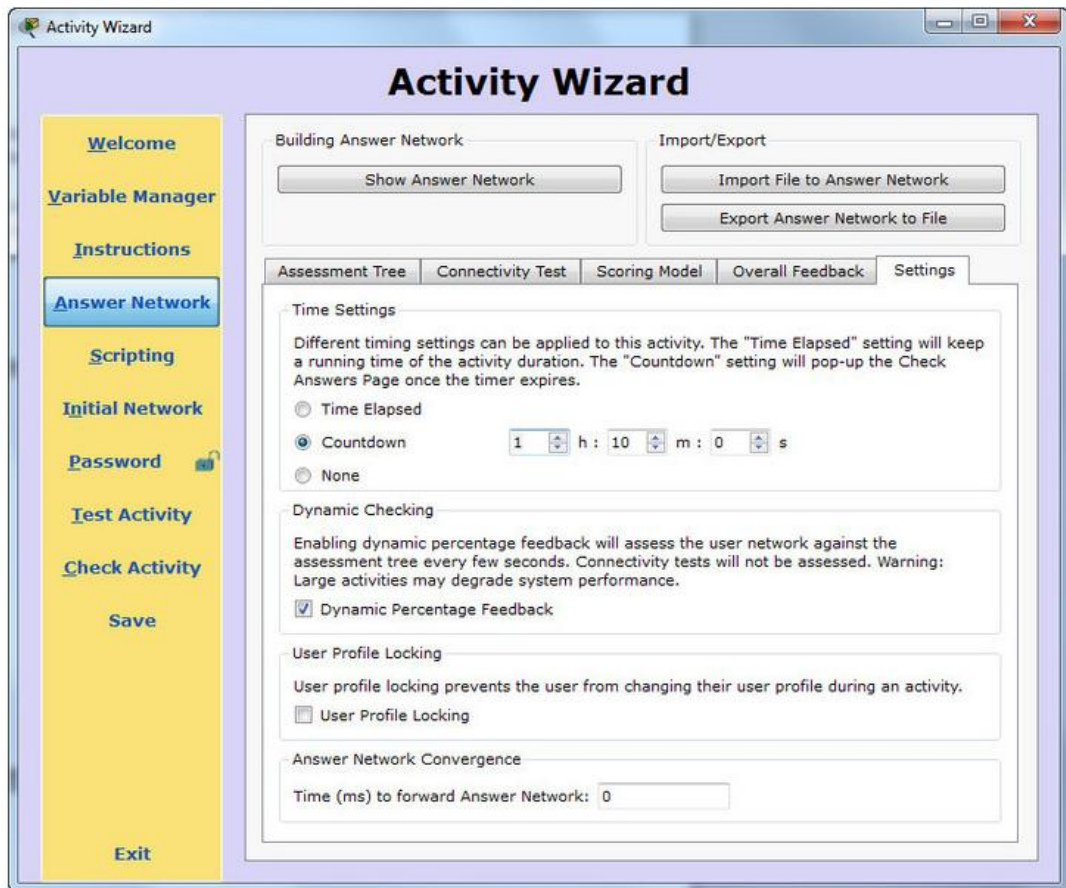


Рисунок 3.8 – Вкладка Settings



Рисунок 3.9 – Вкладка Password

Завдання можна редагувати, відкривши його і перейшовши до Activity Wizard з меню Extensions, але для цього знадобиться пароль, який був визначений у момент створення завдання.

#### **4 НАСТРОЙКА РЕЖИМУ ІНТЕРАКТИВНОЇ ГРУПОВОЇ РОБОТИ КОРИСТУВАЧІВ**

Програма Cisco Packet Tracer має важливу функцію Multiuser, яка дозволяє декілька частин однієї мережі, побудованих на різних комп'ютерах, зв'язати між собою через реальну локальну мережу чи Інтернет. Тобто Cisco Packet Tracer є мережевим додатком (peer to peer), який використовує для з'єднання реальну мережу (TCP socket з'єднання) для передачі віртуальних пакетів (рис.4.1). Packet Tracer на одному комп'ютері може зв'язуватися з Packet Tracer на одному чи декількох віддалених ПК. Така взаємодія дає можливість для проведення олімпіад, групових занять, віддаленої роботи з викладачем. Саме цю можливість Packet Tracer і будемо використовувати подальше для розроблення інтерактивних віртуальних шаблонів лабораторних робіт.

Технічна інформація щодо режиму Multiuser Connection:

- зв'язок між екземплярами Packet Tracer встановлюється за допомогою протоколу PTMP (Packet Tracer Messaging Protocol), який базується на протоклі TCP;
- за замовчуванням налаштовується на з'єднання TCP-порт 38000, і кожен новий екземпляр на одному комп'ютері буде використовувати наступний доступний порт;
- допускається використовувати для групової роботи консольний кабель;
- пароль за замовчуванням: Cisco;
- бездротові мережі не підтримують режим Multiuser.

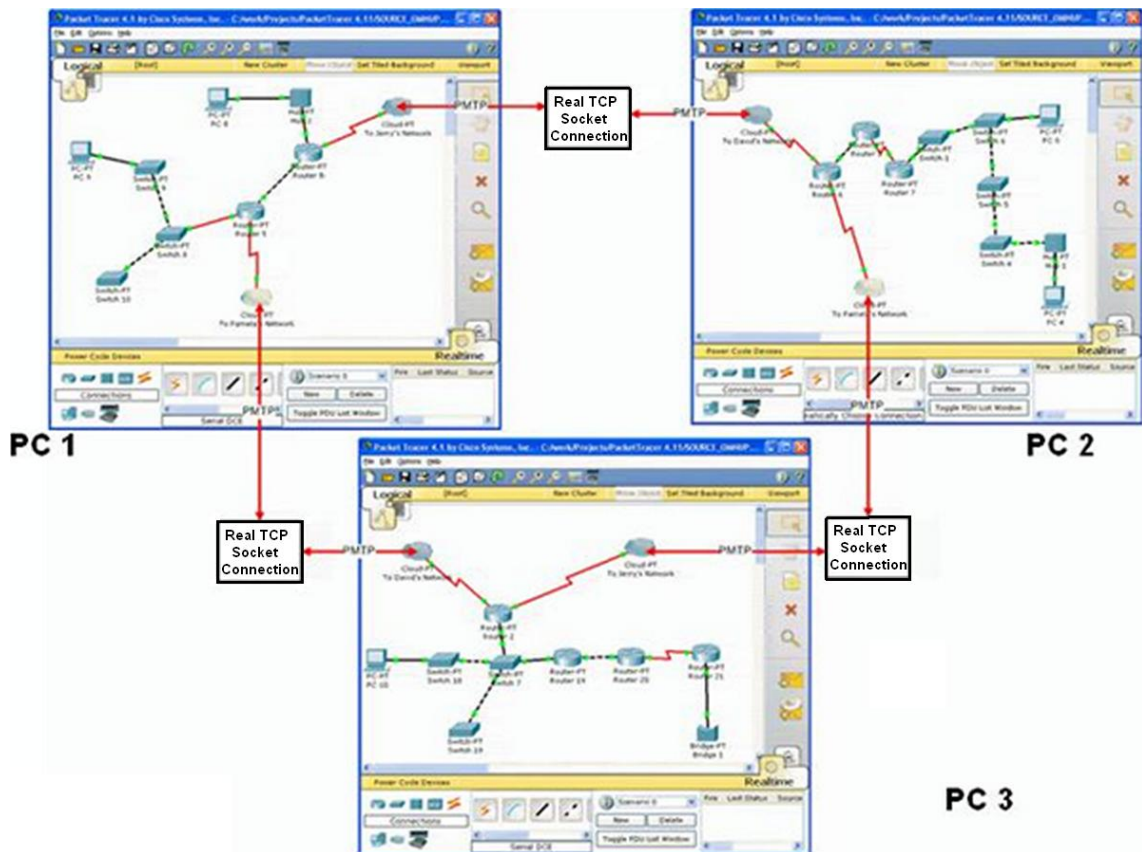


Рисунок 4.1 – Приклад групової взаємодії за протоколом PMTP

Розглянемо детальніше як реалізована у програмі Cisco Packet Tracer функція Multiuser Connection. Виконаємо мережеве підключення двох віддалених комп'ютерів. Важливо щоби ці ПК мали однакові версії програми Packet Tracer. На одному хості встановлена ОС Windows, а на другому – ОС Ubuntu (рис. 4.2). Для прикладу, оберемо простий сценарій невеликої мережі з двома ПК, комутатором і маршрутизаторами Cisco 1841. По-перше, побудуємо топологію мережі і виконаємо її конфігурування, тобто налаштуємо все за винятком з'єднання розриву між ПК.

Packet Tracer Multiuser використовує клієнт-серверну модель для підтримки режиму роботи, розрахованого на багато користувачів. Тому один хост буде сервером: його задача – слухати заданий порт для з'єднання, а іншій – клієнтом, який буде ініціювати встановлення з'єднання. Нехай клієнтом буде хост, що зображений на рис. 4.1 праворуч. Клієнт створює на

робочій області підключення з зображенням хмари – «Multiuser Cloud». Значок можна обрати на панелі для обладнання програми Packet Tracer в останій категорії (рис. 4.3).

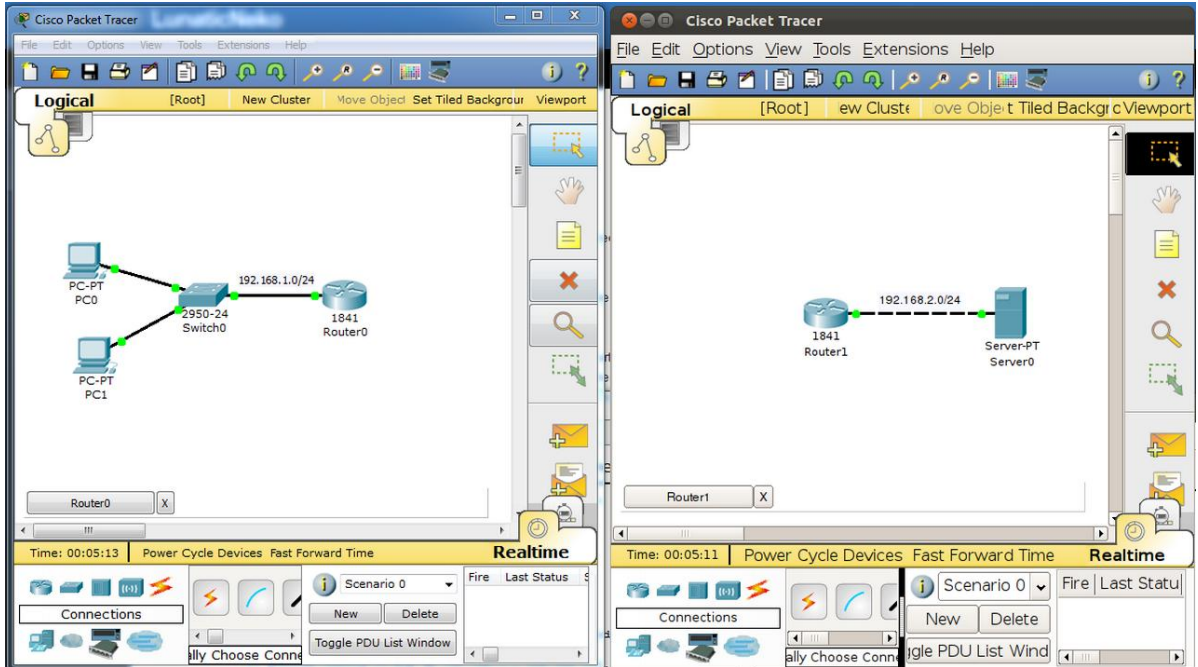


Рисунок 4.2 – Завантажені програми Cisco Packet Tracer на двох ПК

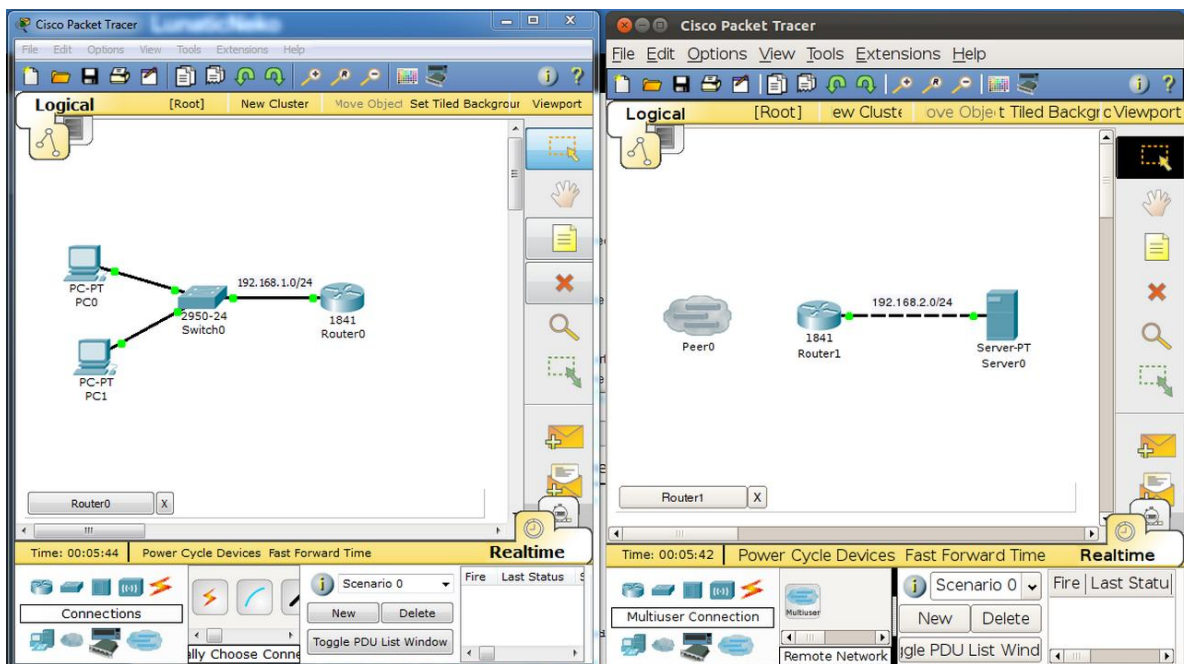


Рисунок 4.3 – Встановлення з боку клієнта піктограми «Multiuser Cloud»

Далі треба переконатися, що програма-сервер відкрита на прослуховування, а також має власний пароль.

Для цього треба увійти в меню і відкрити вікно Extensions -> Multiuser. На боці клієнта слід натиснути на піктограму «Multiuser Cloud» і ввести IP-адресу сервера чи його мережеве ім'я і номер порту, а також пароль (рис.4.4). Пароль повинен відповідати, тому що був заданий в настройках підключення.

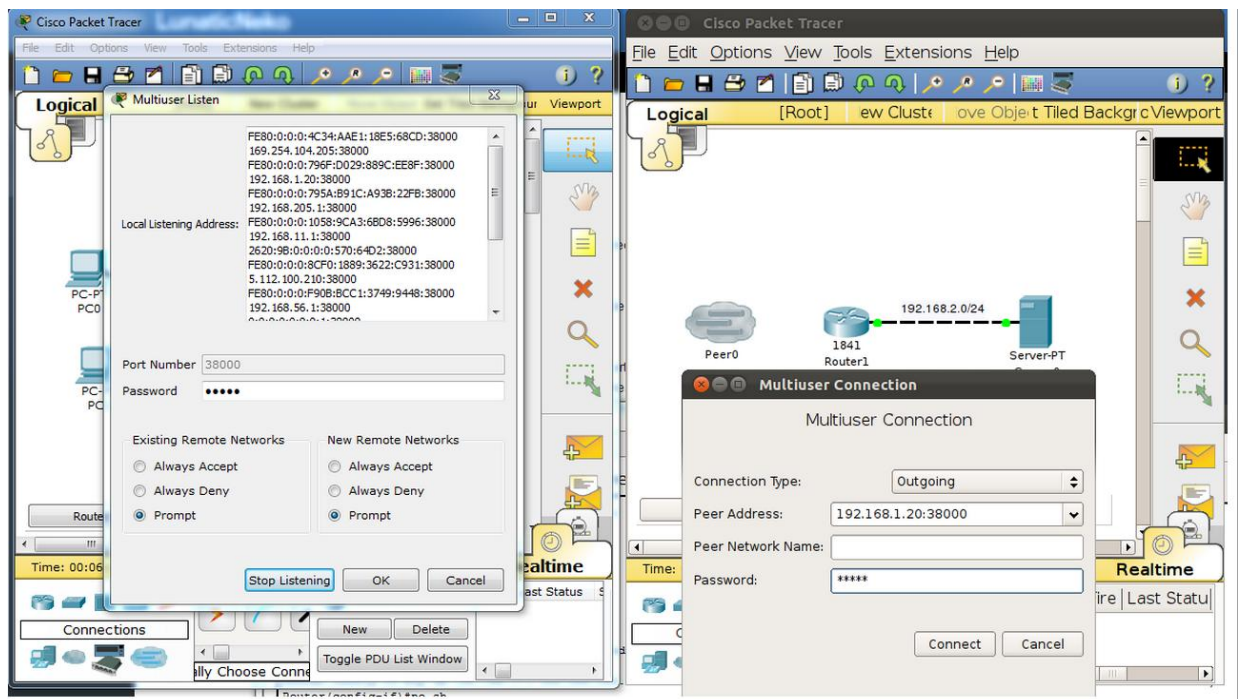


Рисунок 4.4 – Налаштування параметрів підключення на боці сервера і клієнта

Якщо пароль правильний, то серверу може бути запропоновано встановити з'єднання (рис.4.5). Коли з'єднання буде встановлено, у сервера автоматично з'явиться піктограма «Multiuser Cloud».

Неможна побачити порти двох маршрутизаторів і підключитися до них, якщо вони не є "видимими". Це можна зробити, за допомогою пункту меню Extensions -> Multiuser -> Port Visibility. Треба обрати порти пристроїв, які будуть видимими з іншого боку. Це має бути зроблено з обох сторін



(рис.4.6). Далі можна перетягнути кабель в хмарі (рис.4.7). На цьому налаштування з'єднання завершено.

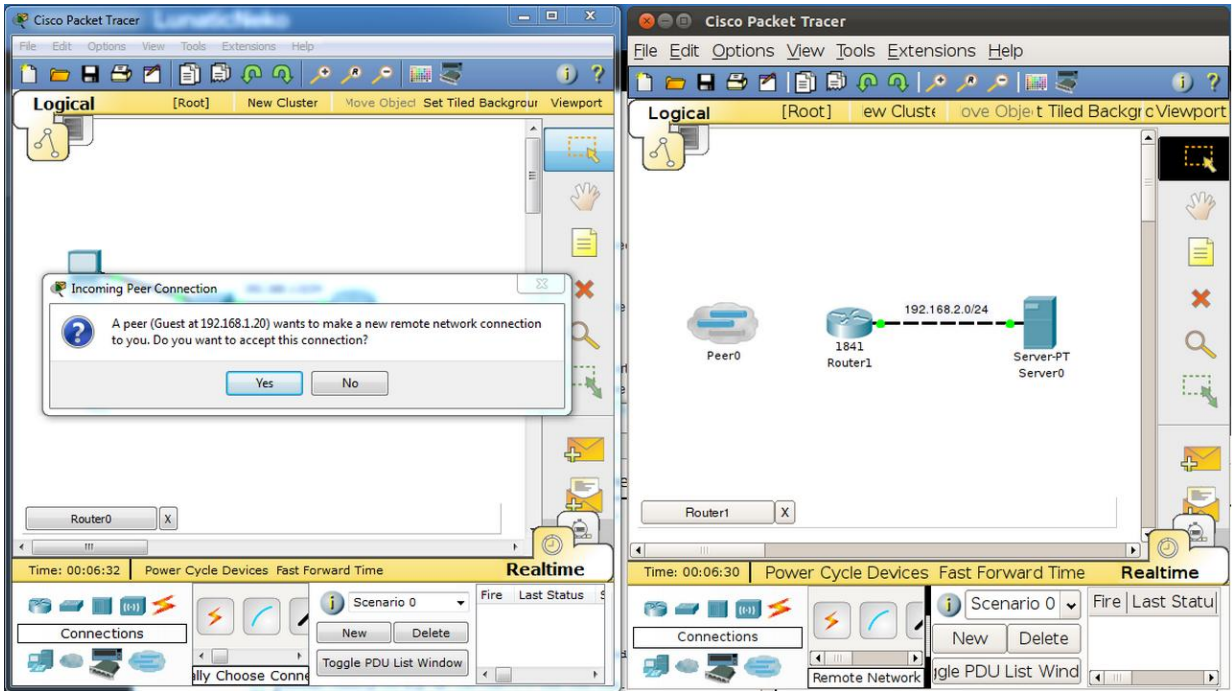


Рисунок 4.5 – Вигляд повідомлення про встановлення з'єднання на сервері

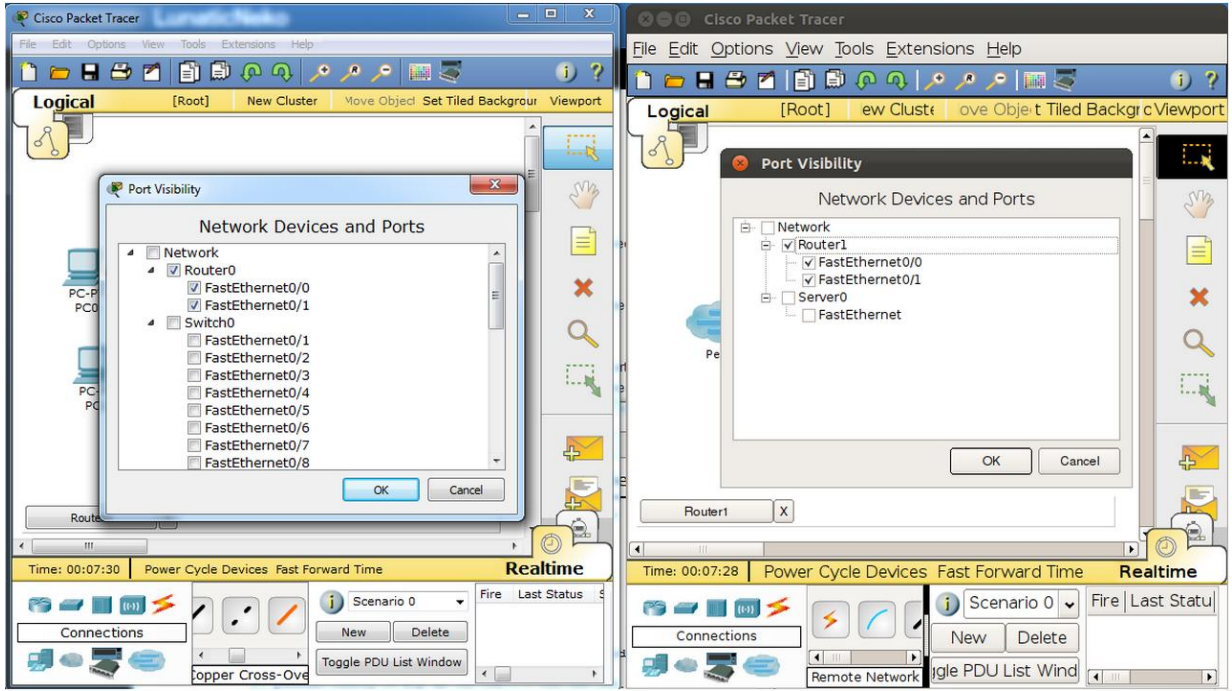


Рисунок 4.6 – Встановлення видимих портів у вікні Port Visibility

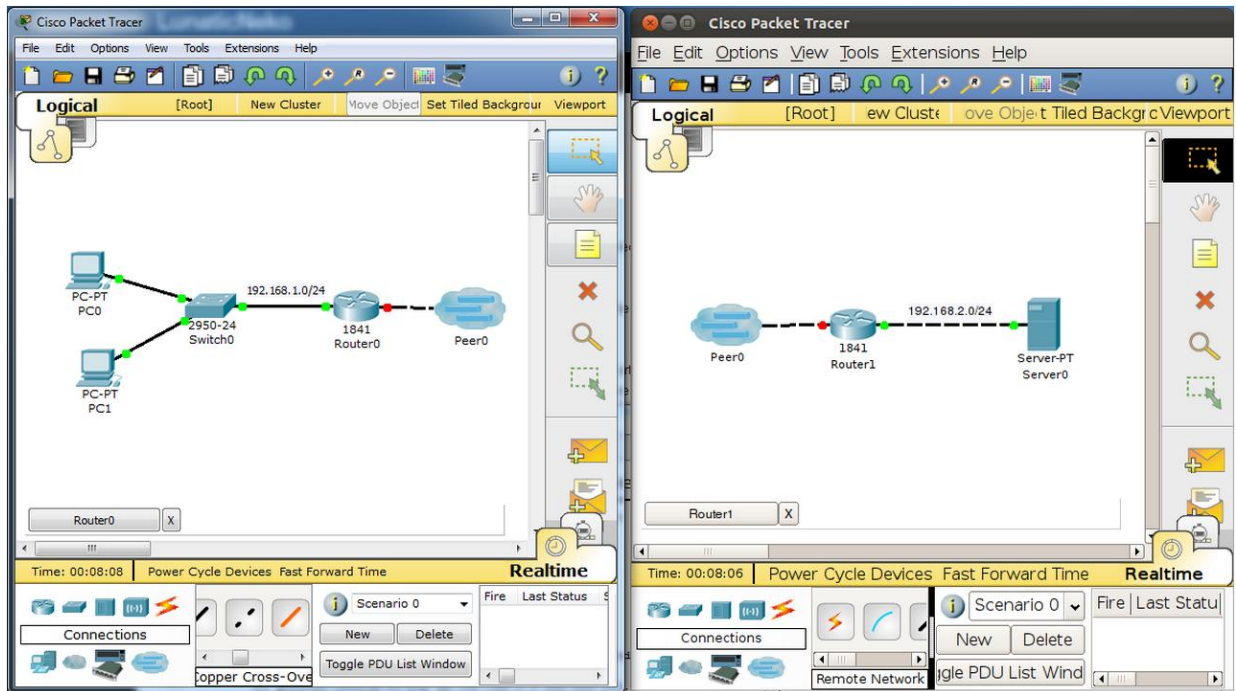


Рисунок 4.7 – Остаточний вигляд мережі в режимі Multiuser Connection

## 5 РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ШАБЛОНІВ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКОНАННЯ

В рамках даної роботи передбачається розроблення лабораторного практикума, що складається з інтерактивних віртуальних шаблонів завдань з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для групового виконання в комп'ютерному класі. Зміст завдань повинен відповідати змісту робочої програми дисципліни і охоплювати наступні теми:

- устаткування локальних мереж;
- підмережі. Конфігурування маршрутизаторів;
- статична маршрутизація в IP – мережах;
- динамічна маршрутизація в IP – мережах;
- захист локальної мережі від атак канального рівня.

Метою лабораторного практикума є отримання знань, необхідних для роботи з мережною операційною системою комутаційного обладнання та маршрутизаторів Cisco, а також навичок налаштування механізмів безпеки і засобів функціонування мережевої інфраструктури.

До лабораторного практикуму будуть додані завдання, які дозволяють студентам працювати в команді у формі змагання. Для цього віртуальні шаблони завдань будуть підтримувати віддалене з'єднання за допомогою функцій Multiuser Connection, яка докладно описана у попередньому розділі.

### **5.1 Переваги і недоліки дистанційного навчання**

Сьогодні дистанційна форма навчання демонструє свої переваги над іншими формами навчання завдяки своїй значно вищій інформативності, доступності та економічній ефективності. Вона також потребує менше часу та енергії для засвоєння знань, є значно мобільнішою та комфортнішою ніж інші форми навчання. Саме цими та іншими причинами зумовлюється експансія дистанційної форми навчання в усьому світі, а групове навчання в аудиторіях та читальних залах поступово втрачає свої позиції. Сформулюємо переваги дистанційної освіти більш конкретно.

Можливість навчатися в зручний для себе час. Студент, який навчається дистанційно, може самостійно вирішувати, коли і скільки часу протягом семестру йому приділяти на вивчення матеріалу. Він будує для себе індивідуальний графік навчання.

Можливість навчатися в своєму темпі. Студент, що навчається дистанційно, завжди може повернутися до вивчення більш складних питань, кілька разів подивитися відео-лекції, перечитати листування з викладачем, а вже відомі теми можна пропустити. Головне, успішно проходити проміжні та підсумкові атестації

Можливість навчатися в будь-якому місці. Студенти можуть навчатися, не виходячи з будинку або офісу, перебуваючи в будь-якій точці

світу. Щоб приступити до навчання, необхідно мати комп'ютер з доступом в Інтернет. Відсутність необхідності щодня відвідувати навчальний заклад - безсумнівний плюс для людей з обмеженими можливостями здоров'я, для проживаючих у важкодоступних місцевостях, які відбувають покарання у місцях позбавлення волі, батьків з маленькими дітьми.

Навчання без відриву від основної діяльності. Дистанційно можна навчатися на декількох курсах одночасно, отримувати чергову вищу освіту. Для цього зовсім не обов'язково брати відпустку на основному місці роботи, виїжджати у відрядження. Існують освітні організації, які організують корпоративне навчання (підвищення кваліфікації) для співробітників фірм і держслужбовців. У цьому випадку навчання не перериває трудового стажу, а вивчені питання можна відразу застосувати в трудовій діяльності.

Доступність навчальних матеріалів. Тим, хто навчається дистанційно незнайома така проблема, як нестача підручників, задачників, методичних матеріалів. Доступ до всієї необхідної навчально-методичної літератури відкривається студенту одразу після реєстрації на сайті університету.

Комфортне навчання. Проміжна атестація студентів дистанційних курсів проходить у формі on-line тестів. Тому в учнів менше підстав для хвилювання перед зустріччю з викладачами на заліках та іспитах. Виключається можливість суб'єктивної оцінки: на систему, яка перевіряє правильність відповідей на питання тесту, не вплине успішність студента з інших предметів, його суспільний статус і інші фактори.

Індивідуальний підхід. При традиційному навчанні викладачеві досить важко приділити необхідну увагу всім учням групи, підлаштуватися під темп роботи кожного. Використання дистанційних технологій підходить для організації індивідуального підходу. Крім того, що учень сам вибирає собі темп навчання, він може оперативно отримати у тьютора відповіді на виникаючі питання.

До недоліків дистанційного навчання можна віднести:

Відсутність особистісного спілкування між викладачем та студентом (відбувається менш ефективна, безособистісна передача знань). Також не вистачає спілкування з колегами-студентами для обміну досвідом.

Необхідність наявності у студента сильної особистісної мотивації, вміння навчатися самостійно, без постійної підтримки та підштовхування з боку викладача.

Відсутність можливості негайного практичного застосування отриманих знань і з наступним обговоренням виниклих питань з викладачем і роз'яснення ситуації на конкретних прикладах.

Студенти не завжди можуть забезпечити себе достатнім технічним обладнанням - мати комп'ютер та постійний вихід у Інтернет.

## **5.2 Опис методології розроблення шаблонів завдань**

Більшість завдань лабораторного практикуму орієнтовані на дистанційне навчання. Передбачаються наступні віртуальні шаблони завдань.

Шаблон завдання для пошуку і усунення несправностей у комп'ютерній мережі. За допомогою Activity Wizard підготовлюється конфігураційний файл моделі комп'ютерної мережі, частина якої налаштована і функціонує некоректно. Студент має доступ до частини мережевого обладнання. Задача студента – знайти і усунути помилки в настройках мережевого обладнання і засобів захисту за встановлений час.

Шаблон для налаштування захищеної корпоративної мережі передачі даних. В лабораторній роботі може приймати участь група студентів дистанційно. Перед студентами ставиться завдання побудови дві корпоративні мереж передачі даних у відповідності з виданим технічним завданням на проектування і політикою безпеки. Студенти діляться на дві групи. Кожний студент призначається відповідальним за проектування і налаштування окремого модуля мережі (наприклад, периметр Інтернет, ЛОМ, мережа філії). Потім всі сегменти з'єднуються за допомогою

мережевих механізмів Cisco Packet Tracer. Після розгортання мереж студенти міняються мережами і модулями. При цьому вирішуються завдання вивчення і аналізу конфігурації нової мережі, пошуку та усунення помилок проектування і реалізації. Протягом виконання усього завдання викладачем можуть даватися різні інструкції по зміні політик безпеки, порядку функціонування мережевої інфраструктури і вимог до мереж передачі даних.

### 5.3 Розробка конфігураційних файлів з шаблонами завдань

Приклад розроблення конфігураційного файлу до задачі на пошук і усунення несправностей у комп'ютерній мережі приведений у додатку А. Конфігураційний файл створений за допомогою функції Activity Wizard. Студент повинен правильно виконати конфігурацію мережі за встановлений час і добитися того, щоб усі хости мережі були з'єднані. Встановлення фізичного з'єднання перевіряється командою ping.

До завдання налаштування захищеної корпоративної мережі було розроблено два конфігураційних файли: файл для викладача, наведений у додатку Б і файл для студентів (рис.5.1).

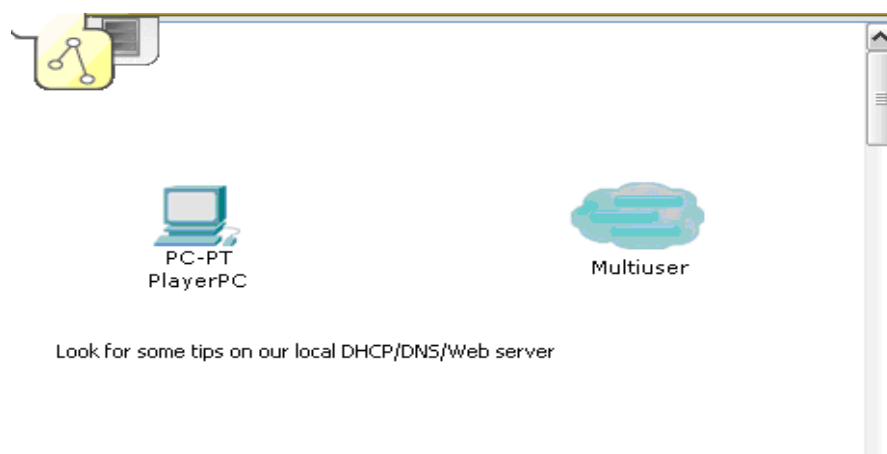


Рисунок 5.1 – Конфігураційний файл студента до шаблону завдання налаштування захищеної корпоративної мережі

Файл викладача завантажується на ПК викладача, за ним можна спостерігати за прогресом кожного учасника в реальному часі. Файл для студента має дуже простий вигляд. Віддалений студент підключається до свого кластера за допомогою Cloud PT Multiuser. Топологія мережі в кожному кластері однакова (рис.5.2).

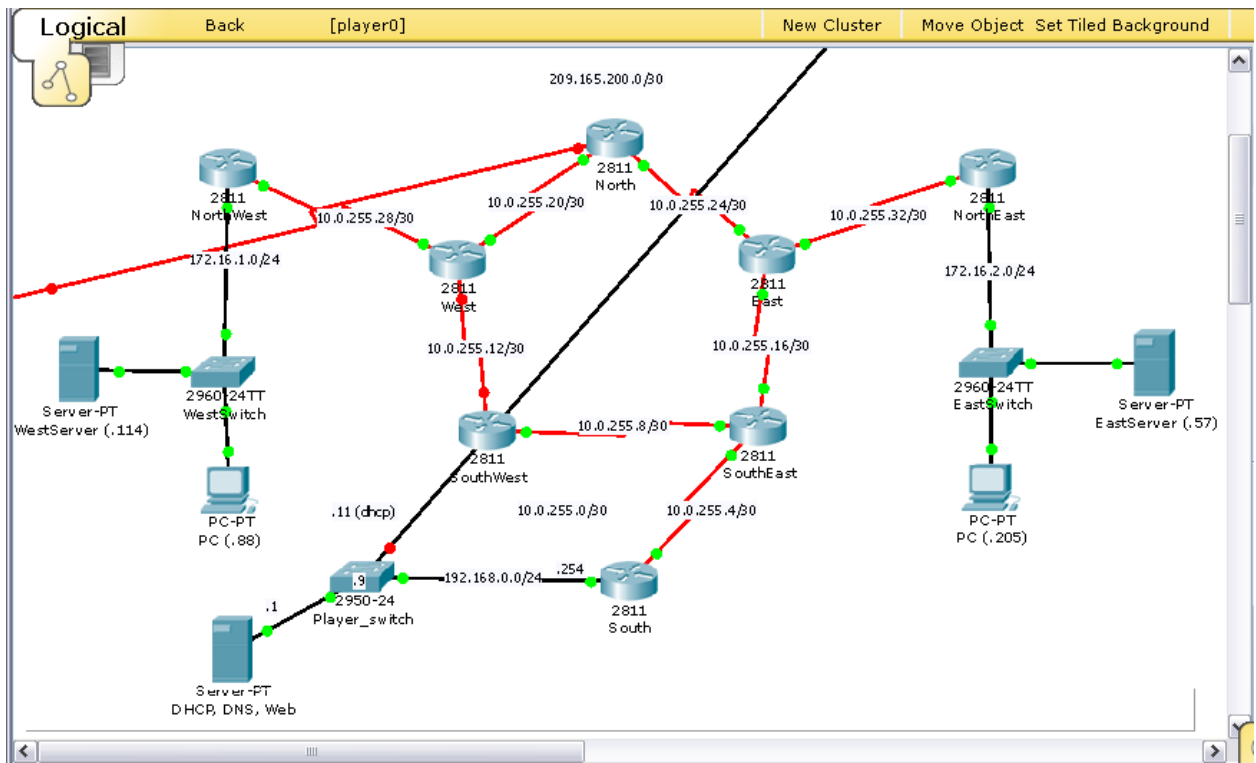


Рисунок 5.2 – Топологія мережі в кожному кластері шаблону завдання налаштування захищеної корпоративної мережі

Завдання треба виконувати поетапно. Шляхом дослідження мережевого обладнання у кластері за допомогою DHCP і WEB-серверу, а також команд IOS в режимі Telnet. Студент підключається до маршрутизаторів і усуває помилки в налаштуванні.

У ході створення варіантів завдань буде проаналізовано можливість розробки тестуючих прикладів – файлів з шаблонами мереж для самопідготовки студентів. Файли будуть видаватися студентам для підготовки до занять у вільний час. Студенти повинні будуть провести

конфігурування обладнання мережі відповідно до завдання і продемонструвати викладачеві працездатну мережу перед виконанням лабораторної роботи. Це дасть можливість студентам засвоїти теоретичні основи побудови мереж, особливо розділи, що традиційно викликають складності в освоєнні: безкласова IP-адресація, розбиття мережі на підмережі (subnetting) і настройка базової маршрутизації.

#### **5.4 Розробка завдань для дистанційного групового виконання**

Функція Multiuser, що дозволяє з'єднувати в одну мережу окремі сегменти мережі, розташовані на віддалених комп'ютерах, дає можливість проводити групові заняття, олімпіади, видалено працювати з викладачем, організовувати ігри в класі. Описані вище можливості Cisco Packet Tracer були активно використані при розробці інтерактивних віртуальних шаблонів мереж лабораторного практикуму, більшість з яких орієнтовані на роботу в групі і можуть виконуватися в формі змагання, або гри. Передбачено виконання наступних завдань:

Рішення завдання з пошуку та усунення несправностей в комп'ютерній мережі. Викладач видає студентам конфігураційний файл моделі комп'ютерної мережі, підготовлений за допомогою Activity Wizard, частина якої налаштована і функціонує некоректно. Студент має доступ до частини мережевого обладнання. Завдання студента – знайти і усунути помилки в налаштуваннях мережевого обладнання та засобів захисту за встановлений час. Текст завдання форматується за допомогою HTML тегів. За кожен вид правильних налаштувань, які студент виконує, програма виставляє відповідну оцінку в балах.

Рішення завдання побудови корпоративної мережі передачі даних. Завдання може бути видано викладачем для групового віддаленого виконання. Перед групою студентів ставиться завдання побудови корпоративну мережу передачі даних відповідно до виданого технічного



завдання на проектування і політикою безпеки. Мета – навчитися правильно розподілити обов'язки з проектування і налаштувань окремих модулів мережі. Потім всі сегменти з'єднуються через мережеві механізми Multiuser Connection. У підсумку потрібно забезпечити працездатність мережі і виконання всіх вихідних вимог і політик безпеки.

Розрахована на багато користувачів гра «Цар гори» в режимі реального часу. Суть гри полягає в наступному: у викладача є конфігураційний файл складовою мережі, в центрі якої знаходиться маршрутизатор. До центрального маршрутизатора підключені окремі кластери. У кожному кластері знаходиться мережева топологія з помилками. Віддалений студент підключається до свого кластера за допомогою Cloud PT Multiuser. Мета гри – досліджувати невідому мережу в кластері, вирішити в ній ряд проблем і дістатися до центрального маршрутизатора першим.

Розрахована на багато користувачів гра в режимі реального часу «Естафетна гонка». Дозволяє організувати змагання між групами студентів. Як і в попередньому випадку, у викладача є конфігураційний файл складовою мережі, в центрі якої знаходиться маршрутизатор. До центрального маршрутизатора підключені підмережі, топологія яких є послідовно з'єднані між собою маршрутизатори. За кожен гілку маршрутизаторів відповідає команда, що складається з 2-5 студентів. До кожного маршрутизатора (крім центрального) підключений консольний кабель для можливості його налаштування в Cisco IOS. Через мережеві механізми Cloud PT Multiuser встановлюється зв'язок з кластером кожного окремого студента. Мета гри – якомога швидше через консольне з'єднання налаштувати інтерфейси командних маршрутизаторів і підключитися першими до центрального маршрутизатора. Це можна виконати тільки тоді, коли кожен член команди впорається зі своїм завданням, так як гілка з мережі, що веде до центрального маршрутизатора являє собою послідовність командних маршрутизаторів, тому можливість підключення до центрального

маршрутизатора залежить від того, як швидко і правильно налаштує інтерфейси власного маршрутизатора кожен член команди.

## ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи була розробка інтерактивних завдань для дистанційного групового виконання з дисципліни «Комп'ютерні мережі» засобами програмного симулятора Cisco Packet Tracer.

Пакет призначений для роботи з обладнанням фірми Cisco. Фірма відома своїми високопродуктивними маршрутизаторами, комутаторами та іншим устаткуванням. Як показує аналіз ринку, все більше компаній і підприємств обирають для впровадження саме обладнання Cisco, тому вивчення їх компонентів і вбудованої операційної системи IOS слід вважати дуже перспективним і доцільним для майбутнього ІТ спеціаліста. В роботі наводиться опис основних компонентів Cisco маршрутизаторів і операційної системи IOS. Крім того, емулятор Packet Tracer має вбудовані засоби Activity Wizard, які дозволяють створювати шаблони мереж для подальшого конфігурування і виконання різних навчальних сценаріїв.

Cisco Packet Tracer також є мережевим додатком (peer to peer), який використовує для з'єднання реальну мережу (TCP socket з'єднання) для передачі віртуальних пакетів. Packet Tracer має функцію Multiuser, яка дозволяє з'єднувати в одну частини мережі, що розташовані на віддалених комп'ютерах. Така взаємодія дає можливість для проведення олімпіад, групових занять, віддаленої роботи з викладачем. Саме ця можливість Packet Tracer була використана для розроблення інтерактивних віртуальних шаблонів лабораторних робіт.

В роботі наведені конфігураційні файли для наступних віртуальних шаблонів: завдання на пошук і усунення несправностей у комп'ютерній мережі і завдання налаштування захищеної корпоративної мережі передачі даних для дистанційного виконання. Перевагою завдань є можливість виконувати їх командно в реальному часі. Передбачається, що ці завдання, які орієнтовані на груповий режим роботи можна буде використовувати під час проведення лабораторних робіт по дисципліні «Комп'ютерні мережі».

За бажанням викладача даний лабораторний практикум може бути використаний для дистанційного навчання. Це особливо актуально для заочної форми навчання, а також у зв'язку зі збільшенням часу, що відводиться навчальними програмами на самостійне навчання студентів.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Джером Ф. Димарцио. Маршрутизаторы Cisco. Пособие для самостоятельного изучения. М: Издательство «Символ-Плюс», 2003. 508 с.
2. Джеймс Бони. Руководство по Cisco IOS. СПб.: Питер, М.: Издательство «Русская редакция», 2008. 784 с.
3. Кеннеди Кларк, Кевин Гамильтон. Принципы коммутации в локальных сетях Cisco. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 971 с.
4. Вито Амато. Основы организации сетей Cisco. Том 2. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 464 с.
5. Аллан Леинванд, Брюс Пински. Конфигурирование маршрутизаторов Cisco. 2 издание. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. 368 с.
6. Джо Хабракен. Как работать с маршрутизаторами Cisco. СПб.: Издательство «ДМК-Пресс», 2005. 317 с.
7. Брюс Александер, Тони Аллен, Мэтт Карлинг и др. Руководство по технологиям объединенных сетей Cisco. Изд. 4-е. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 1040 с.
8. Брайан Хилл. Полный справочник по Cisco. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 1088 с.
9. Программа сетевой академии Cisco CCNA 1, 2, 3 и 4. Вспомогательное руководство. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 944 с.
10. CCNA Discovery 3: Designing and Supporting Computer Networks v.4.0 Student Packet Tracer Manual. URL: [http://cisnet.mywccc.org/tools/Discovery%204/en\\_DCompNtwk\\_SPTM\\_40.pdf](http://cisnet.mywccc.org/tools/Discovery%204/en_DCompNtwk_SPTM_40.pdf) (дата звернення: 1.03.2019)
11. Кравец, О.Я. Практикум по вычислительным сетям и телекоммуникациям: учебное пособие. Воронеж: Научная книга, 2006. 156 с.
12. A. Smith and C. Bluck. Multiuser Collaborative Practical Learning Using Packet Tracer in Networking and Services (ICNS). Sixth International Conference, 2010. pp. 356-362.

13. Smith, A. and Bluck, C. Multiuser Collaborative Practical Learning using Packet Tracer. International Conference on Networking and Services, 2010. pp. 6057-6060.

14. N. M. M. Noor, N. Yayao, S. Sulaiman. Effectiveness Of Using Cisco Packet Tracer As a Learning Tool: A Case Study Of Routing Protocol. Int. J. Inf. Educ. Technol., Vol. 8, No.1, Pp. 11–16, 2018.

15. Sheikh Raashid Javid. Role of Packet Tracer in learning Computer Networks. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 3, Issue 5. 2014. pp.6508-6511

## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

### Приклад завдання на пошук несправностей

Для виконання завдання було створена мережу для тренування вміння виконувати розподіл мережі на підмережі (subnetting) і визначення базових правил маршрутизації (рис.А.1).

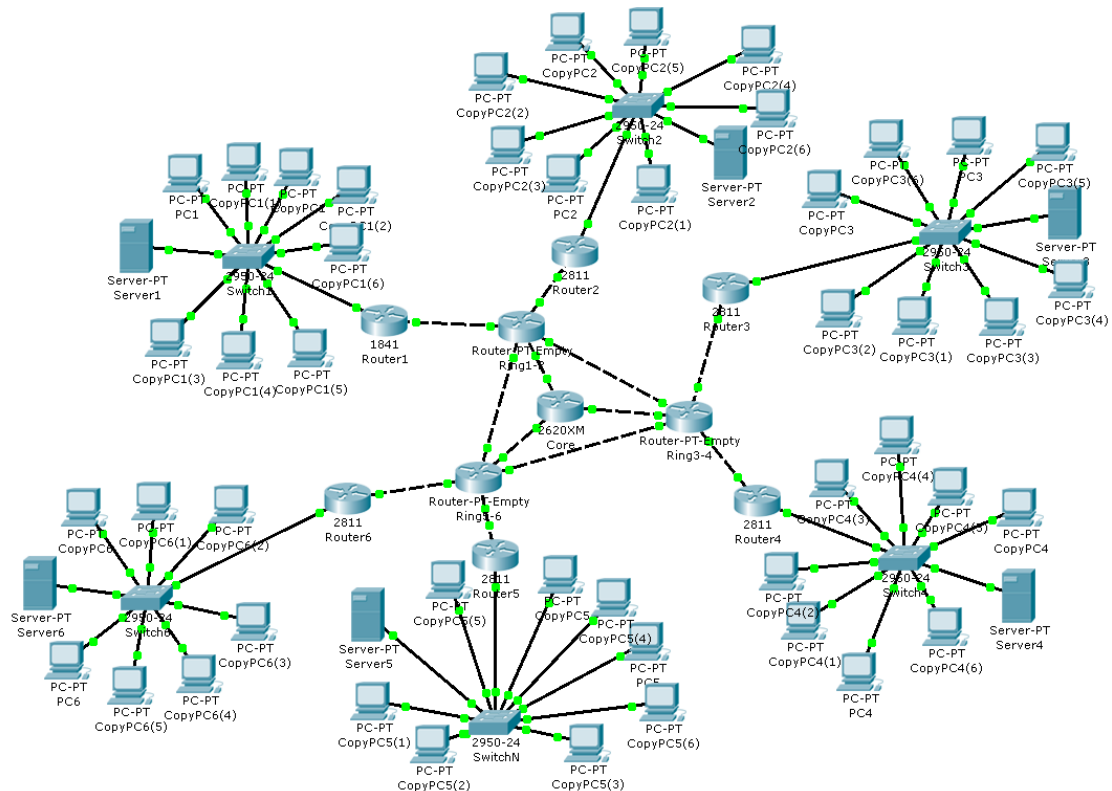


Рисунок А.1. – Логічна топологія мережі для тестування

Приклади файлів конфігурації і таблиці маршрутизації роторів

```
Core
1Router#show run
2Building configuration...
3
4Current configuration : 611 bytes
5!
6version 12.2
7no service timestamps log datetime msec
8no service timestamps debug datetime msec
9no service password-encryption
10!
11hostname Router
21!
```



```

31!
41!
51!
61!
71!
81!
91!
02!
12!
22ip name-server 0.0.0.0
32!
42!
52!
62!
72!
82!
92interface FastEthernet0/0
03 ip address 172.16.0.1 255.255.0.0
13 duplex auto
23 speed auto
33!
43interface FastEthernet1/0
53 ip address 172.17.0.1 255.255.0.0
63 duplex auto
73 speed auto
83!
93interface FastEthernet1/1
04 ip address 172.18.0.1 255.255.0.0
14 duplex auto
24 speed auto
34!
44router rip
54 network 172.16.0.0
64 network 172.17.0.0
74 network 172.18.0.0
84!
94ip classless
05!
15!
25!
35!
45!
55!
65!
75!
85!
95line con 0
06line vty 0 4
16 login
26!
36!
46!
56end
66
76
86
96Router#show ip route
07Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
17BGP
27          D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter
area
37          N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type
2
47          E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
57          i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
67inter area
77          * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
87          P - periodic downloaded static route
97
08Gateway of last resort is not set
18
28C    172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0

```

```

38C 172.17.0.0/16 is directly connected, FastEthernet1/0
48C 172.18.0.0/16 is directly connected, FastEthernet1/1
58R 172.19.0.0/16 [120/1] via 172.17.0.2, 00:00:18, FastEthernet1/0
68 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:12, FastEthernet0/0
78R 172.20.0.0/16 [120/1] via 172.17.0.2, 00:00:18, FastEthernet1/0
88 [120/1] via 172.18.0.2, 00:00:17, FastEthernet1/1
98R 172.21.0.0/16 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:12, FastEthernet0/0
09 [120/1] via 172.18.0.2, 00:00:17, FastEthernet1/1
19R 172.22.0.0/16 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:12, FastEthernet0/0
29R 172.23.0.0/16 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:12, FastEthernet0/0
39R 172.24.0.0/16 [120/1] via 172.17.0.2, 00:00:18, FastEthernet1/0
49R 172.25.0.0/16 [120/1] via 172.17.0.2, 00:00:18, FastEthernet1/0
59R 172.26.0.0/16 [120/1] via 172.18.0.2, 00:00:17, FastEthernet1/1
69R 172.27.0.0/16 [120/1] via 172.18.0.2, 00:00:17, FastEthernet1/1
79R 192.168.1.0/24 [120/2] via 172.16.0.2, 00:00:12,
FastEthernet0/0
89R 192.168.2.0/24 [120/2] via 172.16.0.2, 00:00:12,
FastEthernet0/0
99R 192.168.3.0/24 [120/2] via 172.17.0.2, 00:00:18,
FastEthernet1/0
001R 192.168.4.0/24 [120/2] via 172.17.0.2, 00:00:18,
FastEthernet1/0
101R 192.168.5.0/24 [120/2] via 172.18.0.2, 00:00:17,
FastEthernet1/1
201R 192.168.6.0/24 [120/2] via 172.18.0.2, 00:00:17,
FastEthernet1/1

```

#### Ring1-2

```

1Router#show run
2Building configuration...
3
4Current configuration : 874 bytes
5!
6version 12.2
7no service timestamps log datetime msec
8no service timestamps debug datetime msec
9no service password-encryption
01!
11hostname Router
21!
31!
41!
51!
61!
71!
81!
91!
02!
12!
22ip name-server 0.0.0.0
32!
42!
52!
62!
72!
82!
92interface FastEthernet0/0
03 ip address 172.16.0.2 255.255.0.0
13 duplex auto
23 speed auto
33!
43interface FastEthernet1/0
53 ip address 172.19.0.1 255.255.0.0
63 duplex auto
73 speed auto
83!
93interface FastEthernet2/0
04 ip address 172.21.0.2 255.255.0.0
14 duplex auto
24 speed auto
34!
44interface FastEthernet3/0

```

```

54 ip address 172.22.0.1 255.255.0.0
64 duplex auto
74 speed auto
84!
94interface FastEthernet4/0
05 ip address 172.23.0.1 255.255.0.0
15 duplex auto
25 speed auto
35!
45router rip
55 network 172.16.0.0
65 network 172.19.0.0
75 network 172.21.0.0
85 network 172.22.0.0
95 network 172.23.0.0
06!
16ip classless
26ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 172.16.0.1
36!
46!
56!
66!
76!
86!
96!
07!
17!
27line con 0
37line vty 0 4
47 login
57!
67!
77!
87end
97
08
18Router#show ip route
28Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
38BGP
48      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter
area
58      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type
2
68      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
78      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
88inter area
98      * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
09      P - periodic downloaded static route
19
29Gateway of last resort is not set
39
49C    172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
59R    172.17.0.0/16 [120/1] via 172.16.0.1, 00:00:19, FastEthernet0/0
69      [120/1] via 172.19.0.2, 00:00:22, FastEthernet1/0
79R    172.18.0.0/16 [120/1] via 172.21.0.1, 00:00:20, FastEthernet2/0
89      [120/1] via 172.16.0.1, 00:00:19, FastEthernet0/0
99C    172.19.0.0/16 is directly connected, FastEthernet1/0
001R   172.20.0.0/16 [120/1] via 172.19.0.2, 00:00:22,
FastEthernet1/0
101      [120/1] via 172.21.0.1, 00:00:20,
FastEthernet2/0
201C   172.21.0.0/16 is directly connected, FastEthernet2/0
301C   172.22.0.0/16 is directly connected, FastEthernet3/0
401C   172.23.0.0/16 is directly connected, FastEthernet4/0
501R   172.24.0.0/16 [120/1] via 172.19.0.2, 00:00:22,
FastEthernet1/0
601R   172.25.0.0/16 [120/1] via 172.19.0.2, 00:00:22,
FastEthernet1/0
701R   172.26.0.0/16 [120/1] via 172.21.0.1, 00:00:20,
FastEthernet2/0
801R   172.27.0.0/16 [120/1] via 172.21.0.1, 00:00:20,
FastEthernet2/0

```

901R	192.168.1.0/24	[120/1]	via	172.22.0.2,	00:00:07,
FastEthernet3/0					
011R	192.168.2.0/24	[120/1]	via	172.23.0.2,	00:00:23,
FastEthernet4/0					
111R	192.168.3.0/24	[120/2]	via	172.19.0.2,	00:00:22,
FastEthernet1/0					
211R	192.168.4.0/24	[120/2]	via	172.19.0.2,	00:00:22,
FastEthernet1/0					
311R	192.168.5.0/24	[120/2]	via	172.21.0.1,	00:00:20,
FastEthernet2/0					
411S	192.168.6.0/24	[1/0]	via	172.16.0.1	

## ДОДАТОК Б

### Конфігураційний файл викладача

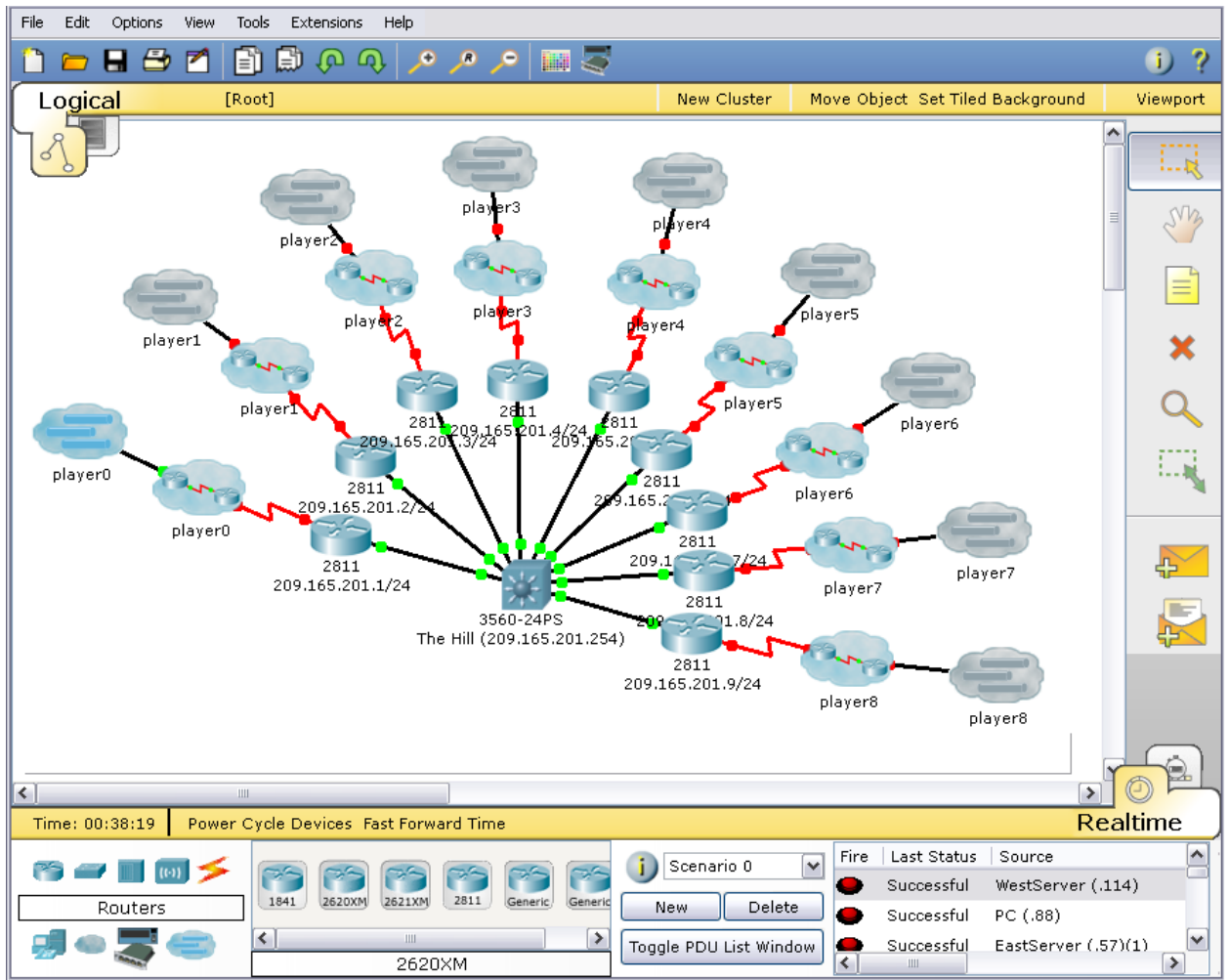


Рисунок Б.1 – Конфігураційний файл викладача