

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ОСНОВИ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія»
спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Автор: С. М. Літвінцев

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2025

Рецензент

МИРОНЧУК, О.Ю., к.т.н., доц., кафедра РТС РТФ

Відповідальний
редактор

ДУБРОВКА, Ф.Ф., д.т.н., проф., кафедра радіоінженерії РТФ

*Гриф надано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 2 від 06.11.2025 р.)
за поданням Вченої ради радіотехнічного факультету
(протокол № 08/2025 від 29 вересня 2025 р.)*

В навчальному посібнику приведено інформацію обладнання, теоретичні відомості, і методичні матеріали для підготовки та виконання лабораторних робіт по дисципліні «Основи теорії електронних комунікацій та радіотехніки. Частина 1. Основи мереж електронних комунікацій».

Посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавр за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

Посилання:

Основи мереж електронних комунікацій: лабораторний практикум / КПП ім. Ігоря Сікорського ; С.М. Літвінцев. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,4 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 48 с.

Реєстр. № НП 22/23-447. Обсяг 2,1 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© С. М. Літвінцев
© КПП ім. Ігоря Сікорського, 2025

Вступ

Наведено методичні вказівки й інструкції до проведення лабораторних робіт з дисципліни «Основи теорії електронних комунікацій та радіотехніки. Частина 1. Основи мереж електронних комунікацій».

Опис кожної лабораторної роботи складається з формулювання мети, переліку апаратури, короткої теоретичної частини, викладення змісту, і вміщує потрібні відомості з підготовки домашнього завдання і методики виконання лабораторного завдання.

Кожна робота складається з трьох основних етапів.

1. Ознайомлення з описом роботи, проробка необхідного матеріалу за конспектом і рекомендованою літературою, виконання домашнього завдання, і підготовка бланка звіту про роботу.

2. Виконання лабораторного завдання у навчальній лабораторії кафедри.

3. Обробка здобутих результатів, остаточне оформлення протоколу і його здача викладачу, який веде заняття.

Звіт про виконану лабораторну роботу повинен відповідати додатку А цього посібника.

Висновки з роботи повинні містити перелік пунктів, чому саме навчилися після виконання лабораторної роботи.

План проведення занять

Оскільки в лабораторії обмежена кількість пристроїв, то застосовується наступний графік проведення лабораторних робіт, приведених в даному посібнику:

Заняття 1	Вся група виконує Лаб. № 1
Заняття 2	Студенти, які сидять біля стіни, виконують Лаб. № 2
	Студенти, які сидять біля вікна, виконують Лаб. № 4
Заняття 3	Студенти, які сидять біля стіни, виконують Лаб. № 3
	Студенти, які сидять біля вікна, виконують Лаб. № 5
Заняття 4	Студенти, які сидять біля стіни, виконують Лаб. № 4
	Студенти, які сидять біля вікна, виконують Лаб. № 2
Заняття 5	Студенти, які сидять біля стіни, виконують Лаб. № 5
	Студенти, які сидять біля вікна, виконують Лаб. № 3
Заняття 5	Вся група виконує Лаб. № 6

Лабораторна робота № 1.

Пасивні компоненти, MAC і IP-адреси

Мета роботи

Експериментально дослідити пасивні і активні елементи комп'ютерної мережі. Експериментально створити і перевірити працездатність патч-кордів стандартів 568А і 568В. Використати створені патч-корди для побудови найпростішої комп'ютерної мережі. Дослідження проводяться за допомогою мережевого обладнання TP-Link. Експериментально дослідити використання MAC і IP-адрес в найпростішій локальній мережі.

Обладнання

1. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
2. Крімпер
3. Мережевий тестер
4. Кручена пара
5. Комутатор TP-Link

Теоретична частина

Типи патч-кордів

Існує два стандарти обтискання крученої пари: EIA/TIA-568А і EIA/TIA-568В (рис. 1.1). Стандарт фіксує чергу розташування проводів за кольором в роз'ємі, який кріпиться на кінці кабелю крученої пари для його під'єднання до мережі.

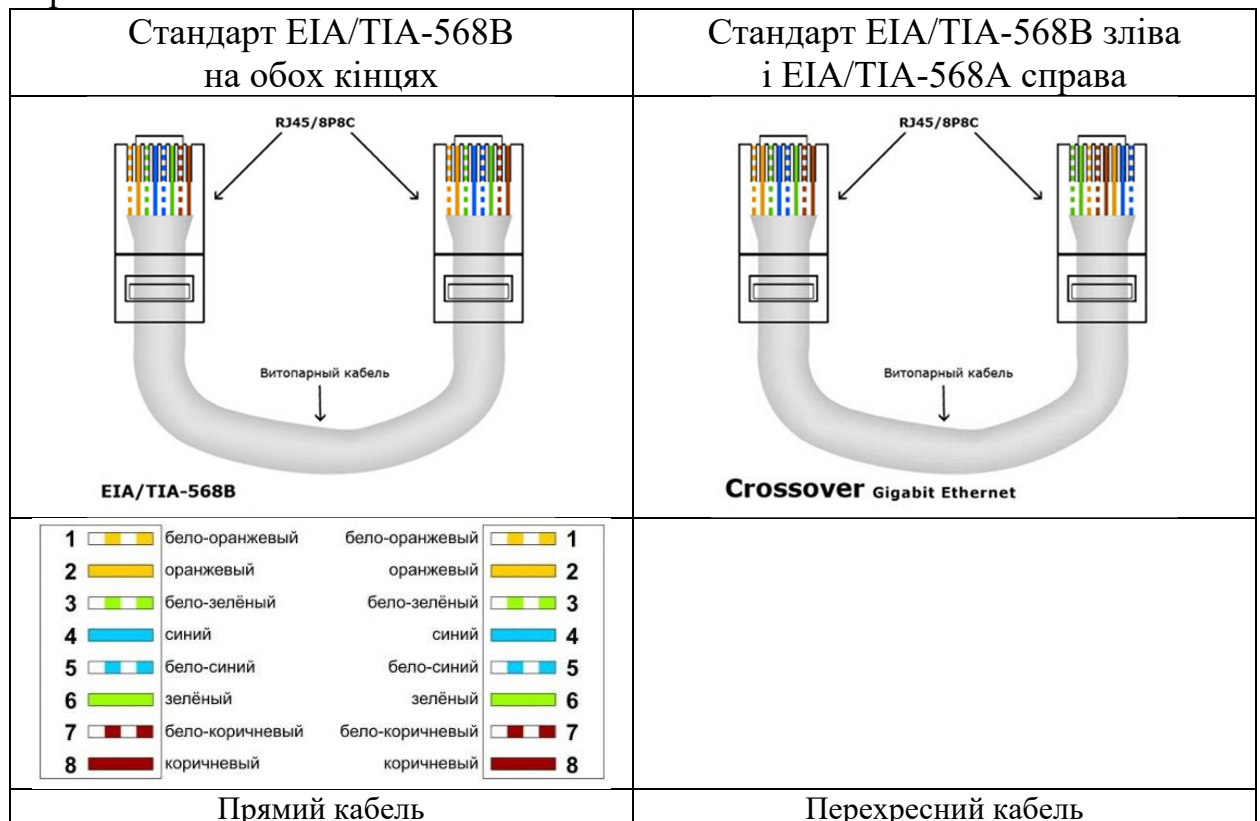


Рис. 1.1. Стандарти обтискання крученої пари.

Визначення власних MAC і IP

Визначити MAC і IP необхідного власного інтерфейсу можливо через консоль, або через вікно "Властивості" мережевого інтерфейсу.

Визначення через консоль виконується через виклик команди "ipconfig /all" (Windows). Після запуску цієї команди виводиться великий перелік параметрів мережі, серед яких присутні необхідні нам MAC і IP.

Визначення MAC і IP хостів

MAC адресу хоста, з яким вже був зв'язок, можна визначити за допомогою команди "arp -a" в консолі Windows.

Перевірка зв'язку з хостом

Перевірка зв'язку (тобто працює чи не працює) з будь-яким хостом (включаючи самого себе) виконується через консоль Windows. Викликати консоль можна або через пошук, написавши в ньому "Командний рядок", або через комбінацію клавіш Win+R і написати в вікні "Виконати" команду "cmd" (скорочення від "command"). Після того, як консоль відкрилася (тобто з'явилося вікно з чорним фоном і курсором, що блимає), необхідно написати команду "ping IP-адреса" (наприклад "ping 192.168.0.1"), або "ping ukr.net". В першому випадку ми перевіряємо зв'язок через ip-адресу, а в другому — через доменне ім'я.

Домашнє завдання

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

Параметри:

- Вихідні данні
 - A = № студента по списку групи
 - K = Коефіцієнт групи взяти із таблиці 1
- Розрахувати subnet /D в яку має увійти 192.168.B.C
 - B = 100 – A
 - C = $|204 - 5 \times A|$ (взяти модуль)
 - D = 32 – K
- Присвоїти комп'ютерам IP згідно з правилами
 - PC1 має IP host min
 - PC2 має IP host max
 - PC3 має IP host min+1
 - PC4 має IP host max–1

Таблиця 1. Визначення коефіцієнта K групи для Лаб-1

Остання цифра групи	Букви групи		
	PE	PC	PI
1	6	7	4
2	5		

Лабораторне завдання

Завдання 1. Патч-корд

Створити патч-корд за стандартом 568В або 568А довжиною до 0,5 м. Для цього необхідно:

- Відрізати необхідну довжину кабелю крученої пари.
- Зачистити один кінець на довжину 2 см.
- Розташувати проводи в черзі згідно необхідного стандарту і вирівняти їх паралельно одну одній.
- Відміряти необхідну довжину звільнених жил і відрізати перпендикулярно до жил.
- Надягнути роз'єм RJ-45 на жили до упору.
- Перевірити розташування кольорів жил згідно стандарту і розташування обплетення під фіксатором.
- Обжати роз'єм кримпером.
- Повторити процедуру на другій стороні крученої пари.
- Перевірити мережевим тестером наявність всіх контактів.
- Перевірити створений патч-корд в реальній мережі.

Завдання 2. Власна MAC і IP адреса

Визначити MAC і IP адреси власного ноутбука при його підключенні до мережі інтернет через різні інтерфейси. Для цього необхідно:

1. Підключитися власним ноутбуком до мережі інтернет за допомогою Wi-Fi.
2. Перевірити, що пристрій має вихід в інтернет.
3. Визначити MAC і IP адреси бездротового інтерфейсу і необхідні скріншоти зберегти в звіт.
4. Відключитися від Wi-Fi і підключитися до інтернет за допомогою створеного патч-корду.
5. Повторити визначення MAC і IP адрес інтерфейсу і зберегти отримані результати.

Завдання 3. MAC і IP адреса іншого хоста

Дослідження MAC і IP адрес хостів, які знаходяться в одній локальній мережі. Для цього необхідно:

- Визначити будь-яким способом IP-адресу студента, який сидить напроти Вас в іншому ряду.
- Перевірити зв'язок з цим хостом.
- Визначити MAC адресу хоста сусіда.
- Зберегти отримані дані для звіту.

За необхідності, локальну мережу можна розширити за допомогою некеруваних свічів.

Завдання 4. Побудова найпростішої LAN

1. Створити найпростішу локальну мережу (рис. 1.2), використавши одну із схем, наведених нижче. Яку схему вибрати повідомляє викладач.

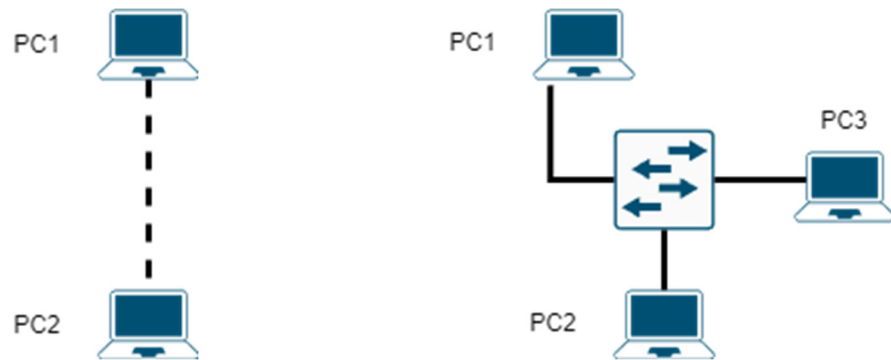


Рис. 1.2. Найпростіша схема мережі для двох (зліва) і трьох (справа) користувачів.

2. Налаштувати статичні IP-адреси і маски на всіх хостах, що входять в дану локальну мережу. Використати при цьому обрахунки домашнього завдання.
3. Перевірити зв'язок з усіма хостами LAN. Результати зберегти для звіту.
4. Визначити MAC адреси усіх хостів мережі.
5. Змінити налаштування IP і маски всіх хостів мережі за умови, що за основу взято обрахунки наступного студента в цій маленькій мережі.
6. Перевірити зв'язок і визначити MAC адреси при нових налаштуваннях.
7. Якщо в маленькій мережі більше ніж два хоста, то повторити операцію з використанням обрахунків всіх студентів LAN.

Завдання 5. Налаштування керованого свіча TP-Link

Створення локальної мережі на базі керованого свіча TP-Link, для чого необхідно:

1. Визначити параметри свіча TP-Link по-замовчуванню та зберегти їх.
2. Скинути налаштування свіча TP-Link до заводських налаштувань.
3. Підключитися до свіча за допомогою існуючої локальної мережі лабораторії та створеного патч-корду (рис. 1.3). Наявність зв'язку підтверджується світінням відповідного світлодіоду. Має бути створена наступна схема мережі:



Рис. 1.3. Локальна мережа з керованим свічем.

4. Налаштувати статичну IP-адресу і маску, які відповідають параметрам хоста, що знаходиться в одній локальній мережі зі свічом TP-Link.
5. Відкрити браузер в ноутбучі і ввести в рядок URL ip-адресу свіча. Має відкритися форма для входу в свіч. Використати налаштування по-замовчуванню для входу в свіч.

6. Змінити пароль і логін по-замовчуванню на власні значення. Зберегти нові параметри входу.
7. Змінити IP-адресу і маску свіча на значення, які входять в обраховану підмережу згідно домашнього завдання. Зберегти нові налаштування.
8. Виконати остаточні налаштування мережі і перевірити її працездатність. Результати зберегти для звіту.
9. Об'єднати свою побудовану мережу з мережею сусіда (рис. 1.4). Має бути отримана наступна структура мережі:

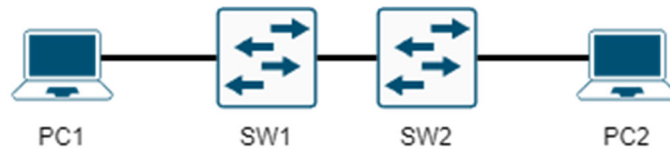


Рис. 1.4. Локальна мережа з двома керованими свічами.

10. Виконати необхідні налаштування та перевірити працездатність. Результати зберегти.

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати по кожному завданню, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А.

Контрольні питання

1. Які типи адрес бувають в комп'ютерній мережі.
2. Що таке IP адреса.
3. Що таке MAC адреса.
4. Що таке IP підмережі і навіщо він потрібний.
5. Що таке широкомовний IP і навіщо він потрібний.
6. Що таке статична і динамічна IP-адреса.

Лабораторна робота № 2.

Керовані комутатори L2 в мережах

Мета роботи

Експериментально дослідити керовані комутатори рівня L2. Дослідження проводяться з допомогою мережевого обладнання Cisco. Ознайомитися з операційною системою Cisco IOS. Експериментально дослідити початковий етап налаштування комутаторів Cisco L2. Побудувати локальну мережу з використанням комутаторів Cisco. Дослідити параметри мережі і використану адресацію.

Обладнання

1. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
2. Комутатор Cisco
3. Консольний кабель Cisco
4. Перехідник USB-Com (RS-232 DB9)

Теоретична частина

Операційна система Cisco IOS

Cisco IOS — це повноцінна операційна система, під керівництвом якої працює все обладнання Cisco. Для початкового ознайомлення можна переглянути будь-який матеріал в інтернеті, наприклад <https://www.youtube.com/watch?v=8iyyfPuJySs>, або будь-який інший. Прохання ознайомитися. Додаткові коментарі будуть надані під час виконання роботи.

Домашнє завдання

Підмережі

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

- Вихідні данні
 - $A = \text{№ студента по списку групи, окрім № 1, тоді } A = 31$
 - $B = A + 200$
 - $K = \text{Коефіцієнт групи взяти із таблиці 2.1}$
- Розрахувати subnet1/D в яку має увійти 192.168.B.C
 - $B = 50 - A$
 - $C = |128 - A|$ (по модулю)
 - $D = 32 - K$
- Присвоїти комп'ютерам IP згідно з правилами
 - PC0, PC2 має IP host min своєї підмережі
 - PC1, PC3 має IP host max своєї підмережі

Таблиця 2.1. Визначення коефіцієнта групи К для Лаб-2

Остання цифра групи	Букви групи		
	PE	PC	PI
1	5	4	7
2	3		

Операційна система Cisco IOS

Для більш швидкого виконання лабораторного завдання, переглянути відео <https://www.youtube.com/watch?v=8iyyfPuJySs>, де наведено початкові теоретичні відомості про ОС Cisco IOS.

Лабораторне завдання

Завдання 1. Скидання Cisco до заводських налаштувань

Для того, щоб скинути свіч Cisco до заводських налаштувань, спочатку необхідно до нього під'єднатися через консольний кабель (голубий кабель оригінальний, або його аналог чорний). Оскільки консольний кабель працює з використанням послідовного інтерфейсу RS232, то спочатку необхідно додати COM порт до переліку пристроїв вашого ноутбуку. Для цього використовується перехідник USB-2-COM. Його інсталяцію див. в Додатку Б.

Після підключення консольного кабелю до порту CONSOLE, необхідно:

1. Скачати з гугл-диска викладача програму "utils > putty.exe". Інсталяції не вимагає.
2. Підключитися до консолі свіча Cisco за допомогою консольного кабелю і перехідника USB-2-Com.
3. Налаштувати Putty та зайти на свіч Cisco.
4. Скинули свіч до заводських налаштувань згідно Додаток В.

Якщо все виконано правильно, ви зможете побачити запрошення операційної системи Cisco IOS до вводу команди.

Завдання 2. Початкові налаштування Cisco

Далі приведена послідовність дій, які необхідно для цього виконати. **Сірим фоном** виділено саме те, що має відображатися на екрані.

Насамперед потрібно переконатися в тому, що комутатор справді скинутий до заводських налаштувань:

```
Switch>enable
Switch#show startup-config
startup-config is not present
Switch#
```

Спочатку ми потрапляємо в режим користувача user EXEC. Він має обмежені можливості. Цей режим виглядає так:

```
Switch>
```

Перемикаємось у привілейований режим privileged EXEC, для цього потрібно ввести команду:

```
Switch>enable  
Switch#
```

Перемикаємось у режим глобальної конфігурації, для цього вводимо команду:

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

Вибір імені пристрою

Тепер необхідно задати ім'я пристрою:

```
Switch(config)#hostname switch-floor-1  
switch-floor-1(config)#
```

Базовий захист пристрою

Обов'язково задаємо пароль на привілейований EXEC-режим:

```
switch-floor-1(config)#enable secret class  
switch-floor-1(config)#
```

Забороняємо небажаний пошук у DNS:

```
switch-floor-1(config)#no ip domain-lookup  
switch-floor-1(config)#
```

Віддалений доступ до пристрою

Тепер забезпечимо можливість віддаленого керування комутатором. Для цього необхідно налаштувати IP-адресу на Switch Virtual Interface (SVI). Перейдемо в режим глобальної конфігурації і далі у SVI:

```
switch-floor-1#conf t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
switch-floor-1(config)#interface vlan1  
switch-floor-1(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0  
switch-floor-1(config-if)#no shutdown  
switch-floor-1(config-if)#exit  
03:21:33: %LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan1, changed state to up  
03:21:34: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1,
```

changed state to up

```
switch-floor-1(config)#
```

Обмежимо доступ до консольного порту:

```
switch-floor-1(config)#line console 0  
switch-floor-1(config-line)#password cisco  
switch-floor-1(config-line)#login  
switch-floor-1(config-line)#exit  
switch-floor-1(config)#
```

Налаштуємо лінії Virtual Teletype (VTY) для комутатора, щоб дозволити віддалений доступ за протоколом Telnet.

```
switch-floor-1(config)#line vty 0 4  
switch-floor-1(config-line)#password cisco  
switch-floor-1(config-line)#login
```

```
switch-floor-1(config-line)#end
```

```
switch-floor-1#
```

```
03:28:46: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Тут ми задаємо пароль для п'яти одночасних підключень, у Cisco IOS діапазон вказується через пропуск.

Важливо: якщо Ви не налаштуєте пароль VTY, то не зможете звертатися до комутатора за протоколом Telnet:

Збереження та видалення налаштувань

Залишилося зберегти налаштування комутатора. Зробити це можна так:

```
switch-floor-1#copy running-config startup-config
```

```
Destination filename [startup-config]?
```

або альтернативна команда

```
switch-floor-1#write memory
```

в результаті ОС має вивести повідомлення:

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
switch-floor-1#
```

А якщо Вам необхідно видалити збережені налаштування та скинути налаштування комутатора до заводських, то скористайтеся наступними командами:

```
switch-floor-1#erase startup-config
```

```
Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue?
```

```
[confirm]
```

```
[OK]
```

```
Erase of nvram: complete
```

```
switch-floor-1#
```

```
06:48:31: %SYS-7-NV_BLOCK_INIT: Initalized the geometry of nvram-reload
```

```
switch-floor-1#reload
```

```
Proceed with reload? [confirm]
```

```
06:48:46: %SYS-5-RELOAD: Reload requested by console. Reload Reason: Reload Command.
```

Якщо все виконано правильно, ви зможете побачити запрошення операційної системи Cisco IOS до вводу команди.

Завдання 3. Найпростіша мережа на основі Cisco

Створення локальної мережі на базі керованого свіча Cisco, для чого необхідно:



Рис. 2.1. Локальна мережа з керованим свічем Cisco.

1. Задати власні пароль і логін. Зберегти параметри входу.
2. Створити локальну мережу між ноутбуком і свічем Cisco, використавши для цього будь-який вільний порт (рис. 2.1).
3. Змінити IP-адресу і маску свіча на значення, які входять в обраховану підмережу **subnet1** згідно домашнього завдання. Зберегти нові налаштування.
4. Виконати остаточні налаштування мережі і перевірити її працездатність. Результати зберегти для звіту.

Завдання 4. Локальна мережа на основі Cisco

Створення локальної мережі на базі керованого свіча Cisco, для чого необхідно:

1. Об'єднати свою побудовану мережу з мережею сусіда (рис. 2.2). Має бути отримана наступна структура мережі:



Рис. 2.2. Локальна мережа з двома керованими свічами Cisco.

2. Виконати необхідні налаштування та перевірити працездатність. Налаштування виконувати без зміни структури мережі. Результати зберегти. В звіті мають бути присутні скріншоти налаштувань, які співпадають з обрахунками домашнього завдання.

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати по кожному завданню, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А.

Контрольні питання

1. Навіщо потрібен порт CONSOLE в Cisco.
2. Який протокол використовується на консольному порту Cisco.
3. Скільки IP-адрес може мати свіч Cisco L2?
4. Ієрархія Cisco IOS.
5. Навіщо використовується команда NO shutdown?
6. Скільки паролів можна встановити на свіч Cisco L2?

Лабораторна робота № 3.

Технологія VLAN в мережах

Мета роботи

Ознайомитися з технологією VLAN і її використанням в комп'ютерних мережах. Дослідження проводяться з допомогою мережевого обладнання Cisco. Експериментально дослідити налаштування VLAN на комутаторах Cisco L2 і L3. Побудувати локальну мережу з використанням комутаторів Cisco і технології VLAN. Дослідити параметри мережі і використану адресацію.

Обладнання

5. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
6. Комутатор Cisco
7. Консольний кабель Cisco
8. Перехідник USB-Com (RS-232 DB9)

Теоретична частина

Налаштування VLAN на Cisco

Для більш швидкого виконання лабораторного завдання, переглянути відео https://www.youtube.com/watch?v=b51lvU6tV_Y, де наведено теоретичні відомості і практичні рекомендації по налаштуванню VLAN на свічах Cisco.

Домашнє завдання

Підмережі і номери VLAN

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

- Вихідні данні
 - $A = \text{№ студента по списку групи, окрім № 1, тоді } A = 31$
 - $B = A + 150$
 - $K = \text{Коефіцієнт групи взяти із таблиці 3.1}$
- VLAN-A і VLAN-B
 - VLAN-A: No. = A
 - VLAN-A: name = "ім'я групи"_"A" (приклад name "PE-01_3")
 - VLAN-B: No. = B
 - VLAN-B: name = "ім'я групи"_"B" (приклад пример name "PE-01_203")
- Розрахувати subnet1 /D в яку має увійти 192.168.B.C
 - $C = 150 - A$
 - $D = 32 - K$
- Розрахувати subnet2 /D в яку має увійти 10.10.B.E
 - $E = C + 50$
- Присвоїти комп'ютерам IP згідно з правилами
 - Multilayer Switch1 інтерфейси мають IP host min своєї підмережі

- PC3, PC4 має IP host min+1 своєї підмережі
- PC5, PC6 має IP host max своєї підмережі

Таблиця 3.1. Визначення коефіцієнта К групи для Лаб-3

Остання цифра групи	Букви групи		
	PE	PC	PI
1	7	3	6
2	4		

Налаштування VLAN на Cisco

Для більш швидкого виконання лабораторного завдання, переглянути відео https://www.youtube.com/watch?v=b51lvU6tV_Y, де наведено теоретичні відомості і практичні рекомендації по налаштуванню VLAN на свічах Cisco.

Лабораторне завдання

Завдання 1. Локальна мережа на одному Cisco з одним VLAN

Створення локальної мережі на базі керованого свіча Cisco з використанням технології VLAN, для чого необхідно:

1. Створити мережу, схема якої наведена нижче (рис. 3.1). Тут SW2 — це свіч TP-Link, розміщений в стойці В, який використано як другий користувач мережі.



Рис. 3.1. Використання свіча TP-Link в якості другого користувача мережі.

2. Якщо необхідно, скинути налаштування свіча (Лаб-1).
3. Присвоїти SW2 ір-адресу із subnet-1 домашнього завдання, а ноутбуку необхідний відповідний ір для забезпечення зв'язку. Перевірити працездатність мережі.
4. Створити мережу, схема якої наведена нижче (рис. 3.2). Тут SW1, це свіч Cisco. Перевірити працездатність мережі. Записати в звіт номери портів Cisco, до яких підключено обладнання.



Рис. 3.2. Локальна мережа з одним VLAN на основі свіча Cisco SW1.

5. Підключитися до свіча Cisco по консолі (див. Лаб-2).

6. Якщо необхідно, скинути налаштування Cisco до заводських (Додаток В).
7. Створити VLAN-А з домашнього завдання, для чого виконати наступні команди:
 - `Switch(config)#vlan 2` (створення vlan № 2)
 - `Switch(config-vlan)#name student` (надання vlan 2 імені "student")
 - `Switch(config-vlan)#exit` (вийти з редагування vlan 2)
8. Зберегти налаштування (**wr mem**)
9. Перевірити налаштування vlan:
 - `Switch# show vlan` (або **show vlan brief**)
10. Видалити vlan (якщо необхідно):
 - `Switch(config)#no vlan 2`
11. Налаштувати саме ті порти, в які підключене обладнання, в режим access. Кожний порт налаштовується окремо. Для цього необхідно:
 - `Switch(config)#interface fastEthernet 0/1` (вибрали потрібний порт)
 - `Switch(config-if)#switchport mode access` (перевели вибраний порт в режим access)
 - `Switch(config-if)#switchport access vlan 2` (підключили вибраний порт до вказаного vlan)
 - `Switch(config-if)#no shutdown` (включити порт, на жаргоні це звучить "підняти порт")
 - `Switch(config-if)#exit` (вийти з налаштування вибраного порту)
12. Повторити аналогічні налаштування для другого порту. Перевірити налаштування vlan. Зберегти виконані налаштування.

Якщо все виконано правильно, то має працювати мережевий зв'язок між пристроями, підключеними до Cisco. Перевірити працездатність мережі. В звіти мають бути присутні скріни по перевірці мережі і налаштування VLAN на Cisco, що підтверджують, що в цьому випадку мережа працює за допомогою технології VLAN.

Завдання 2. Локальна мережа на одному Cisco з двома VLAN

1. Продовжити налаштування мережі із Завдання 1. Для цього, вибрати на свічі Cisco два будь-які додаткові порти, і записати їх номери в звіт.
2. Створити на свічі VLAN_B (його номер згідно ДЗ) і налаштувати два вибрані порти в режим access, щоб вони належали VLAN_B (див. Завдання 1 із Лаб-3).
3. Як адміністратор мережі, надати параметри налаштування ір-адрес із підмережі subnet2 ДЗ вашому сусіду, якого плануєте під'єднати до вашої мережі. Вказані ір мають бути налаштовані на свічі SW1 і ноутбукі сусіда.
4. Підключити до побудованої мережі у вибрані додаткові порти ноутбук і свіч SW2 сусіда (рис. 3.3). Має бути отримана наступна структура мережі:

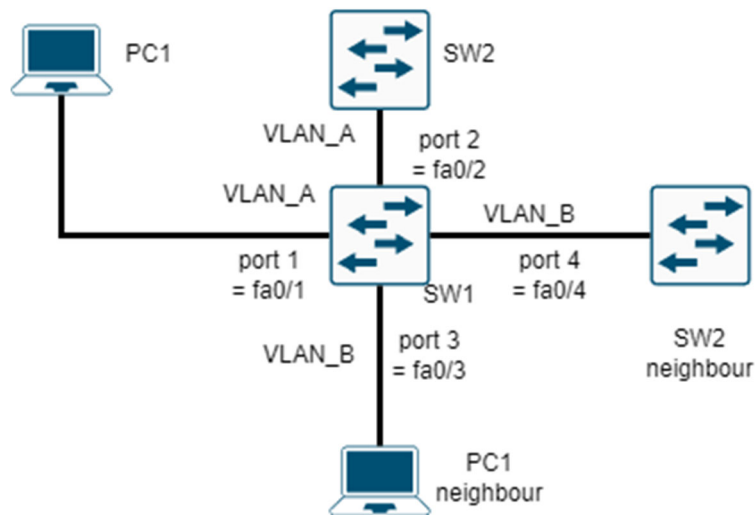


Рис. 3.3. Локальна мережа з двома VLAN на основі свіча Cisco SW1.

5. Перевірити налаштування VLAN. Зберегти налаштування. Перевірити працездатність мережі в середині кожної з підмереж і між двома різними підмережами.

Якщо все виконано правильно, то має працювати мережевий зв'язок між пристроями в одній окремій підмережі, і не працювати між різними підмережами, підключеними до одного Cisco. Перевірити працездатність мережі. В звіти мають бути присутні скріншоти по перевірці всередині кожної підмережі і між двома різними підмережами, а також налаштування VLAN на Cisco, що підтверджують, що в цьому випадку мережа працює за допомогою технології VLAN.

Завдання 3. Локальна мережа на декількох Cisco з VLAN

Створення локальної мережі на базі декількох керованих свічів Cisco, для чого необхідно:

1. На власному свічі Cisco вибрати будь-який додатковий порт, який буде виконувати функцію транк-порту, і записати його в звіт.
2. Виконати налаштування вибраного порту, для цього необхідно:
 - `Switch(config)#interface fastEthernet 0/7` (вибрали потрібний порт)
 - `Switch(config-if)#switchport mode trunk` (перевели вибраний порт в режим trunk)
 - `Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3` (дозволили проходити через транк тільки vlan 2 і 3)
 - `Switch(config-if)#no shutdown` (включити порт, якщо потрібно)
 - `Switch(config-if)#exit` (вийти з налаштування вибраного порту)
3. Вибрати додаткові три порти на свічі Cisco сусіда і повторити аналогічні налаштування. Два порти налаштувати в режимі access в VLAN_B, а один в режимі trunk.
4. Перевірити налаштування vlan. Перевірити налаштування trunk. Зберегти виконані налаштування.
5. Перевірка налаштування trunk (якщо необхідно):

- `Switch#show interfaces trunk`
- 6. Додати нові vlan 200 і 300 в транк до існуючих (якщо необхідно):
 - `Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 200,300`
- 7. Видали тільки vlan 200 і 300 із транку (якщо необхідно):
 - `Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan remove 200,300`

Модифікувати побудовану мережу (рис. 3.4). Має бути отримана наступна структура мережі:

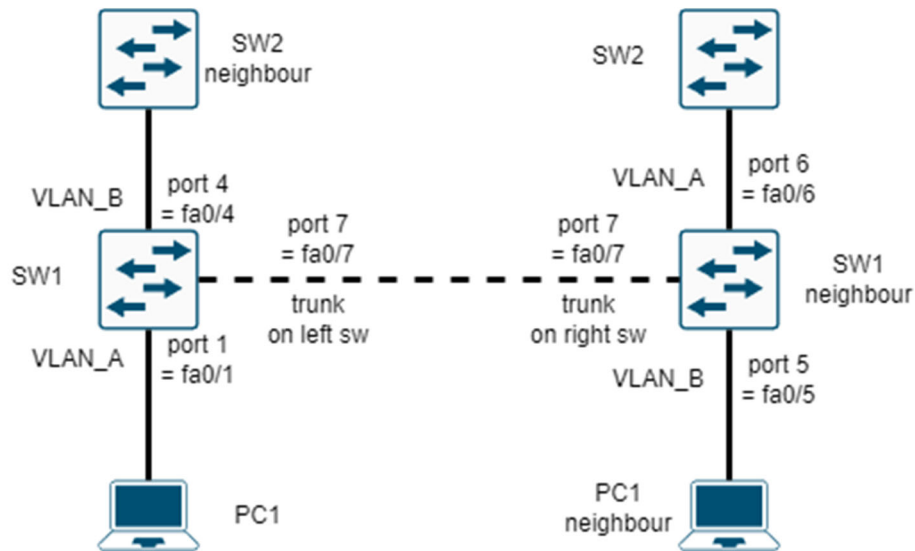


Рис. 3.4. Локальна мережа з двома VLAN і транком на основі свічок Cisco SW1 і SW1-neighbour.

- В результаті налаштувань VLAN-A і VLAN-B з домашнього завдання на свічках, один ноутбук і свічка SW2 знаходяться в VLAN-A, а два інші пристрої в VLAN-B. Налаштований транк-порт на свічці SW1 і транк-порт на свічці SW1 neighbour забезпечують передавання даних між свічками. Перевірити працездатність в окремих підмережах і між різними підмережами.
- Вибрати вільні порти, на свічках SW1 і SW1 neighbour, і налаштувати на них VLAN із домашнього завдання сусіда.
- Додати в існуючий транк влани із домашнього завдання сусіда, щоб забезпечити проходження через нього додаткових вланів.
- Сусід стає адміністратором мережі і надає дані для налаштування ір-адрес в обох підмережах. Переналаштувати параметри мережі згідно нових параметрів.
- Переключити існуючі пристрої в нові access порти (ДЗ сусіда). При цьому топологія мережі не змінюється.

Якщо все виконано правильно, то має працювати мережевий зв'язок між пристроями в одній окремій підмережі, і не працювати між різними підмережами, підключеними до одного Cisco. Перевірити працездатність мережі. В звіті мають бути присутні скріншоти по перевірці всередині кожної підмережі і між двома різними підмережами, а також налаштування VLAN на Cisco, що підтверджують, що в цьому випадку мережа працює за допомогою технології VLAN і використовується транк.

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати по кожному завданню, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А.

Контрольні питання

1. Принципи побудови технології VLAN.
2. Що таке access-порт.
3. Що таке trunk-порт.
4. Яким може бути номер VLAN.
5. Що таке native VLAN.

Лабораторна робота № 4.

Шлюз по-замовчуванню і DNS сервіс

Мета роботи

Експериментально дослідити поняття мережі "шлюз по-замовчуванню" і DNS сервіс комп'ютерної мережі. Дослідження проводяться з допомогою мережевого обладнання MikroTik. Ознайомитися з операційною системою RouterOS. Дослідити початковий етап налаштування маршрутизаторів MikroTik (далі **MT**). Побудувати локальну мережу з використанням маршрутизаторів MikroTik. Дослідити параметри мережі і використану адресацію.

Обладнання

1. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
2. Маршрутизатор MikroTik

Теоретична частина

Операційна система RouterOS

RouterOS — це повноцінна операційна система, під керівництвом якої працює більша частина обладнання MikroTik. Для початкового ознайомлення можна переглянути будь-який матеріал в інтернеті, наприклад <https://www.youtube.com/watch?v=b182iNk8ppw>, або будь-який інший. Прохання ознайомитися. Додаткові коментарі будуть надані під час виконання роботи.

Шлюз по-замовчуванню

Поняття "Шлюз по-замовчуванню" = "Основний шлюз" = "Gateway", використовується у випадках, коли необхідно передавати данні ззовні по відношенню до власної мережі. Шлюз по-замовчуванню — це IP-адреса пристрою, через який всі інші пристрої мережі можуть вийти назовні. Зазвичай в одній мережі є тільки один шлюз, і це зазвичай роутер. Точніше IP-адреса роутера, яка "дивиться" в середину локальної мережі.

На рис. 4.1 наведено поле, в якому зберігається IP-адреса шлюзу. Розташовано в налаштуваннях мережевого інтерфейсу IPv4.

○ Получить IP-адрес автоматически
● Использовать следующий IP-адрес:

IP-адрес:	
Маска подсети:	
Основной шлюз:	

Рис. 4.1. Налаштування основного шлюза в Windows.

DNS-сервер

Поняття "DNS-сервер" використовується у випадках, коли окрім IP-адрес використовуються доменні імена при передачі даних по мережі. Тобто в браузері або іншій програмі користувач пише щось на кшталт "google.com". DNS-сервер — це IP-адреса пристрою, який виконує перетворення "доменне ім'я в IP-адресу". Тобто "google.com" перетворюється в "142.250.201.206".

На рис. 4.2 наведено два поля, в яких зберігаються IP-адреси двох різних dns-серверів. Якщо мережа підключена до інтернету, то один з dns-серверів може бути dns-сервер провайдера (видається провайдером), або dns-сервер Google – **8.8.8.8**. Якщо мережа не підключена до інтернету, тоді необхідно створити власний dns-сервер, ір-адреса якого і вказується в цьому полі. Розташовано в налаштуваннях мережевого інтерфейсу IPv4.

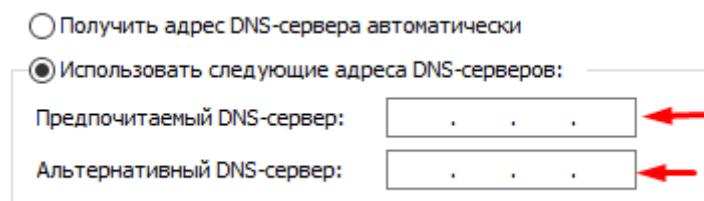


Рис. 4.2. Налаштування DNS-сервера в Windows.

Домашнє завдання

Обрахунок підмереж

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

- Вихідні данні
 - $A = \text{№ студента по списку групи, окрім № 1, тоді } A = 31$
 - $B = A + 150$
 - $K = \text{Коефіцієнт групи взяти із таблиці 4.1}$
- Розрахувати **subnet1/D** в яку має увійти 172.16.B.C
 - $C = 150 - A$
 - $D = 32 - K$
- Розрахувати **subnet2/D** в яку має увійти 10.10.B.E
 - $E = C + 50$
- Присвоїти роутерам і комп'ютерам IP згідно з правилами
 - Інтерфейси роутера мають IP-host-min своєї підмережі
 - PC має IP-host-max своєї підмережі

Таблиця 4.1. Визначення коефіцієнта K групи для Лаб-4

Остання цифра групи	Букви групи		
	PE	PC	PI
1	7	3	6
2	4		

Операційна система RouterOS

Для більш швидкого виконання лабораторного завдання, переглянути відео <https://www.youtube.com/watch?v=b182iNk8ppw> (або будь-яке інше), де наведено рекомендації по початковому налаштуванню MikroTik.

Лабораторне завдання

Завдання 1. Скидання MT до заводських налаштувань

Для того, щоб скинути роутер MikroTik (MT) до заводських налаштувань, необхідно:

1. Відключити живлення маршрутизатора;
2. Натиснути і тримати кнопку Reset;
3. Включити живлення маршрутизатора;
4. Дочекатися, коли індикатор АСТ почне блимати і відпустити зажатую кнопку Reset.

Налаштування роутера по-замовчуванню (default):

- IP: 192.168.88.1
- Login: admin
- Pass: "" = пустий.

Після скидання підключитися до роутера через звичайний патч-корд. При цьому існує три програми для підключення:

1. WinBox (скачати з гугл-диск, або <https://mikrotik.com/download>).
2. Браузер
3. Телнет

Використати winbox через MAC і IP (рис. 4.3) і браузер (IP) для підключення до MT (скріншоти).

Якщо все виконано правильно, ви зможете побачити інтерфейс роутера в обох випадках.

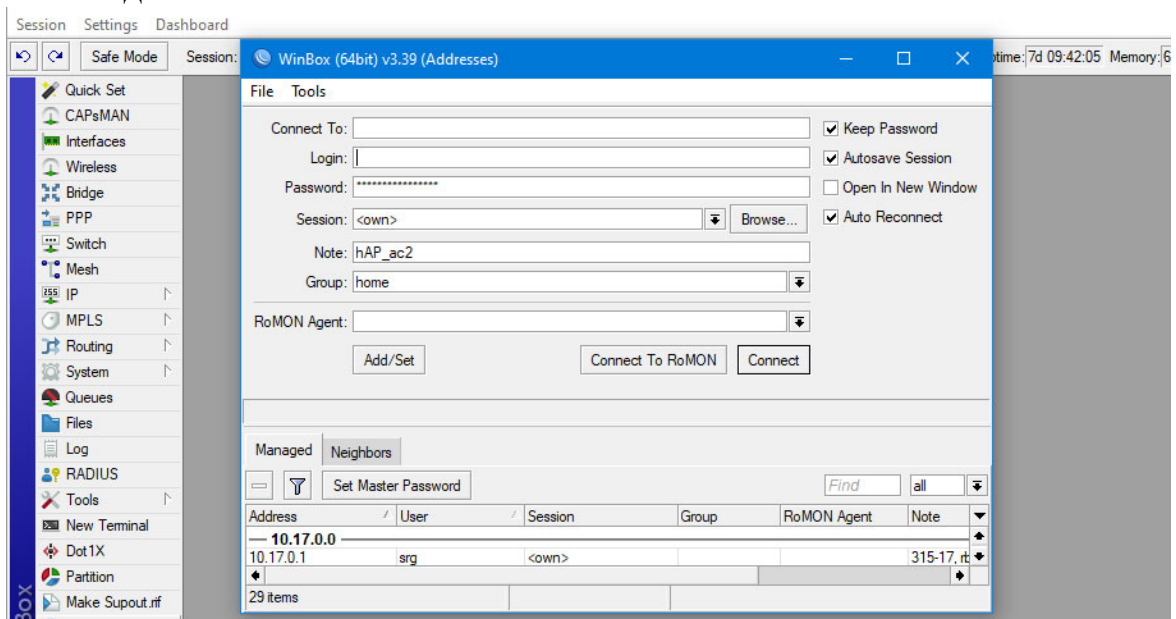


Рис. 4.3. Інтерфейс входу на Mikrotik через WinBox.

Завдання 2. Найпростіша мережа на основі MT

Створення локальної мережі на базі роутера MT (рис. 4.4), для чого необхідно:



Рис. 4.4. Найпростіша локальна мережа з Mikrotik.

1. Зайти на роутер з параметрами по-замовчуванню. При цьому погодитися, що будуть застосовані початкові налаштування.
2. Задати власні пароль і логін. Зберегти параметри входу. Користувач додається через меню System—Users (рис. 4.5)

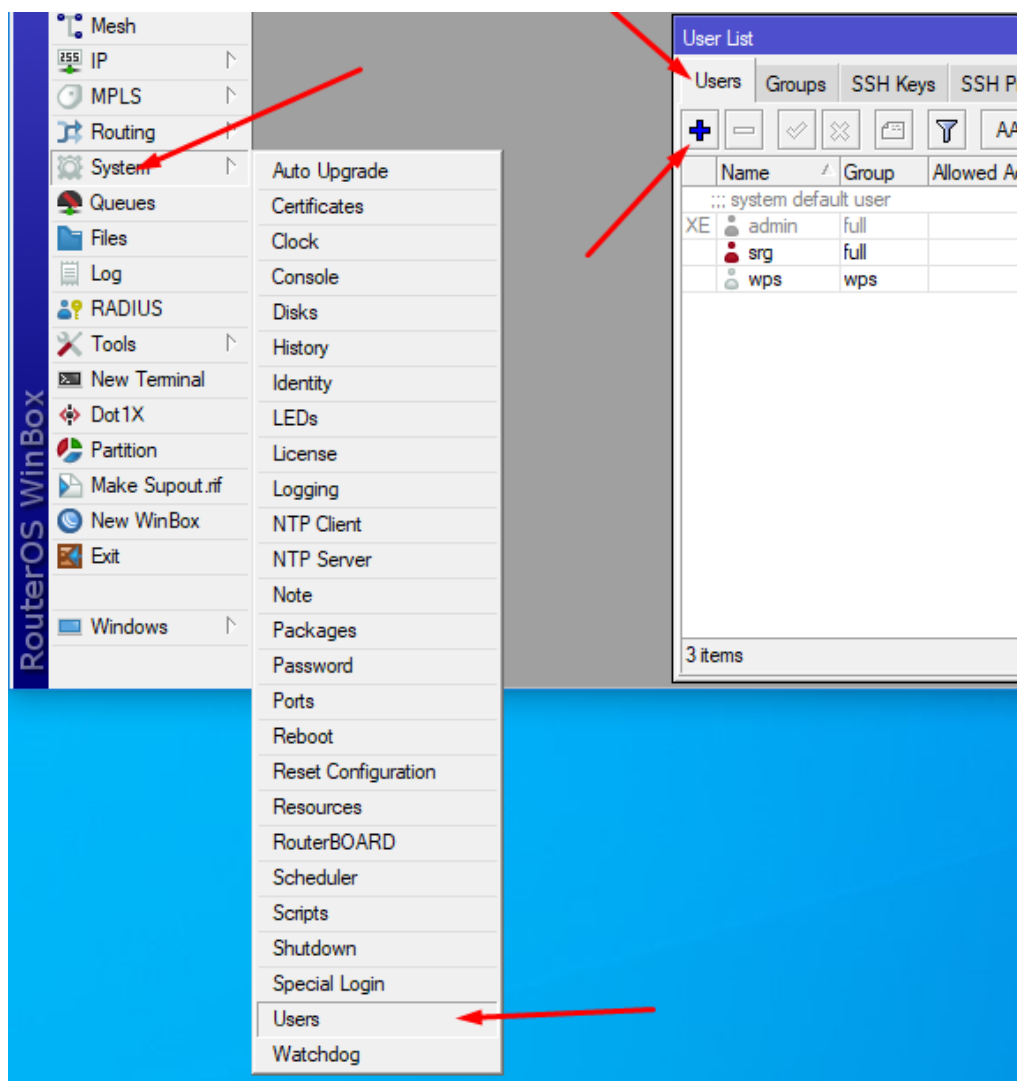


Рис. 4.5. Додавання користувача через інтерфейс WinBox.

3. Вийти і знову зайти з новими параметрами. Після цього виключити користувача, який існує по-замовчуванню.
4. Змінити IP-адресу і маску свіча на значення, які входять в обраховану підмережу **subnet1** згідно домашнього завдання (рис. 4.6). IP надавати

тому інтерфейсу, в який підключений ноутбук. Зберегти нові налаштування.

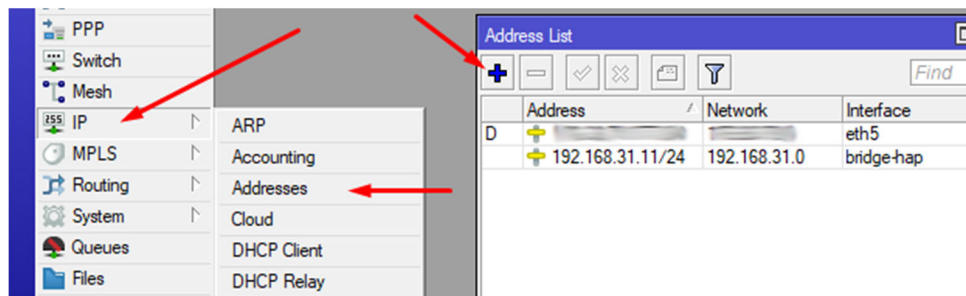


Рис. 4.6. Налаштування IP-адреси на окремому інтерфейсі Mikrotik через WinBox.

5. Виконати остаточні налаштування мережі і перевірити її працездатність. Результати зберегти для звіту.

Завдання 3. Маршрутизація між мережами на MT

Для безпроблемного виконання подальших завдань необхідно виконати скидання MT до заводських налаштувань (Reset) БЕЗ збереження налаштувань по-замовчуванню. Для цього необхідно:

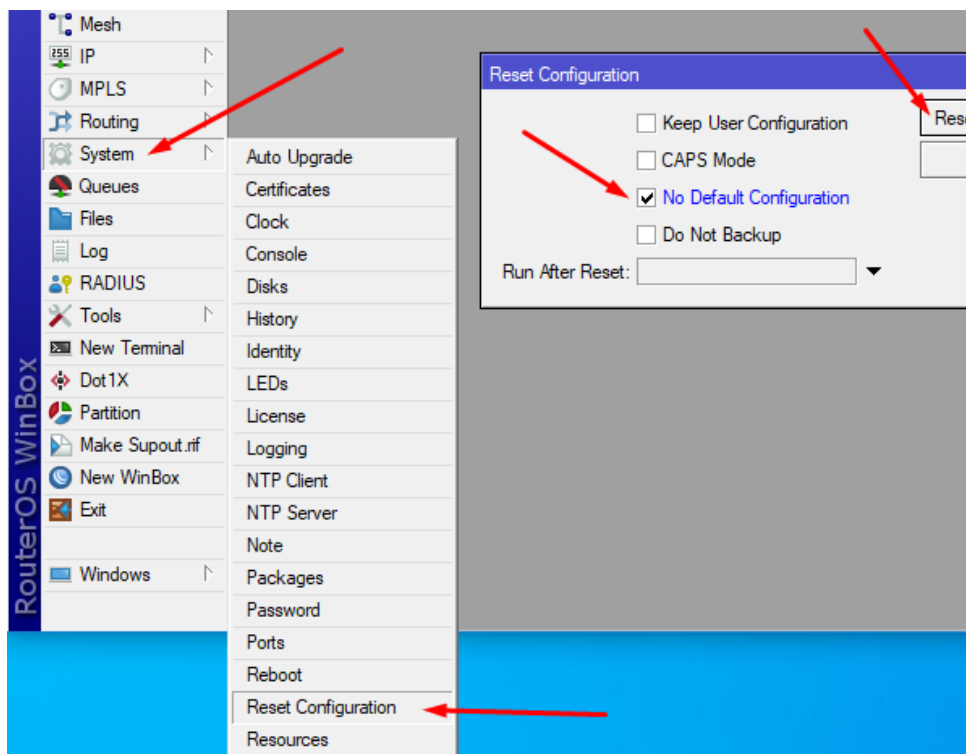


Рис. 4.7. Скидання (reset) MT до заводських налаштувань.

Після перезавантаження MT має тільки користувача по замовчуванню.

Створення локальної мережі на базі роутера MT, в яку входить декілька різних підмереж, для чого необхідно:

1. Об'єднати свою побудовану мережу з мережею сусіда (рис. 4.8). Має бути отримана наступна структура мережі:



Рис. 4.8. Локальна мережа на два користувача на основі Mikrotik.

2. Виконати необхідні налаштування та перевірити працездатність. Переконатися, що до налаштувань, виконаних в попередніх лабораторних роботах, необхідно додати налаштування шлюзу для отримання працездатної мережі (див. розділ *Теоретична частина*).
3. Переконатися, що відбувається маршрутизація між різними підмережами. Налаштування виконувати без зміни структури мережі. Результати зберегти.

Завдання 4. DNS сервер в мережі на MT

Створення і дослідження власного DNS сервера в локальній мережі на базі роутера MT, для чого необхідно:

1. Створити мережу, схема якої приведена на рис. 4.4.
2. Ввімкнути DNS сервер на MT і налаштувати його (рис. 4.9). Коротко теорія описана в розділі *Теоретична частина*.

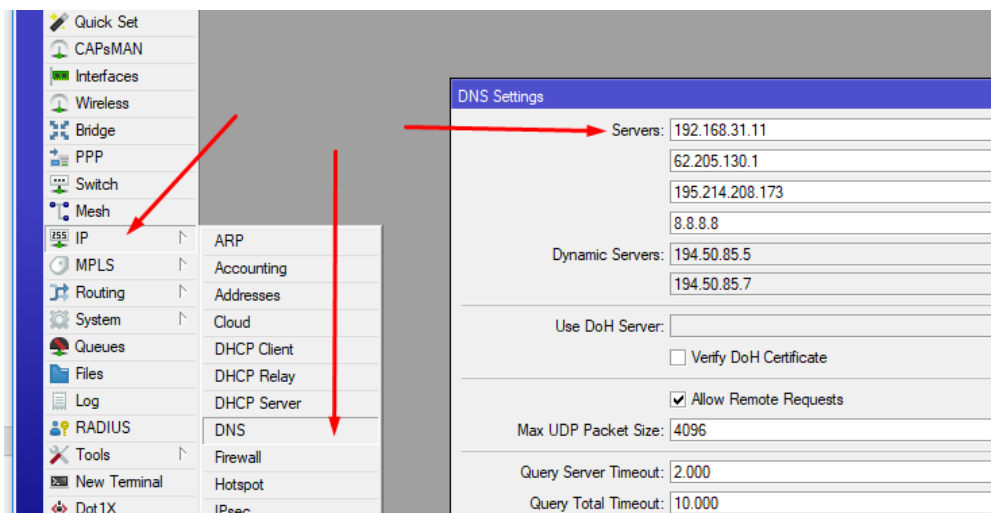


Рис. 4.9. Налаштування DNS-сервера на Mikrotik через WinBox.

3. Додати статичний запис в цей DNS сервер вигляду "фамілія.ua" (як приклад "ivanov.ua"). Можна використовувати тільки латиницю (рис. 4.10).

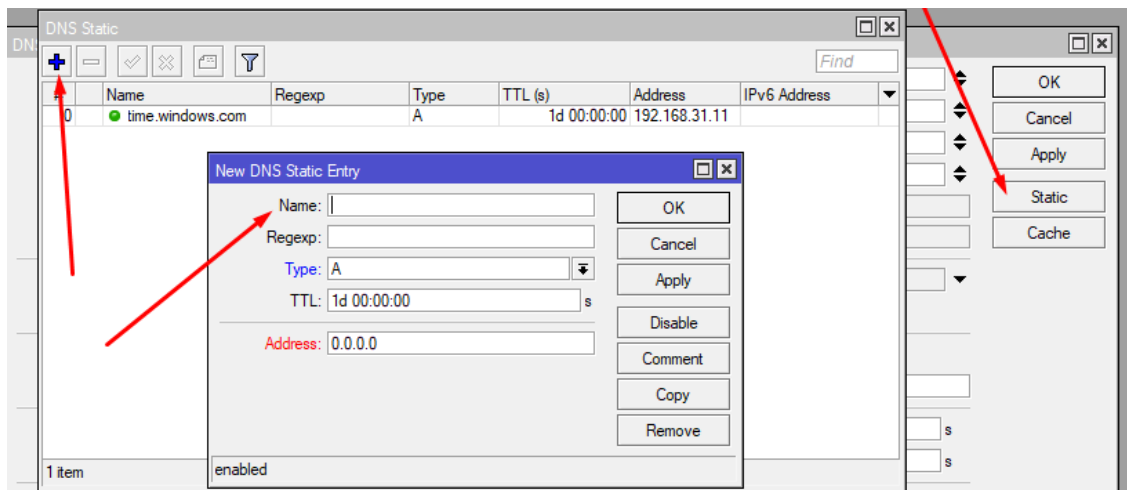


Рис. 4.10. Налаштування статичного запису в DNS-сервері на Mikrotik.

4. Перевірити працездатність налаштованого DNS сервера прямо з самого МТ (рис. 4.11):

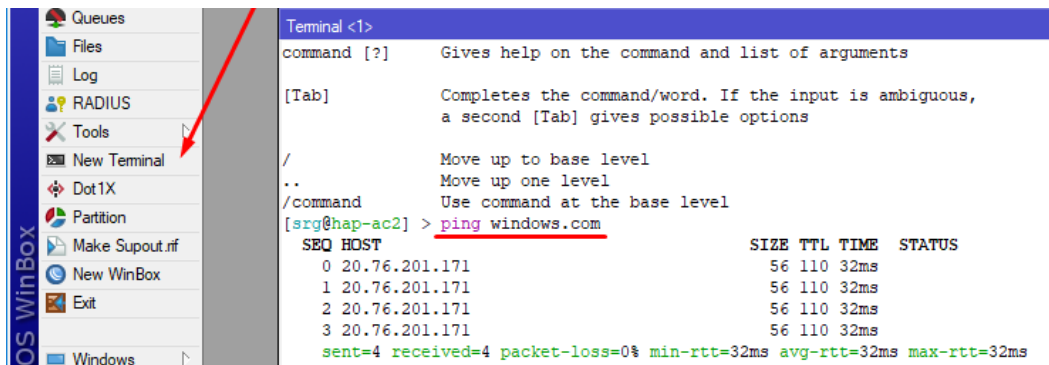


Рис. 4.11. Перевірка працездатності DNS-сервера безпосередньо з Mikrotik.

5. Налаштувати DNS сервер на мережевому інтерфейсі ноутбука. Перевірити працездатність DNS сервера з ноутбука.
6. Об'єднати свою побудовану мережу з мережею сусіда (рис. 4.8).
7. Виконати необхідні налаштування та перевірити працездатність DNS сервера з усіх хостів мережі.
8. Змінити ір-адресу, яку видає DNS сервер, на ір-адресу власного ноутбука. При цьому використане доменне ім'я лишити без змін. Знову перевірити працездатність DNS сервера з усіх хостів мережі.

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати по кожному завданню, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А.

Контрольні питання

1. Навіщо потрібна програма WinBox?
2. Які параметри використовує WinBox при підключенні до МТ?
3. Які типи інтерфейсів існують в МТ?
4. Навіщо потрібне меню Routes в WinBox?
5. Коли використовувати WinBox а коли браузер для доступу до МТ?

Лабораторна робота № 5.

DHCP сервіс і Wi-Fi інтерфейс

Мета роботи

Експериментально дослідити DHCP сервіс комп'ютерної мережі і бездротовий Wi-Fi інтерфейс. Дослідження проводяться з допомогою мережевого обладнання MikroTik і Cisco. Побудувати локальну мережу з використанням маршрутизаторів MikroTik і комутаторів Cisco. Дослідити параметри мережі і використану адресацію.

Обладнання

1. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
2. Маршрутизатор MikroTik
3. Комутатор Cisco

Теоретична частина

DHCP сервіс в мережі

Завдання DHCP сервісу в мережі — надати всім, хто цього потребує, IP-адресу і інші необхідні налаштування для подальшого користування мережею. Для використання DHCP в мережі має бути хоча б один DHCP сервер. Ті хости, які звертаються до сервера за ір-адресою, є DHCP клієнтами. По-замовчуванню, будь-який мережевий інтерфейс в ОС Windows налаштований як DHCP клієнт ("Отримати IP-адресу автоматично"). Зазвичай DHCP сервер налаштовують на роутері, але це може бути і окремий хост. Окрім IP-адреси, DHCP сервер надає наступні налаштування мережевому інтерфейсу: маска підмережі, основний шлюз, перелік DNS серверів, час аренди, і т.п. Повний перелік можна подивитися по команді **ipconfig /all**.

Домашнє завдання

Обрахунок підмереж

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

- Вихідні данні
 - $A = \text{№ студента по списку групи}$
 - $K = \text{Коефіцієнт групи взяти із таблиці 5}$
- Розрахувати **subnet1/D** в яку має увійти 192.168.B.C/D
 - $B = A \times K$
 - $C = 255 - 5A$
 - $D = 30 - K$
- Присвоїти роутерам і комп'ютерам IP згідно з правилами
 - Інтерфейси роутера мають IP-host-min своєї підмережі
 - PC має IP-host-max своєї підмережі

Обрахунок параметрів DHCP сервера

- IP DHCP = IP роутера
- Pool DHCP = з IP-host-min + 1 до (IP-host-min) + (IP-host-max – IP-host-min)/2

Обрахунок параметрів Wi-Fi

- Wireless
 - Mode = mixed
 - SSID = "WiFi"+B
 - Band = 20 MHz
 - Channel = B/12, але не більше 14
 - Broadcast = enable
- Wireless Security
 - Auth = WPA2-PSK
 - Enc = AES
 - Pass = "№ групи"+"_"+"поточний рік"+"_"+"B" (без кирилиці = транслітерація)

Таблиця 5.1. Визначення коефіцієнта К групи для Лаб-5

Остання цифра групи	Букви групи		
	PE	PC	PI
1	3	5	4
2	6		

Лабораторне завдання

Завдання 1. DHCP сервер в мережі на MT

Створення локальної мережі на базі роутера MT з налаштуванням DHCP сервера (рис. 5.1), для чого необхідно:



Рис. 5.1. Найпростіша локальна мережа з Mikrotik.

1. Зайти на роутер з параметрами по-замовчуванню через MAC адресу. При цьому відмовитися від застосування початкових налаштувань (рис. 5.2).

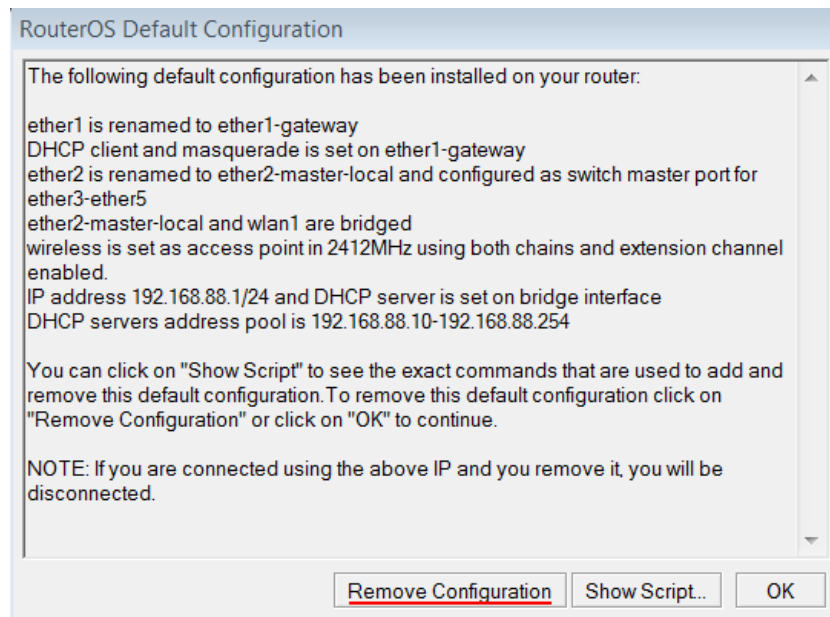


Рис. 5.2. Запрошення Mikrotik на використання налаштувань по замовчуванню.

2. Якщо запрошення не з'явилося, то скинути налаштування через меню (рис. 5.3):

- Вибираємо зліва меню **System - Reset Configuration**
- Ставимо галочку **No Default Configuration**
- Нажимаємо кнопку **Reset Configuration**
- Нажимаємо кнопку **Yes** і чекаємо перезавантаження пристрою

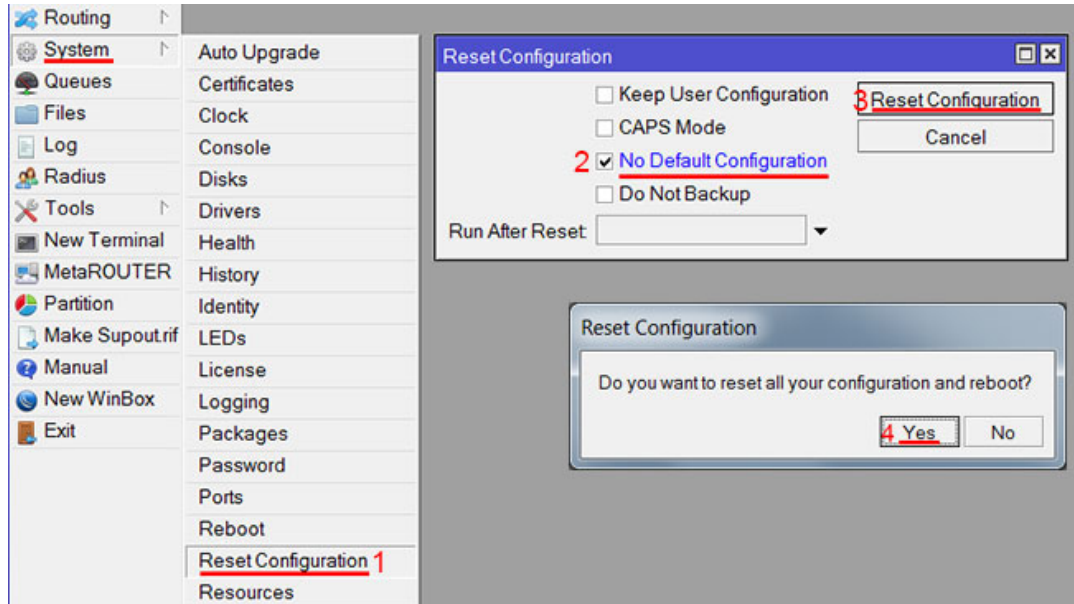


Рис. 5.3. Скидання (reset) MT до заводських налаштувань.

3. Налаштувати на порту роутера, до якого підключений власний ноутбук, статичний IP згідно домашнього завдання (деталі див. Лаб-4).
4. Налаштувати DHCP сервер на цьому ж порту, для чого:
 - Відкриваємо меню **IP**
 - Вибираємо **DHCP Server**
 - Нажимаємо кнопку майстра **DHCP Setup** (рис. 5.4)

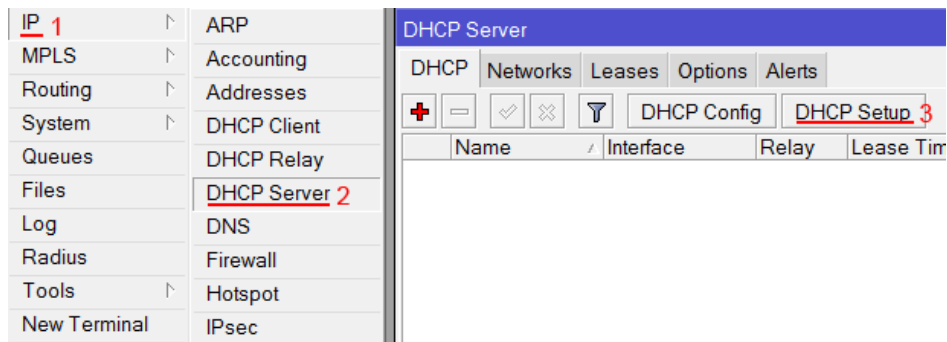


Рис. 5.4. Запуск мастера налаштування DHCP-сервера на Mikrotik.

- В списку **DHCP Server Interface** вибираємо потрібний порт, який буде слухати створений DHCP-сервер (рис. 5.5).
- Нажимаємо кнопку **Next**

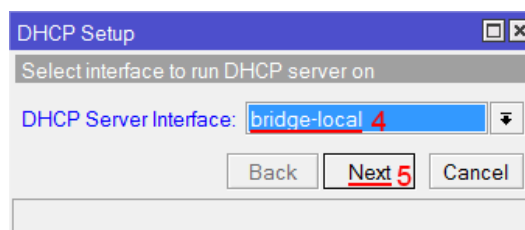


Рис. 5.5. Майстер DHCP: вибір інтерфейсу на якому працює.

- В наступному вікні вказується мережа для DHCP (рис. 5.6). Фактично тут має бути IP-мін домашнього завдання. Нажимаємо кнопку **Next**

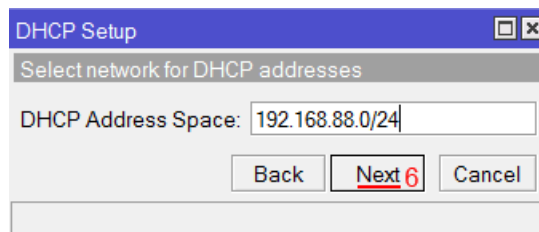


Рис. 5.6. Майстер DHCP: вибір параметрів мережі в якій працює.

- В наступному вікні вказується адреса шлюза (рис. 5.7). Нажимаємо кнопку **Next**

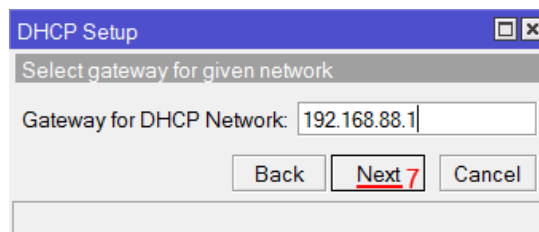


Рис. 5.7. Майстер DHCP: вибір IP інтерфейсу, який є шлюзом.

- В цьому вікні прописується діапазон IP адрес (pool), які буде роздавати DHCP сервер (рис. 5.8). Налаштовуємо згідно ДЗ і нажимаємо кнопку **Next**

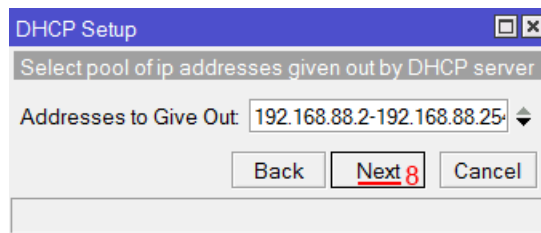


Рис. 5.8. Майстер DHCP: налаштування пулу, який роздає сервер.

- Далі вводяться адреси DNS серверів (деталі див. в Лаб-4) (рис. 5.9). Якщо DNS не використовується, то поле залишаємо сірим. Нажимаємо кнопку **Next**

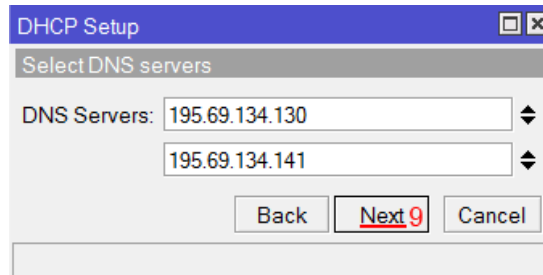


Рис. 5.9. Майстер DHCP: вибір IP-адрес DNS-серверів, які будуть використані.

- Тут задається час оренди IP адрес. Вказуємо одну хвилину і нажимаємо кнопку **Next**

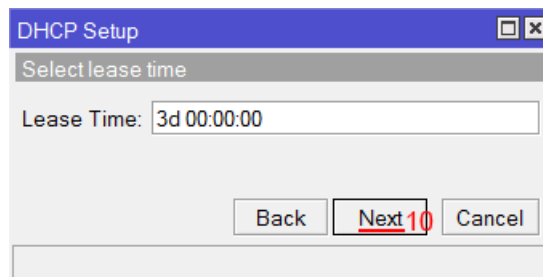


Рис. 5.10. Майстер DHCP: налаштування часу оренди.

- Налаштування DHCP серверу за допомогою майстра успішно завершено. Жмемо кнопку **OK**

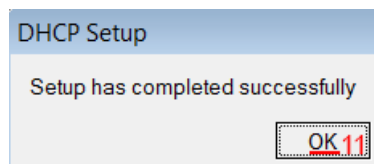


Рис. 5.11. Майстер DHCP: коректне завершення налаштування.

- Тепер мережевий кабель ноутбука відключаємо від роутера (програмно або апаратно), і ще раз підключаємо до нього.
5. Якщо все виконано правильно, ноутбук має отримати ip-адресу автоматично. Перевірити працездатність мережі. Результати зберегти для звіту.

Завдання 2. DHCP сервер в мережі на MT при наявності декількох користувачів

Створення локальної мережі на базі роутера MT, в яку входить декілька користувачів і один DHCP сервер, для чого необхідно:

1. Додати до існуючої мережі звичайний свіч SW1 рівня L2 без будь-яких налаштувань (рис. 5.12). Це може бути Cisco, TP-Link, або інший свіч. Підключити до створеної мережі ноутбук сусіда. Має бути отримана наступна структура мережі:

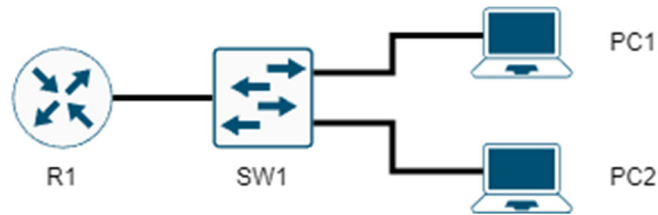


Рис. 5.12. Локальна мережа на два користувача підключених до одного порту Mikrotik.

2. Виконати необхідні налаштування та перевірити працездатність. Переконалися, що обоє ноутбука отримали ір-адреси із налаштованого DHCP сервера. Перевірити працездатність мережі. Результати зберегти для звіту.
3. Замінити існуючий роутер, на роутер сусіда. Переконалися, що ноутбуки отримали ір-адреси із нового підключеного DHCP сервера. Перевірити працездатність мережі. Результати зберегти для звіту.
4. Підключити одночасно два DHCP сервера (два роутера) до свіча SW1. Перевірити працездатність мережі в цьому випадку. Зробити висновки для звіту.

Завдання 3. Налаштування Wi-Fi роутера MT

Створення бездротової локальної мережі на базі Wi-Fi роутера MT, в яку входить декілька користувачів і один DHCP сервер, для чого необхідно:

1. Спочатку необхідно ввімкнути Wi-Fi модуль (рис. 5.13):
 - Відкрити меню **Wireless**
 - Вибрати Wi-Fi інтерфейс **wlan1**
 - Натиснути кнопку **Enable** (синя галочка) в меню зверху, або справа в середині інтерфейсу

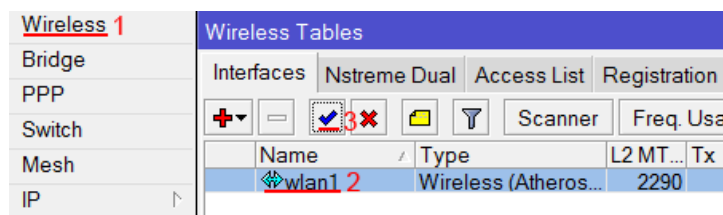


Рис. 5.13. Вибір бездротового інтерфейсу на Mikrotik.

2. Створити пароль для підключення до точки доступу MikroTik:
 - Відкрити вкладку **Security Profiles** (рис. 5.14)
 - Натиснути кнопку **Add** (плюсик)
 - В новому вікні в поле **Name**: вказати ім'я профіля безпеки
 - Для найкращої безпеки лишаємо тільки реєстрацію по протоколу **WPA2 PSK**

- В поле **WPA2 Pre-Shared Key** вводимо пароль для доступу к Wi-Fi точці згідно ДЗ
- Для збереження налаштувань натискаємо кнопку **OK**

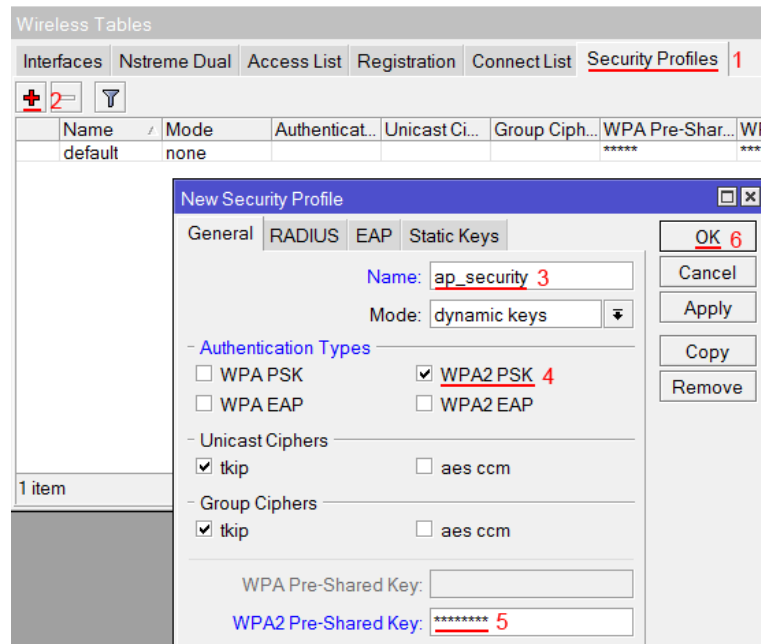


Рис. 5.14. Налаштування параметрів безпеки на Wi-Fi інтерфейсі.

3. Налаштувати параметри Wi-Fi точки MikroTik:

- Відкрити вкладку **Interfaces** (рис. 5.15)
- Подвійний клік кнопкою миші на Wi-Fi інтерфейсі wlan1, щоб зайти в його налаштування
- Переходимо на вкладку **Wireless**
- В списку **Mode**: вибираємо режим роботи **ap bridge** (точка доступу в режимі мосту)
- В списку **Band**: вибрати в яких стандартах буде працювати Wi-Fi точка. Вибрати згідно з ДЗ
- В поле **SSID**: прописати ім'я точки доступу згідно ДЗ
- В списку **Security Profile** вибираємо ім'я профіля безпеки, в якому ми створювали пароль для доступу к Wi-Fi точці
- Натиснути кнопку **OK** для збереження налаштувань
- Змінити порт, на який налаштований DHCP сервер, на значення **wlan1**
- Тепер можливо підключитися к роутеру по Wi-Fi.

Якщо все виконано правильно, то ваш і сусіда ноутбуки зможуть підключитися до створеного Wi-Fi. При цьому має працювати мережевий зв'язок між пристроями в одній окремій підмережі, і пристрої мають отримати налаштування від DHCP сервера. Перевірити працездатність мережі. Зберегти підтвердження для звіту.

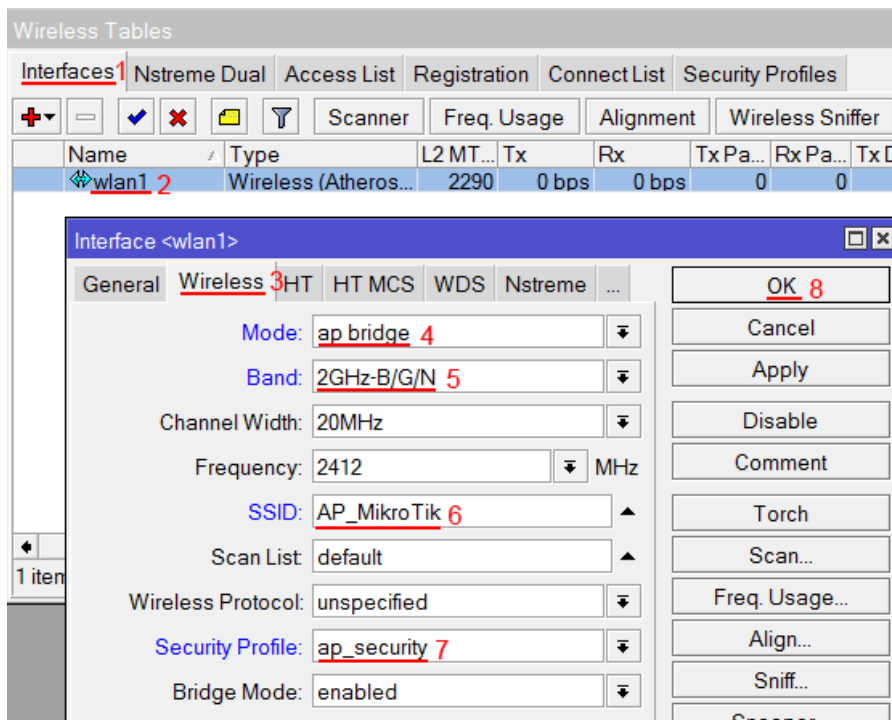


Рис. 5.15. Налаштування параметрів роботи Wi-Fi інтерфейса.

Завдання 4. Включення Wi-Fi роутера MT в локальну мережу

Створення локальної мережі на базі роутера MT, в яку входить декілька користувачів і один DHCP сервер. При цьому один із користувачів підключений через Wi-Fi (бездротовий інтерфейс), а інший користувач підключений через дротовий інтерфейс. Для цього необхідно:

1. Додати до існуючої мережі звичайний свіч L2 без будь-яких налаштувань. Це може бути Cisco, TP-Link, або інший свіч. Підключити до створеної мережі ноутбук сусіда. Має бути отримана наступна структура мережі (рис. 5.16):

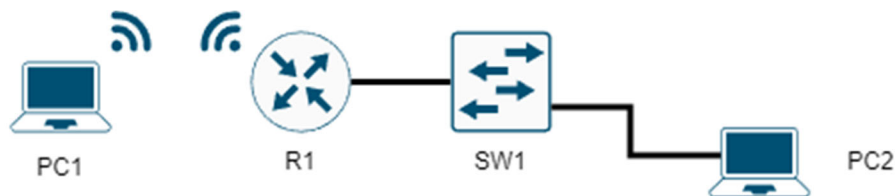


Рис. 5.16. Локальна мережа з одночасним існуванням дротової і бездротової частини.

2. Перевірити доступ до DHCP серверу з обох ноутбуків і працездатність мережі. Підтвердження і висновки зберегти для звіту.
3. Щоб ноутбуки, підключені до роутера по кабелю і по Wi-Fi, «бачили» один одного, необхідно об'єднати бездротовий та дротові інтерфейси MikroTik. Створимо об'єднання портів як **bridge-local** (міст), для чого (рис. 5.17):
 - Відкрити меню **Bridge**
 - Натиснути кнопку **Add** (плюсик)
 - В поле **Name** прописати ім'я об'єднання **bridge-local**
 - Натиснути кнопку **OK**

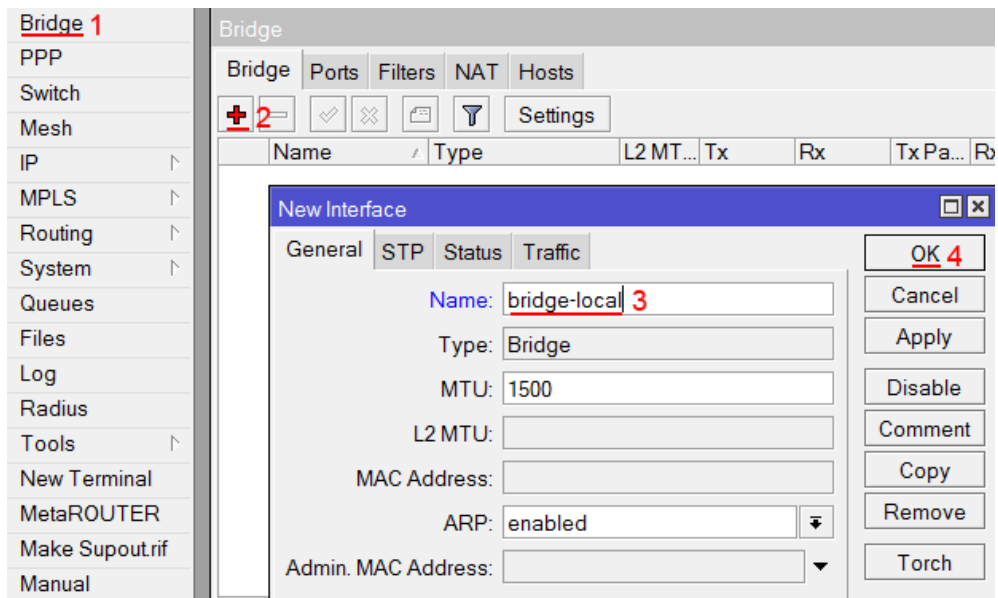


Рис. 5.17. Створення bridge для об'єднання декількох інтерфейсів.

4. Додати в об'єднання дротові ethernet порти (рис. 5.18):

- Перейти на вкладку **Ports**
- Натиснути кнопку **Add** (плюсик)
- В списку **Interface** вибрати ethernet порт **ether2** (наприклад)
- В списку **Bridge** вибрати ім'я об'єднання **bridge-local**
- Натиснути кнопку **OK**
- Аналогічно додати інші порти, які потрібно (ether3, ether4, ether5)

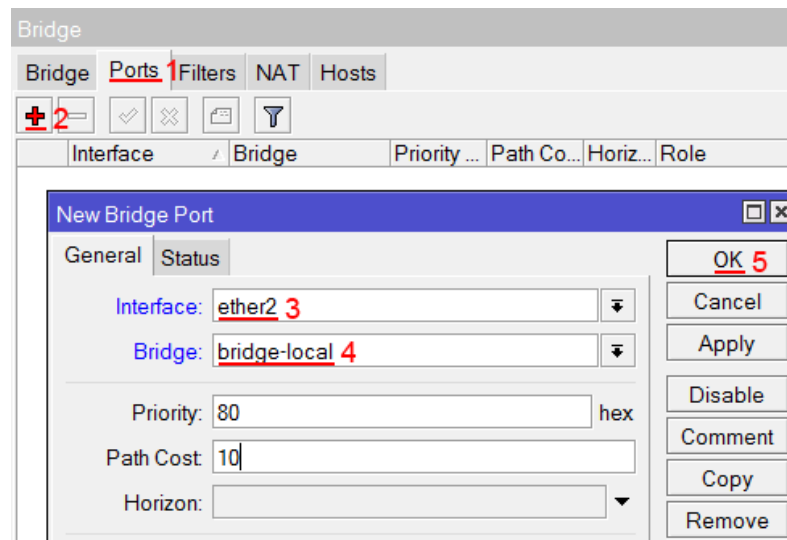


Рис. 5.18. Додавання дротового порту в існуючий bridge.

5. Додати в об'єднання Wi-Fi інтерфейс (рис. 5.19):

- Перейти на вкладку **Ports**
- Натиснути кнопку **Add** (плюсик)
- В списку **Interface** вибрати бездротовий інтерфейс **wlan1**
- В списку **Bridge** вибрати ім'я об'єднання **bridge-local**
- Натиснути кнопку **OK**

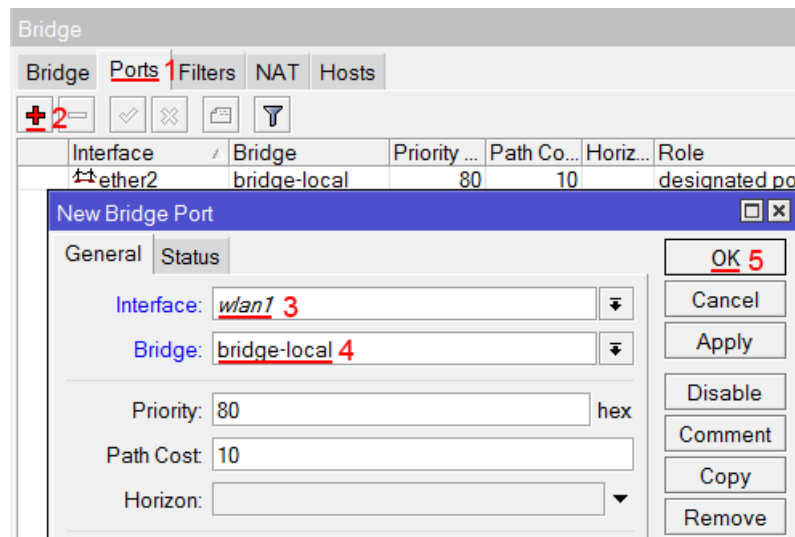


Рис. 5.19. Додавання бездротового порту в існуючий bridge.

6. Змінити порт, на якому зараз працює DHCP сервер, на порт **bridge-local**

Якщо все виконано правильно, то ваш і сусіда ноутбуки зможуть передавати дані один від одного при будь-якому підключенні (дротове або бездротове). При цьому пристрої мають отримати налаштування від DHCP сервера. Перевірити працездатність мережі. Зберегти підтвердження для звіту.

Завдання 5 (бонус). Налаштування Wi-Fi точки доступу Cisco з використанням PoE

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати по кожному завданню, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А.

Контрольні питання

1. Навіщо потрібний DHCP сервер в мережі?
2. Які налаштування виконуються автоматично за допомогою DHCP?
3. Що таке час оренди?
4. Які типи доступу існують в Wi-Fi мережі?
5. Що означає PSK?

Лабораторна робота № 6.

Troubleshooting в локальних комп'ютерних мережах

Мета роботи

Експериментально дослідити troubleshooting (пошук та усунення проблем) в локальних комп'ютерних мережах. Дослідження проводяться за допомогою мережевого обладнання MikroTik, Cisco L2 і Cisco L3. Побудувати локальну мережу з використанням маршрутизаторів MikroTik і комутаторів Cisco. При цьому мають бути використані сервіси DHCP і DNS в мережі.

Після отримання працездатної мережі, створити одну проблему в ній для того, щоб інший студент(и), який не знає цієї проблеми, провів її пошук і вирішення (troubleshooting).

Обладнання

1. Ноутбук з наявним роз'ємом RJ-45
2. Маршрутизатор MikroTik
3. Комутатор Cisco L2
4. Комутатор Cisco L3

Теоретична частина

Особливості використання свіча Cisco L3

Для більш швидкого виконання лабораторного завдання, переглянути відео <https://www.youtube.com/watch?v=Afvm-laWfbM>, де наведено теоретичні відомості і практичні рекомендації по налаштуванню свічів Cisco L3.

Домашнє завдання

Обрахунок підмереж

Обрахувати локальну мережу згідно параметрів, приведених далі.

- Вихідні данні
 - $A = \text{№ студента по списку групи}$
 - $K = \text{Коефіцієнт групи взяти із таблиці 5}$
 - $B = A \times K$
 - $C = 255 - 4A$
- Subnet-1: має увійти $192.168.B.C/28$
- Subnet-2: має увійти $192.168.B+10.C/28$
- Subnet-3: має увійти $192.168.B+20.C/27$
- Subnet-4: має увійти $192.168.B+30.C/27$
- Subnet-5: має увійти $172.16.B+40.C/29$
- Subnet-6: має увійти $172.16.B+50.C/29$
- Subnet-7: має увійти $172.16.B+60.C/28$

Номери VLAN

- VLAN-A
 - VLAN-A: No. = 2A
 - VLAN-A: name = "ім'я групи" _ "2A"
- VLAN-B
 - VLAN-B: No. = 20A
 - VLAN-B: name = "ім'я групи" _ "20A"

Параметри DHCP сервера

- IP DHCP = IP роутера, на якому має бути згідно схеми
- Pool DHCP = всі можливі IP-адреси

Параметри DNS сервера

- IP DNS = IP роутера, на якому має бути згідно схеми
- Доменні імена = згідно налаштувань Лаб-3

Параметри Wi-Fi

- Всі налаштування = згідно налаштувань Лаб-5

Лабораторне завдання

Створення локальної мережі на базі декількох керованих свічів Cisco L2, Cisco L3, і маршрутизаторів MikroTik для чого необхідно:

Завдання 1. Створення команд

Група має розділитися на дві приблизно рівні частини. Наприклад так, як були поділені, коли одна половина виконувала Лаб-2, 3, а інша в цей час виконувала Лаб-4, 5. Може бути і інше поділення. Перша частина групи називається **Window** (Team 1) і сідає біля вікон. Інша частина групи називається **Wall** (Team 2) і сідає біля стіни. Кожна команда вибирає собі головного адміна, який має додатковий голос при вирішенні спірних питань і надає допомогу членам своєї команди, у яких виникли якісь питання.

Завдання 2. Розподіл обов'язків

Кожна з команд буде свою мережу (схеми див. далі), яка доволі складна. Отже, команда має розподілити обов'язки таким чином, щоб мережа будувалася максимально швидко. Наприклад поділитися на пари, кожна з яких налаштовує свою частину мережі. Розподіл обов'язків записується на дошці.

Завдання 3. Вибір локальної мережа для побудови

Для творення пропонується дві локальні мережі, які названі LAN-1 (рис. 6.1) і LAN-2 (рис. 6.2). Схеми цих мереж і їх опис наведено нижче. Кожна з мереж використовує керовані свічі Cisco L2, Cisco L3 і маршрутизатори MikroTik. Також використано сервіси мережі DHCP і DNS.

Командам пропонується будь-яким чином виконати розподіл, яку схему яка команда створює. Це може бути жеребкування, або іншим чином.

Налаштування мереж і номери VLAN згідно обрахунків домашнього завдання. Які підмережі на яких інтерфейсах і IP-адреси команда визначає самостійно. Всі налаштування фіксуються на мапі мережі.

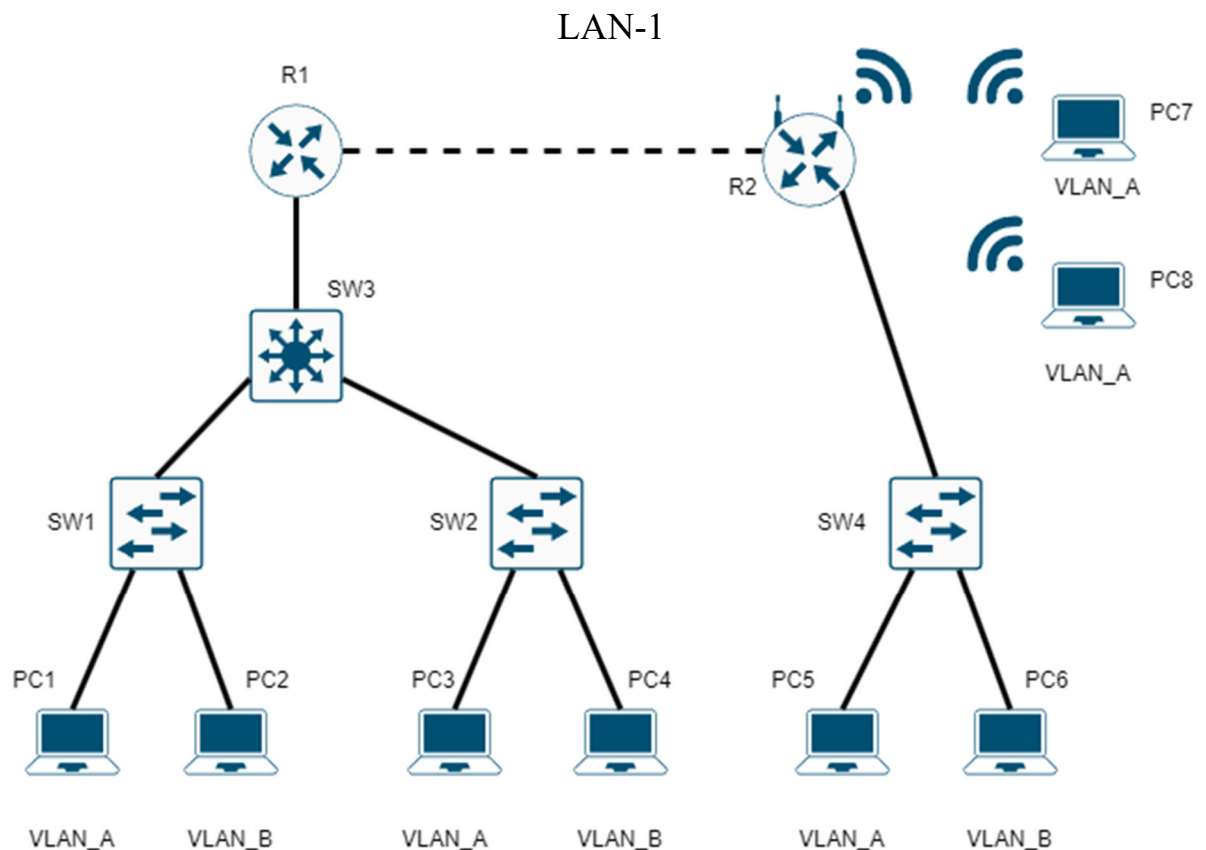


Рис. 6.1. Схема мережі LAN-1.

Subnet-1: VLAN_A (R1)
 Subnet-2: VLAN_B (R1)
 Subnet-3: SW3-R1
 Subnet-4: R1-R2
 Subnet-5: VLAN_A (R2)
 Subnet-6: VLAN_B (R2)
 Subnet-7: VLAN_A (R2 Wi-Fi)
 DHCP: R1 on VLAN_A
 DNS: R2 on Wi-Fi

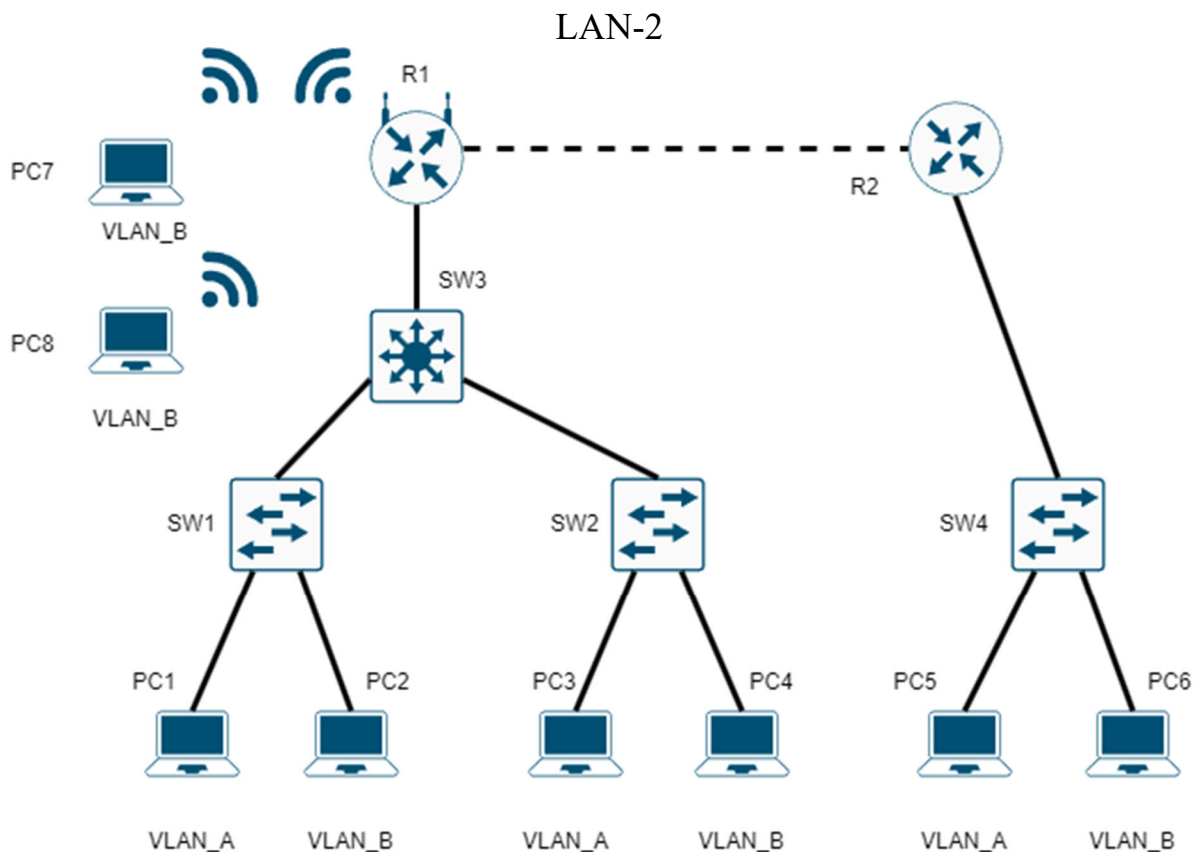


Рис. 6.2. Схема мережі LAN-2.

Subnet-1: VLAN_A (R1)
 Subnet-2: VLAN_B (R1)
 Subnet-3: SW3-R1
 Subnet-4: R1-R2
 Subnet-5: VLAN_A (R2)
 Subnet-6: VLAN_B (R2)
 Subnet-7: VLAN_B (R1 Wi-Fi)
 DHCP: R1 on VLAN_B
 DNS: R2 on VLAN_A, VLAN_B

Завдання 4. Налаштування Cisco L3

Налаштування Cisco L3 з використанням технології VLAN виконується наступним чином:

1. Підключитися по консолі до свіча Cisco L3.
2. Скинути його до заводських налаштувань згідно додатку В (якщо необхідно).
3. Вибрати два будь-яких порти, які будуть працювати як транк-порти і записати їх в звіт. Зазвичай вибирають порти з максимальною пропускнуною спроможністю.
4. Виконати налаштування одного із вибраних портів. Для цього необхідно:
 - Switch(config)#interface fastEthernet 0/1 (вибрали потрібний порт)

- `Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q` (включили енкапсуляцію на порту і вказали її тип)
 - `Switch(config-if)#switchport mode trunk` (перевели вибраний порт в режим trunk)
 - `Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3` (дозволили проходити через транк тільки vlan 2 і 3, необхідно вказати № vlan згідно дз)
 - `Switch(config-if)#exit` (вийти з налаштування вибраного порту)
5. Створити інтерфейс VLAN_A на порту свіча і присвоїти йому ip із subnet1. Для цього необхідно:
 - `Switch(config)#interface vlan 2` (створення інтерфейсу vlan 2)
 - `Switch(config-if)#ip address 2.2.2.1 255.255.255.0` (присвоєння йому ip)
 - `Switch(config-if)#exit` (вийти з налаштування вибраного порту)
 6. Виконати аналогічні налаштування на другому вибраному порту і створити ще один інтерфейс VLAN_B, якому надати ip із subnet2.
 7. Включити маршрутизацію між різними підмережами. Для цього необхідно:
 - `Switch(config)#ip routing` (включення маршрутизації всередині свіча)

Якщо все виконано правильно, то має працювати мережевий зв'язок між пристроями в одній окремій підмережі, і також працювати між різними підмережами, підключеними до одного Cisco L3. Перевірити працездатність мережі. В звіті мають бути присутні скріншоти по перевірці всередині кожної підмережі і між двома різними підмережами, а також налаштування VLAN на Cisco, що підтверджують, що в цьому випадку мережа працює за допомогою технології VLAN і використовується транк.

Завдання 5. Перевірка працездатності всієї мережі

Виконати збірку окремих елементів мережі в загальну необхідну схему і перевірити її працездатність. Зберегти скріншоти для звіту.

Завдання 6. Виникнення проблеми в мережі

Створити проблему в своїй мережі для подальшого її вирішення. Для чого:

1. Представники іншої команди вибирають студента, який буде виконувати пошук проблеми, і який має вийти з аудиторії на час створення проблеми.
2. Представники іншої команди вирішують, яка проблема має з'явитися в цій мережі. Представник вашої команди створює цю проблему. Має бути тільки одна проблема. Представники іншої команди перевіряють, що проблема дійсно існує.
3. Повертається представник вашої команди і йому представники іншої команди розповідають, яка проблема в вашій мережі. Після того, як він

зрозумів проблему, запускається секундомір, який рахує кількість часу, витрачену на вирішення проблеми. Якщо витрачений час менше ніж у іншої команди, та/або менше 10 хв, то студент отримує максимальний бал за захист роботи.

Обробка результатів

Використовуючи отримані результати, оформити звіт користуючись рекомендаціями Додаток А. В звіт мають увійти

1. скріни, які підтверджують працездатність мережі до початку додавання проблем в мережу;
2. скріни, що підтверджують наявність проблеми
3. час початку вирішення проблеми
4. час завершення вирішення проблеми
5. підтвердження працездатності мережі
6. У випадку, якщо проблем було декілька, то надати в звіті будь-які дві, але одна має бути та, в вирішенні якої студент приймав безпосередню участь

Контрольні питання

1. Що означає комутатор L3?
2. Чим відрізняється L2 від L3?
3. Що краще, комутатор L3 або маршрутизатор?
4. Чи можна комутатор L3 використати замість маршрутизатора?

Додаток А. Звіт

Звіт по лабораторній роботі включає:

1. Титульна сторінка (сторінка 1) з вказанням варіанта і дати виконання лабораторної роботи (для бонусів)
2. Назва лабораторної роботи (сторінка 2 і далі)
3. Мета роботи
4. Домашнє завдання (обрахунки, якщо вони необхідні для виконання роботи)
5. Схеми мереж, які досліджуються
6. Скріни, які підтверджують працездатність по кожному пункту завдання роботи
7. Коментарі, що пояснюють, що саме було виконано і які результати отримані
8. Висновки по всій роботі

Форма звіту:

1. Звіт представляє собою файл *.doc/docx
2. Формат сторінки А4
3. Розмір шрифту 14 кегель
4. Міжрядковий інтервал одинарний
5. Наявність номерів сторінок
6. Копія звіту в форматі *.pdf

Додаток Б. Перехідник usb2com

Інсталяція обладнання

Отримати від викладача перехідник usb2com (рис. Б.1) і консольний кабель (рис. Б.2).



Рис. Б.1. Перехідник usb2com.



Рис. Б.2. Консольний кабель Cisco.

Підключити кабель до перехідника і вставити перехідник в вільний USB порт ноутбука. Якщо живлення вистачає, то має з'явитися повідомлення про підключення нового обладнання.

Інсталяція драйверу (Windows)

Скачати з гугл-диску викладача драйвер для перехідника (папка drv-CH341SER-usb2com). Розмістити скачаний архів в папці, назва якої не має кирилических букв, пробілів і спеціальних символів. Розархівувати файл. Запустити файл SETUP.EXE.

Якщо все виконано коректно, має з'явитися повідомлення про успішне встановлення драйверу.

Якщо отримано помилку як результат встановлення драйверу, то натиснути кнопку "Uninstall" в інтерфейсі інсталятора драйверу, і повторно запустити процес інсталяції драйверу.

Визначення номеру COM-порту

Запустити в Windows "Диспетчер пристроїв". Якщо все було коректно, то в розділі "Порти (COM і LPT)" має з'явитися COM-порт, в кінці якого вказано його номер (наприклад COM5). Записати визначений номер COM-порту.

Додаток В. Скидання налаштувань Cisco 2950, 2960, 3750, 3770

Скидання комутатора в налаштування за замовчуванням

Виконати покроково наступні дії:



Рис. В.1. Кнопка для скидання налаштувань на передній панелі Cisco.

1. Натискаємо та утримуємо на комутаторі кнопку Mode (рис. В.1).
2. Подаємо на комутатор живлення, підключивши кабель живлення.
3. Очікуємо закінчення завантаження Boot Loader, чекаючи на запрошення командного рядка **"switch:"** (двокрапка в кінці обов'язкова)
4. Вводимо команду **flash_init** і тиснемо клавішу "Enter"
5. Вводимо команду **load_helper** і тиснемо клавішу "Enter"
6. Виведемо список файлів на флеші, скориставшись командою **"dir flash:"** (двокрапка в кінці обов'язкова)
7. Конфігурація комутатора знаходиться у файлі **config.text**, список VLAN-ів у файлі **vlan.dat**. Видалимо ці файли, скориставшись командою **"delete"**: ("delete flash:config.text", "delete flash:vlan.dat")

```
switch: delete flash:config.text
Are you sure you want to delete "flash:config.text" (y/n)?y
File "flash:config.text" deleted
switch: delete flash:vlan.dat
Are you sure you want to delete "flash:vlan.dat" (y/n)?y
File "flash:vlan.dat" deleted
```

8. Перезавантажуємо комутатор командою **"reload"**

Додаток Г. Мережевий тестер

Перевірка патчкорда мережевим тестером

Для перевірки патчкорда використовується мережевий тест. Для перевірки необхідно під'єднати обоє кінця до відповідних роз'ємів RJ45 і ввімкнути живлення. Спостерігати за загорянням усіх восьми світлодіодів по черзі на кожному із наборів світлодіодів. Окрім цього, світлодіоди мають загорятися в певній послідовності. Послідовність загоряння світлодіодів на кожному з полів тестера приведена в таблиці Г.1:

Таблиця Г.1. Послідовність загоряння світлодіодів при тестуванні

Черга загоряння зліва	Стандарт зліва	Тестер	Стандарт справа	Черга загоряння справа
1 2 3 4 5 6 7 8	568B 		568B 	1 2 3 4 5 6 7 8
1 2 3 4 5 6 7 8	568B 		568A 	3 6 1 7 8 2 4 5
1 2 3 4 5 6 7 8	568B 		568A 	3 6 1 4 5 2 7 8

Література

1. Організація комп'ютерних мереж [Електронний ресурс] : підручник: для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Ю. А. Тарнавський, І. М. Кузьменко. – Електронні текстові дані (1 файл: 45,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 259 с.
2. Організація комп'ютерної локальної мережі / В. Олексюк, Н. Балик, А. Балик. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2006. – 80 с.
3. Computer networks / A.S. Tanenbaum. – New Jersey : Prentice Hall PTR, 1996.
4. Комп'ютерні мережі 1. Локальні комп'ютерні мережі. Методичні вказівки до комп'ютерного практикуму. [Текст] / Уклад.: О.Ю. Кулаков, Р.Ю. Берест – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 164 с.

Зміст

Вступ.....	3
Лабораторна робота № 1. Пасивні компоненти, MAC і IP-адреси	4
Лабораторна робота № 2. Керовані комутатори L2 в мережах.....	9
Лабораторна робота № 3. Технологія VLAN в мережах.....	14
Лабораторна робота № 4. Шлюз по-замовчуванню і DNS сервіс.....	20
Лабораторна робота № 5. DHCP сервіс і Wi-Fi інтерфейс	27
Лабораторна робота № 6. Troubleshooting в локальних комп'ютерних мережах.....	37
Додаток А. Звіт	43
Додаток Б. Перехідник usb2com.....	44
Додаток В. Скидання налаштувань Cisco 2950, 2960, 3750, 3770.....	45
Додаток Г. Мережевий тестер.....	46
Література	47
Зміст.....	48