

Лабораторна робота № 3

НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ, ПОБУДОВАНИХ НА БАЗІ МАРШРУТИЗАТОРІВ CISCO.

Мета заняття: ознайомитися з можливостями маршрутизаторів Cisco для побудови безпроводних мереж Wi-Fi; розглянути засоби організації мережних з'єднань між пристроями Wi-Fi мережі; ознайомитися з можливостями мережної операційної системи Cisco IOS стосовно налагодження безпроводних з'єднань; отримати практичні навички налагодження, моніторингу та діагностування роботи безпроводної мережі, побудованої на базі маршрутизаторів Cisco; дослідити процеси роботи маршрутизаторів Cisco та процеси передачі даних у побудованій мережі Wi-Fi.

Теоретичні відомості

Сьогодні потреба в бездротових мережах передачі даних, що забезпечують доступність інформації без прив'язки до конкретного робочого місця, надзвичайно висока. Бездротові мережі оточують нас усюди і вже достатньо тісно ввійшли в повсякденне життя. Однією із рушійних сил їх розвитку є стрімке збільшення кількості мобільних пристроїв та поява нових стандартів Wi-Fi технологій для забезпечення високих швидкостей передачі інформації. Крім того, бездротовим рішенням немає альтернатив там, де неможливо забезпечити дротове підключення, або ж його вартість занадто висока і вимагає багато часу. Бездротові мережі передачі даних вирішують такі завдання:

- **Швидкий та захищений доступ до серверів**
застосунків/додатків/ресурсів мережі Інтернет: організація доступу до мережі передачі даних для мобільних пристроїв; забезпечення високої швидкості та якості сервісу; захист даних від перехоплення чи модифікації, а також захист самих мобільних пристроїв від спроб злому.
- **Захищений бездротовий зв'язок для спеціалізованих технологічних систем:** організація сервісу зв'язку мобільних приладів з серверами управління та базами даних для забезпечення автоматизації технологічних процесів. Рішення використовуються для роботи мобільних сканерів штрих-кодів, принтерів, терезів, камер спостереження та роботизованих систем в приміщеннях складів, магазинів, цехах підприємств.
- **Об'єднання провідних сегментів мережі за допомогою бездротових з'єднань.** Побудова бездротових каналів зв'язку для передачі даних в тих випадках, коли немає альтернативних дротових методів з'єднання. Рішення також використовується для забезпечення зв'язку на рухомих об'єктах (портові крани, бурові платформи), в місцях із підвищеною загрозою та поблизу небезпечних об'єктів, де в випадку аварій кабельна система вийде з ладу (газопроводи).
- **Інтеграція з геоінформаційними системами.** Геоінформаційна система використовується для надання сервісів клієнту бездротової мережі в залежності від місця знаходження його пристрою. Інтегрована бездротова мережа передає геоінформаційній системі дані про розташування мобільних пристроїв, а та, в свою чергу, надає інформаційний сервіс клієнту за допомогою мобільного додатку.

- **Розвантаження мережі GSM операторів** в місцях великого скупчення клієнтських пристроїв шляхом автоматичної зміни способу передачі даних за допомогою Wi-Fi технологій.

Стандарти захисту мереж Wi-Fi

Безпеці бездротових мереж варто приділяти особливу увагу. Адже Wi-Fi – це бездротова мережа і притому з великим радіусом дії. Відповідно, зловмисник може перехоплювати інформацію або ж атакувати Вашу мережу, перебуваючи на безпечній відстані. На щастя, в даний час існує безліч різних способів захисту і за умови правильного налаштування можна бути впевненим в забезпеченні необхідного рівня безпеки.

WEP

Протокол шифрування, що використовує досить не стійкий алгоритм RC4 на статичному ключі. Існує 64, 128, 256 і 512-бітове WEP шифрування. Чим більше біт використовується для зберігання ключа, тим більше можливих комбінацій ключів, а відповідно більш висока стійкість мережі до злому. Частина WEP ключа є статичною (40 біт в разі 64-бітного шифрування) а інша частина (24 біт) – динамічна (вектор ініціалізації), тобто змінюється в процесі роботи мережі. Основною вразливістю протоколу WEP є те, що вектори ініціалізації повторюються через деякий проміжок часу і зловмиснику буде потрібно лише зібрати ці повтори і обчислити по ним статичну частину ключа. Для підвищення рівня безпеки можна додатково до WEP шифрування використовувати стандарт 802.1x або VPN.

WPA

Більш стійкий протокол шифрування, ніж WEP, хоча використовується такий же алгоритм RC4. Більш високий рівень безпеки досягається за рахунок використання протоколів TKIP і MIC.

- *TKIP (Temporal Key Integrity Protocol). Протокол динамічних ключів мережі, які змінюються досить часто. При цьому кожному пристрою також присвоюється ключ, який теж змінюється.*

- *MIC (Message Integrity Check). Протокол перевірки цілісності пакетів. Захищає від перехоплення пакетів і з перенаправлення..*

Також можливе і використання 802.1x і VPN, як і в випадку з WEP. Існує два види WPA:

- *WPA-PSK (Pre-shared key). Для генерації ключів мережі і для входу в мережу використовується ключова фраза. Оптимальний варіант для домашньої або невеликої офісної мережі.*

- *WPA-802.1x. Вхід в мережу здійснюється через сервер аутентифікації. Оптимально для мережі великої компанії.*

WPA2

Удосконалення протоколу WPA. На відміну від WPA, використовується більш стійкий алгоритм шифрування AES. Аналогічно з WPA, WPA2 також ділиться на два типи: WPA2-PSK і WPA2-802.1х.

802.1X

Стандарт безпеки, в який входить кілька протоколів:

- *EAP (Extensible Authentication Protocol)*. Протокол розширеної аутентифікації. Використовується спільно з RADIUS сервером в великих мережах.
- *TLS (Transport Layer Security)*. Протокол, який забезпечує цілісність і шифрування переданих даних між сервером і клієнтом, їх взаємну аутентифікацію, запобігаючи перехопленню і підміну повідомлень.
- *RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server)*. Сервер аутентифікації користувачів за логіном і паролем.

Огляд можливостей маршрутизаторів безпроводних маршрутизаторів Cisco

Фірма Cisco для клієнтів пропонує великий набір рішень для побудови безпроводних мереж стандарту Wi-Fi. Частина цих рішень початково є власними розробками фірми, частина – це рішення, які були придбані у інших фірм і надалі розвивалися під торговою маркою Cisco. До складу цих рішень входять пристрої різних типів: безпроводні маршрутизатори з інтеграцією послуг, безпроводні точки доступу, безпроводні контролери, безпроводні мости тощо.

Якщо вести мову про безпроводні маршрутизатори Cisco, то варто розуміти, що ці пристрої в першу чергу орієнтовані на побудову мереж типу SOHO. Найбільш відомими серіями таких маршрутизаторів є серії Linksys, 819, 829 ... Для багатьох серій маршрутизаторів, які початково були орієнтовані на проводові підключення розроблені варіанти маршрутизаторів з вбудованими безпроводними модулями. Для деяких моделей маршрутизаторів розроблені безпроводні модулі. Прикладом такого маршрутизатора є маршрутизатор моделі Cisco 2811.

Характеристики основних безпроводних маршрутизаторів з вбудованими безпроводними модулями наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Маршрутизатор	819	829	Linksys WRT54GL
Серія	Cisco 800 Series		Linksys
WAN порти Ethernet	1 x GE, 1 x 4G	1 x 4G	1 x FE
LAN порти Ethernet	4 x FE	4 x FE	4 x FE
Пам'ять FLASH	1 Гб	4 Гб	–
Об'єм ОЗП	1 Гб	2 Гб	–

Потужність номінальна / максимальна	11 Ват	40 Ват	40 Ват
Тип живлення	AC 100-240В	PoE	AC 100-240В
Тип установки	Настільний	Настільний	Настільний
Порти консольні	RJ-45 (RS232)	RJ-45 (RS232)	–
Порти USB	1 x Mini-USB	1 x Mini-USB	–
Анени	2 зовнішніх 2.4 GHz 2xRP-TNC/5 GHz 2xRP-TNC	–	2 зовнішніх

Основні моделі безпроводних модулів стандартів Wi-Fi наведені нижче

- Cisco HWIC-AP-AG-N - модуль Cisco, призначений для надання бездротового доступу всередині приміщення. Досить затребуваний на сьогоднішній день модуль Cisco HWIC-AP-AG-N вбудовується в різні серії маршрутизаторів Cisco. Модуль Cisco HWIC-AP-AG-N включає в себе два коаксіальних порту для підключення двох знімних антен. Модуль Cisco HWIC-AP-AG-N здатний працювати в стандартах бездротової передачі даних 802.11a, 802.11b і 802.11g. Це говорить нам про двох підтримуваних частотних діапазонах - 2,4 і 5 ГГц. Стандарт 802.11a призначений для роботи в верхньому частотному діапазоні (5 ГГц), а стандарти 802.11b і 802.11g працюють в нижньому частотному діапазоні (2,4 ГГц). Максимальні швидкості передачі складають 54 Мбіт / с для стандартів 802.11a і 802.11g і 11 Мбіт / с для стандарту 802.11b. Однак швидкість передачі при видаленні взаємодіючих пристроїв один від одного поступово падає. Так, на відкритому повітрі при швидкості 1 Мбіт / с максимальна дальність зв'язку може досягати 600 м, а при швидкості 54 Мбіт / с - не більше 90 м.

Характерним є те, що модуль Cisco HWIC-AP-AG-N призначений для використання в стандартному настільному маршрутизаторі. Це означає, що в серверній або в приміщенні зі стійкою немає необхідності встановлювати додаткове обладнання, досить обмежитися лише купівлею одного модуля.

Модуль Cisco HWIC-AP-AG-N підтримує всі сучасні методи безпечної передачі даних. До них відносяться: підтримка алгоритмів шифрування даних WEP, WPA і WPA2 з ключем до 128 біт, використання алгоритмів AES і TKIP і інші стандартні методи. У побудованій на основі модуля Cisco HWIC-AP-AG-N мережі можливо використовувати до 16 зашифрованих або незашифрованих віртуальних мереж VLAN.
- Cisco HWIC-AP-AG-E – двоканальний модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g в діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц, котрий призначений для використання у Європі.
- Cisco HWIC-AP-G-A – модуль, який підтримує стандарти 802.11 b/g, котрий призначений для використання у Америці.

- Cisco HWIC-AP-G-B – модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g, котрий призначений для використання у Америці.
- Cisco HWIC-AP-G-J – модуль, який підтримує стандарти 802.11 b/g, котрий призначений для використання у Японії.
- Cisco HWIC-AP-AG-P – модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g, котрий призначений для використання у Америці.

Команди Cisco IOS для налагодження безпроводних каналів зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизаторів Cisco

service-module wlan-ap 0 session – вхід до сервісного режиму налагодження точки доступу;

dot11 SSID [назва мережі] – налагодження точки доступу;

authentication open – налагодження відкритої точки доступу;

authentication key-management wpa – налагодження методу аутентифікації WPA;

wpa-psk ascii 0 [пароль] – налагодження захищеного доступу до Wi-Fi за допомогою WPA-PSK;

encryption mode ciphers aes-ccm – налагодження алгоритму шифрування WPA AES;

encryption mode ciphers tkip – налагодження алгоритму шифрування WPA TKIP;

encryption mode ciphers wep128 – налагодження алгоритму шифрування WEP, довжина ключа 128 біт;

encryption mode ciphers wep40 – налагодження алгоритму шифрування WEP, довжина ключа 40 біт;

Порядок налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 819

Налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 819 складається із певних етапів. Порядок виконання згаданих етапів є таким:

1. Увійти до сервісного режиму налагодження точки доступу.
2. Увійти у привілейований режим.
3. Увійти у режим конфігурування терміналу.
4. Налогодити ім'я точки доступу.
5. Налогодити метод аутентифікації.
6. Налогодити безпроводний інтерфейс точки доступу.

Порядок налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 829

Налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 829 складається із певних етапів. Порядок виконання згаданих етапів є таким:

1. Увійти у привілейований режим.
2. Увійти у режим конфігурування терміналу.
3. Налогодити IP-адресацію на безпроводному інтерфейсі.
4. Вийти у привілейований режим.
5. Увійти до сервісного режиму налагодження точки доступу.
6. Увійти в привілейований режим.
7. Увійти в режим конфігурування терміналу.
8. Налогодити ім'я точки доступу.
9. Налогодити метод аутентифікації.
10. Налогодити безпроводний інтерфейс точки доступу.

Порядок налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 2811 з модулем HWIC-AP-AG-B

Налагодження безпроводного каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 2811 з модулем HWIC-AP-AG-B складається із певних етапів. Порядок виконання згаданих етапів є таким:

1. Увійти у привілейований режим.
2. Увійти у режим конфігурування терміналу.
3. Налогодити ім'я точки доступу.
4. Налогодити метод аутентифікації.
5. Налогодити безпроводний інтерфейс точки доступу.

Моделльний приклад налагодження функціонування безпроводної комп'ютерної мережі на базі маршрутизатора Cisco 819HGW

Розглянемо специфіку налагодження безпроводних параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі HGW819. Результат такого підключення наведений на рис. 2.1.

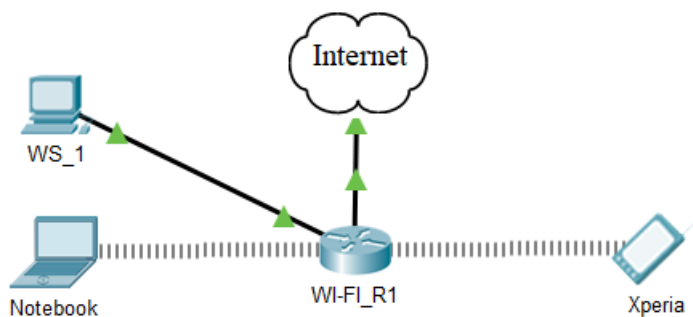


Рис. 1.1 Приклад підключення

Таблиця 2

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R1	Fa0	Internet	WAN
	Fa1	WS_1	Fa0
	Wireless0	Notebook	Wireless0
	Wireless0	Смартфон	Wireless0
WS_1	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R1	Fa1
Notebook	Wireless0		Wireless0
Смартфон	Wireless0		Wireless0

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R1	Wireless0	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa1	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	195.10.1.3	255.255.255.0	/24
Смартфон	Wireless0	195.10.1.4	255.255.255.0	/24
WS_1	Fa0	195.10.1.5	255.255.255.0	/24

Параметри для налагодження безпроводної мережі для модельного прикладу наведені у табл. 5

Таблиця 4

Параметри для налагодження безпроводної мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R1
Пароль	MyWiFiR1
Метод аутентифікації	WPA
Налагодження	DHCP

Сценарій налагодження основних параметрів комутатора наведений нижче.

```
R1#service-module wlan-ap 0 session
```

```
ap>en
```

```
ap#conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
ap(config)#dot11 ssid WI-FI_R1
```

```
ap(config-ssid)#auth open
```

```
ap(config-ssid)#auth key-management wpa
```

```
ap(config-ssid)#wpa-psk ascii 0 MyWiFiR1
```

```
ap(config-ssid)#guest-mode
```

```
ap(config-ssid)#exit
```

```
ap(config)#interface Dot11Radio0
```

```
ap(config-if)#no ip address
```

```
ap(config-if)#encryption mode ciphers aes-ccm
```

```
ap(config-if)#ssid WI-FI_R1
```

```
ap(config-if)#no shutdown
```

```
ap(config-if)#exit
```

```
ap(config)#exit
```

```
ap#exit
```

Для того, щоб повернутися з режиму точки доступу до консольного режиму маршрутизатора потрібно натиснути комбінацію Ctrl+Shift+6 та x.

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу безпроводної мережі для розглянутого прикладу використано команди **show interface** (команди **show interface Dot11Radio 0** та **show show interface wlan-ap 0**), **show run** для даного прикладу покажуть аналогічні результати). Результати роботи цих команд для маршрутизатора WI-FI_R1 наведено відповідно на рис. 1.2–1.4.

```
ap#show run
Current configuration :
!
Version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname ap
!
no ip ftp passive
bridge irb
!
dot11 ssid MYNET-1
!
dot11 ssid WI-FI_R1
authentication open
authentication key-management wpa
wpa-psk ascii 0 MyWiFiR1
guest-mode
!
!
!
interface GigabitEthernet0
no ip address
bridge-group 1
!
interface Dot11Radio0
no ip address
bridge-group 1
encryption mode ciphers aes-ccm
ssid WI-FI_R1
!
interface Dot11Radio1
no ip address
bridge-group 1
shutdown
!
interface BVI1
mac-address 0001.64dc.ae01
ip address dhcp client-id GigabitEthernet 0
!
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
!
!
end
```

Рис. 1.2. Результат виконання команди **show run** на маршрутизаторі WIFI_R1 в режимі точки доступу (ap)


```

ap#show interface Dot11Radio 0
Dot11Radio0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is 802.11N 2.4GHz Radio, address is 0001.64DC.AE02 (bia 0001.64DC.AE02)
MTU 1500 bytes, BW 54000 Kbit/sec, DLY 1000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/10066/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/30 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 unknown protocol drops
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

Рис. 1.3. Результат виконання команди `show interface Dot11Radio 0` на маршрутизаторі WIFI_R1 в режимі точки доступу (ap)

```

R1#show interface wlan-ap 0
wlan-ap0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 00e0.b050.e208 (bia 00e0.b050.e208)
Description: Service module interface to manage the embedded AP
Internet address is 10.10.10.1/29
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 0 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Full-duplex, 100Mb/s, media type is RJ45
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

Рис. 1.4. Результат виконання команди `show interface wlan-ap 0` на маршрутизаторі WIFI_R1

Модельний приклад налагодження функціонування безпроводної комп'ютерної мережі на базі маршрутизатора Cisco 829

Розглянемо специфіку налагодження безпроводних параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 829. Результат такого підключення наведений на рис. 2.1.

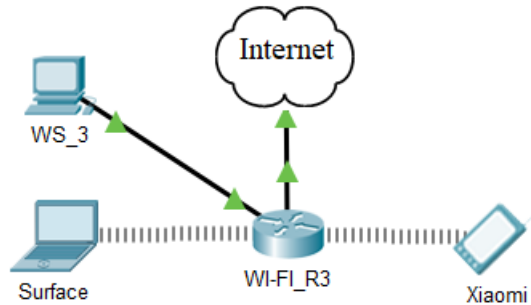


Рис. 2.1. Приклад підключення

Таблиця 5

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R3	Gig1	Internet	WAN
	Gig2	WS_3	Fa0
	Wireless0	Notebook	Wireless0
	Wireless0	Смартфон	Wireless0
WS_3	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R3	Gig2
Notebook	Wireless0		Wireless0
Смартфон	Wireless0		Wireless0

Таблиця 6

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R3	Wireless0	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Gig2	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	195.10.1.3	255.255.255.0	/24
Смартфон	Wireless0	195.10.1.4	255.255.255.0	/24
WS_3	Fa0	195.10.1.5	255.255.255.0	/24

Параметри для налагодження безпроводної мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R3
Пароль	MyWiFiR3
Метод аутентифікації	WPA

Сценарій налагодження основних параметрів комутатора наведений нижче.

```
R3#conf t
R3(config)#interface wlan-ap0
R3(config-if)#ip address 195.10.1.1 255.255.255.0
R3(config-if)#end
R3#service-module wlan-ap 0 session
ap>en
ap#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ap(config)#dot11 ssid WI-FI_R3
ap(config-ssid)#auth open
ap(config-ssid)#auth key-management wpa
ap(config-ssid)#
ap(config-ssid)#wpa-psk ascii 0 MyWiFiR3
ap(config-ssid)#guest-mode
ap(config-ssid)#exit
ap(config)#interface Dot11Radio0
ap(config-if)#no ip address
ap(config-if)#encryption mode ciphers aes-ccm
ap(config-if)#ssid WI-FI_R3
ap(config-if)#no shutdown
```

Для того, щоб повернутися з режиму точки доступу до консольного режиму маршрутизатора потрібно натиснути комбінацію Ctrl+Shift+6 та x.

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу безпроводної мережі для розглянутого прикладу використано команди **show interface** (команди **show interface Dot11Radio 0** та **show show interface wlan-ap 0**), **show run** для даного прикладу покажуть аналогічні результати). Результати роботи цих команд для маршрутизатора WI-FI_R3 наведено відповідно на рис. 2.2–2.4.

```
ap#show run
Current configuration :
!
version 15.3
service timestamps log datetime msec
service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname ap
!
!
```

```

no ip ftp passive
bridge irb
!
dot11 ssid WI-FI_R3
authentication open
authentication key-management wpa
wpa-psk ascii 0 MyWiFiR3
guest-mode
!
!
!
interface GigabitEthernet0
description the embedded AP GigabitEthernet 0 is an internal interface
connecting AP with the host router
no ip address
bridge-group 1
!
interface Dot11Radio0
no ip address
bridge-group 1
encryption mode ciphers aes-ccm
ssid WI-FI_R3
!
interface Dot11Radio1
no ip address
bridge-group 1
shutdown
!
interface BVI1
mac-address 0090.0cc8.0701
no ip address
ip address dhcp client-id GigabitEthernet 0
!
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
!
!
end

```

Рис. 2.2. Результат виконання команди `show run` на маршрутизаторі R_3 в режимі точки доступу (ap)

```

ap#show interface Dot11Radio 0
Dot11Radio0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is 802.11N 2.4GHz Radio, address is 0090.0CC8.0702 (bia 0090.0CC8.0702)
MTU 1500 bytes, BW 54000 Kbit/sec, DLY 1000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/10066/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/30 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored

```

```
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 unknown protocol drops
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Рис. 2.3. Результат виконання команди `show interface Dot11Radio 0` на маршрутизаторі WIFI_R3 в режимі точки доступу (ap)

```
R3#show interface wlan-ap 0
wlan-ap0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0030.f28b.b606 (bia 0030.f28b.b606)
Internet address is 195.1.10.1/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 0 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Full-duplex, 100Mb/s, media type is RJ45
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Рис. 2.4. Результат виконання команди `show interface wlan-ap 0` на маршрутизаторі WIFI_R3

Налагодження DHCP на маршрутизаторах Cisco моделі 829 має свої особливості. Це пов'язано з необхідністю налаштувати BVI (Bridge group Virtual Interface).

```
R3#conf t
R3(config)#ip dhcp pool R3
R3(dhcp-config)#network 195.10.1.0 255.255.255.0
R3(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
R3(dhcp-config)#default-router 195.10.1.1
R3(dhcp-config)#exit
R3(config)#ip dhcp excluded-address 195.10.1.1

R3(config)#int wlan-ap0
R3(config-if)#ip unnumbered vlan1
R3(config-if)#exit
R3(config)#interface vlan1
R3(config-if)#ip address 195.10.1.10 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
```

```
R3(config-if)#ip dhcp excluded-address 195.10.1.10
R3(config-if)#exit
```

```
ap>enable
ap#conf t
ap(config)#int bvi1
ap(config-if)# ip address 195.10.1.1 255.255.255.0
ap(config-if)#no shutdown
```

Модельний приклад налагодження функціонування безпроводної комп'ютерної мережі на базі комутатора Cisco 2811 із модулем HWIC-AP-AG-B

Розглянемо специфіку налагодження безпроводних параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 2811 із модулем HWIC-AP-AG-B. Результат такого підключення наведений на рис. 3.1.

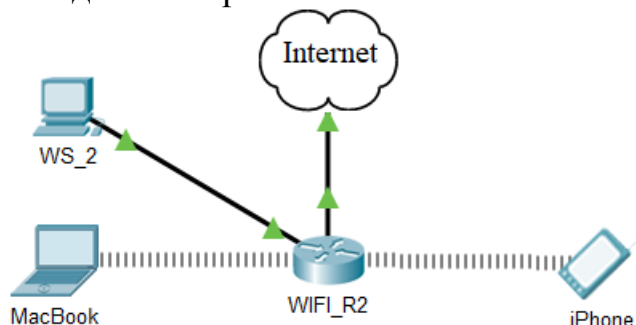


Рис. 3.1 – Приклад підключення

Таблиця 8

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R2	Fa0/0	Internet	WAN
	Fa0/1	WS_2	Fa0
	Wireless0	Notebook	Wireless0
	Wireless0	Смартфон	Wireless0
WS_2	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R2	Fa0/1
Notebook	Wireless0		Wireless0
Смартфон	Wireless0		Wireless0

Таблиця 9

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
---------------------	---------------------------------	-----------	-----------------	---------

Підмережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R2	Wireless0	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa0/1	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	195.10.1.3	255.255.255.0	/24
Смартфон	Wireless0	195.10.1.4	255.255.255.0	/24
WS_2	Fa0	195.10.1.5	255.255.255.0	/24

Таблиця 10

Параметри для налагодження безпроводної мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R2
Пароль	MyWiFiR2
Метод аутентифікації	WPA

Сценарій налагодження основних параметрів комутатора наведений нижче.

R2#

R2#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R2(config)#dot11 ssid WI-FI_R2

R2(config-ssid)#auth open

R2(config-ssid)#auth key-management wpa

R2(config-ssid)#wpa-psk ascii 0 MyWiFiR2

R2(config-ssid)#guest-mode

R2(config-if)#exit

R2(config)#interface Dot11Radio0/3/0

R2(config-if)#no ip address

R2(config-if)#encryption mode ciphers aes-ccm

R2(config-if)#ssid WI-FI_R2

R2(config-if)#no shut

R2(config-if)#end

R2#copy running-config startup-config

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу безпроводної мережі для розглянутого прикладу використано команди **show interface** (команди **show interface Dot11Radio 0/3/0**), **show dot11** для даного прикладу покажуть аналогічні результати). Результати роботи цих команд для маршрутизатора WI-FI_R3 наведено відповідно на рис. 3.2–3.3.

```
R2#show interface Dot11Radio0/3/0
Dot11Radio0/3/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is 802.11G Radio, address is 00d0.d366.3e01 (bia 00d0.d366.3e01)
MTU 1500 bytes, BW 11000 Kbit, DLY 1000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Half-duplex, 11Mb/s
input flow-control is off, output flow-control is off
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
```

```

Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/30 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns

```

Рис. 3.2. Результат виконання команди `show interface Dot11Radio0/3/0` на маршрутизаторі `WIFI_R2`

```

R2#show dot11 interface

Interface Dot11Radio0/3/0 Statistics (Cumulative Total/Last 5 Seconds):
RECEIVER TRANSMITTER
Host Rx Bytes: 0 / 0 Host Tx Bytes: 0 / 0
Unicasts Rx: 0 / 0 Unicasts Tx: 0 / 0
Unicasts to host: 0 / 0 Unicasts by host: 0 / 0
Broadcasts Rx: 0 / 0 Broadcasts Tx: 0 / 0
Beacons Rx: 0 / 0 Beacons Tx: 0 / 0
Prob Req Rx: 0 / 0 Prob Resp Tx: 0 / 0
Broadcasts to host: 0 / 0 Broadcasts by host: 0 / 0
Multicasts Rx: 0 / 0 Multicasts Tx: 0 / 0
Multicasts to host: 0 / 0 Multicasts by host: 0 / 0
Mgmt Packets Rx: 0 / 0 Mgmt Packets Tx: 0 / 0
RTS received: 0 / 0 RTS transmitted: 0 / 0
Duplicate frames: 0 / 0 CTS not received: 0 / 0
CRC errors: 0 / 0 Unicast Fragments Tx: 0 / 0
WEP errors: 0 / 0 Retries: 0 / 0
Buffer full: 0 / 0 Packets one retry: 0 / 0
Host buffer full: 0 / 0 Packets > 1 retry: 0 / 0
Header CRC errors: 0 / 0 Protocol defers: 0 / 0
Invalid header: 0 / 0 Energy detect defers: 0 / 0
Length invalid: 0 / 0 Jammer detected: 0 / 0
Incomplete fragments: 0 / 0 Packets aged: 0 / 0
Rx Concats: 0 / 0 Tx Concats: 0 / 0
Interface Dot11Radio0/3/1 Statistics (Cumulative Total/Last 5 Seconds):
RECEIVER TRANSMITTER
Host Rx Bytes: 0 / 0 Host Tx Bytes: 0 / 0
Unicasts Rx: 0 / 0 Unicasts Tx: 0 / 0
Unicasts to host: 0 / 0 Unicasts by host: 0 / 0
Broadcasts Rx: 0 / 0 Broadcasts Tx: 0 / 0
Beacons Rx: 0 / 0 Beacons Tx: 0 / 0
Prob Req Rx: 0 / 0 Prob Resp Tx: 0 / 0
Broadcasts to host: 0 / 0 Broadcasts by host: 0 / 0
Multicasts Rx: 0 / 0 Multicasts Tx: 0 / 0
Multicasts to host: 0 / 0 Multicasts by host: 0 / 0
Mgmt Packets Rx: 0 / 0 Mgmt Packets Tx: 0 / 0
RTS received: 0 / 0 RTS transmitted: 0 / 0
Duplicate frames: 0 / 0 CTS not received: 0 / 0
CRC errors: 0 / 0 Unicast Fragments Tx: 0 / 0
WEP errors: 0 / 0 Retries: 0 / 0
Buffer full: 0 / 0 Packets one retry: 0 / 0
Host buffer full: 0 / 0 Packets > 1 retry: 0 / 0
Header CRC errors: 0 / 0 Protocol defers: 0 / 0
Invalid header: 0 / 0 Energy detect defers: 0 / 0
Length invalid: 0 / 0 Jammer detected: 0 / 0
Incomplete fragments: 0 / 0 Packets aged: 0 / 0
Rx Concats: 0 / 0 Tx Concats: 0 / 0

```

LOST PARENT COUNTS ASSOCIATION STATISTICS


```

Maximum retries: 0 / 0 SSID mismatched: 0 / 0
No beacons: 0 / 0 Not specified AP: 0 / 0
Average retry level: 0 / 0 Rates mismatched: 0 / 0
Deauthenticated: 0 / 0 Privacy mismatched: 0 / 0
Disassociated: 0 / 0 Authentication rejects: 0 / 0
Time base lost: 0 / 0 Association timeout: 0 / 0
Host request: 0 / 0 LEAP successes: 0 / 0
Better parent found: 0 / 0 LEAP failures: 0 / 0
LEAP timeouts: 0 / 0
LEAP key len fails: 0 / 0
PHY element mismatch: 0 / 0
WPA IE mismatch: 0 / 0

```

Рис. 3.3. Результат виконання команди **show dot11 interface** на маршрутизаторі WIFI_R2

Модельний приклад налагодження функціонування відкритої безпроводної комп'ютерної мережі на базі комутатора Cisco 2811 із модулем HWIC-AP-AG-B

Розглянемо специфіку налагодження безпроводних параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 2811 із модулем HWIC-AP-AG-B. Результат такого підключення наведений на рис. 4.1.

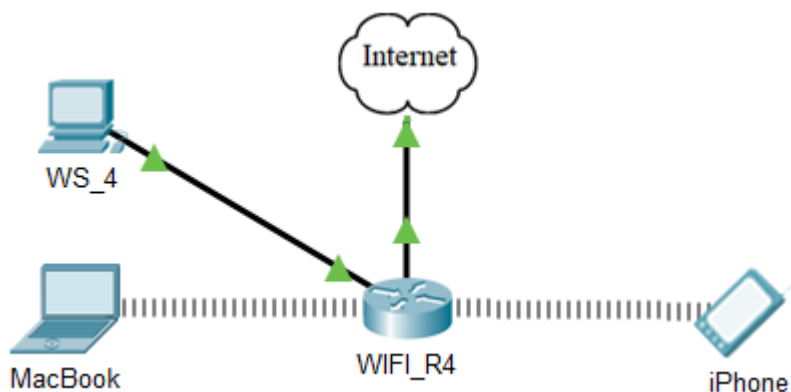


Рис. 4.1. Приклад підключення

```

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#h R4
R4(config)#dot11 ssid WI-FI_R4
R4(config-ssid)#auth open
R4(config-ssid)#guest-mode
R4(config-ssid)#exit
R4(config)#interface Dot11Radio0/3/0
R4(config-if)#ssid WI-FI_R4
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#
R4(config-if)#end
R4#copy running-config startup-config
R4#

```

Таблиця 11

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R4	Fa0/0	Internet	WAN
	Fa0/1	WS_2	Fa0
	Wireless0	Notebook	Wireless0
	Wireless0	Смартфон	Wireless0
WS_4	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R4	Fa0/1
Notebook	Wireless0		Wireless0
Смартфон	Wireless0		Wireless0

Таблиця 12

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R4	Wireless0	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa0/1	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	195.10.1.3	255.255.255.0	/24
Смартфон	Wireless0	195.10.1.4	255.255.255.0	/24
WS_2	Fa0	195.10.1.5	255.255.255.0	/24

Таблиця 13

Параметри для налагодження безпроводної мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R4
Пароль	–
Метод аутентифікації	–

Модельний приклад налагодження функціонування безпроводного модулю на базі Laptop

1. На вкладці «Physical» вимикаємо ноутбук. (Рис. 5.1)
2. Перетягуємо модуль із ноутбука в ліву область. (Рис 5.1)
3. Перетягуємо модуль «WPC300N» в пусте місце на ноутбуці. (Рис 5.2)
4. Вмикаємо ноутбук. (Рис. 5.2)

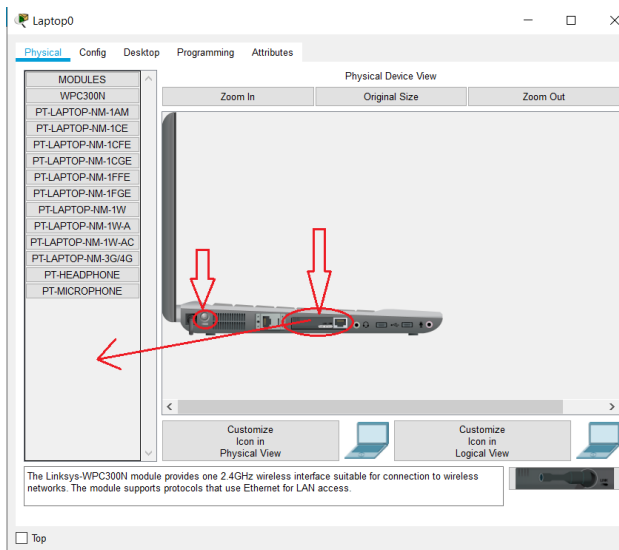


Рис. 5.1.

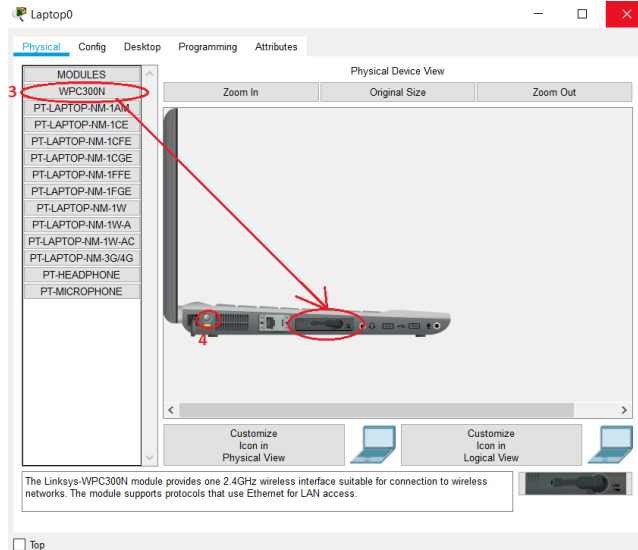


Рис. 5.2.

5. На вкладці Desktop натискаємо «PC Wireless». (Рис. 5.3)
6. У відкритому вікні обираємо вкладку «Connect» та обираємо нашу мережі і натискаємо на кнопку «Connect» (Рис. 5.4)
7. Обираємо стандарт захисту мережі та вводимо пароль мережі. Натискаємо «Connect». (Рис. 5.5)

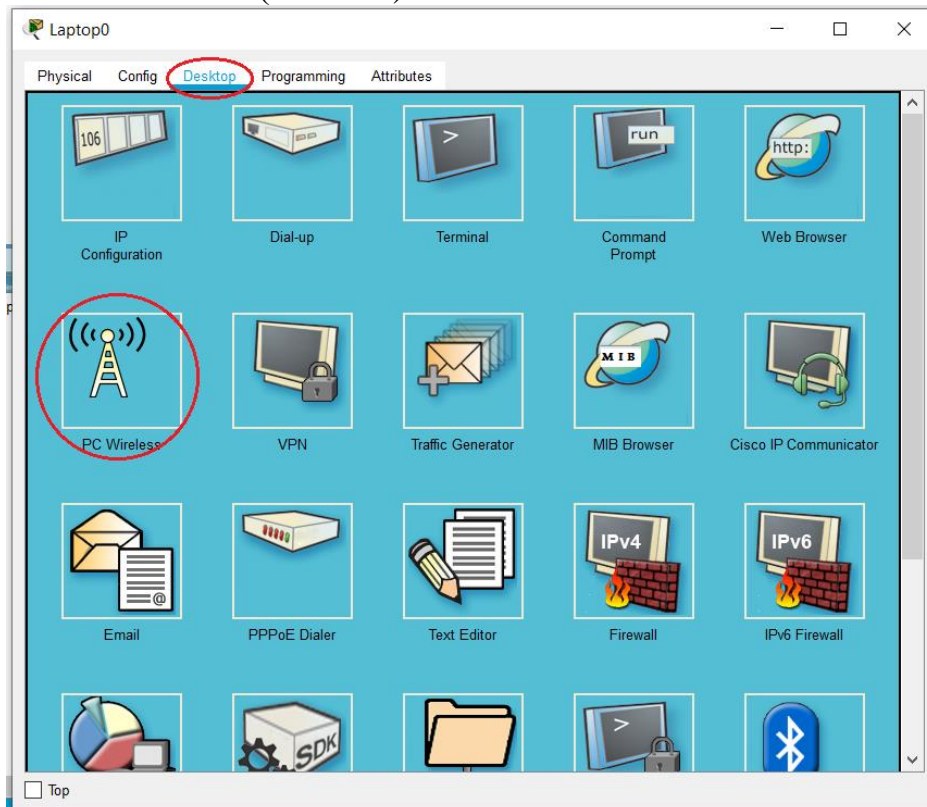


Рис. 5.3.

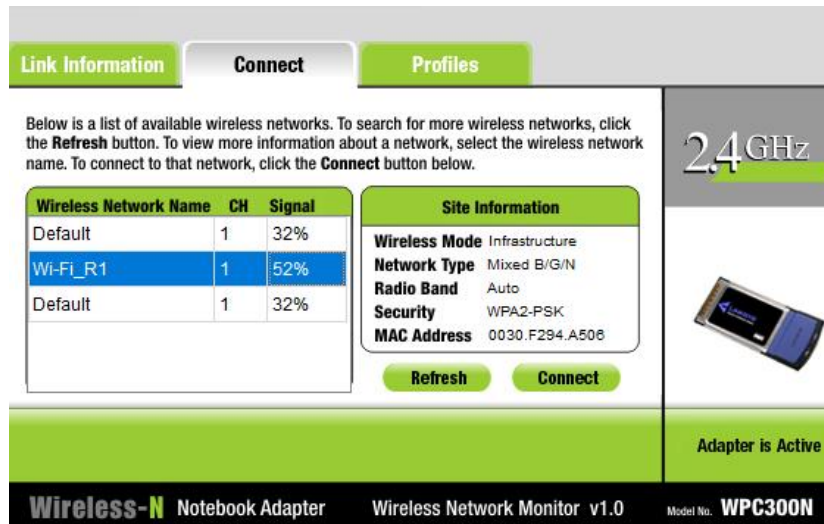


Рис. 5.4.

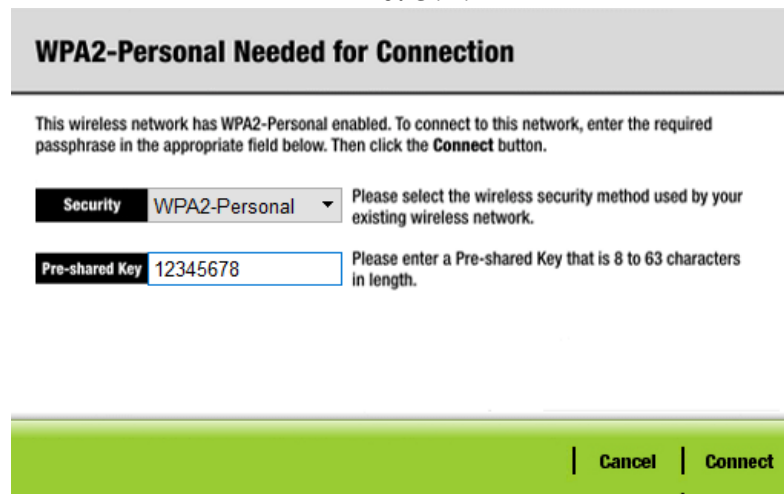


Рис. 5.5.

Завдання на лабораторну роботу:

1. У середовищі програмного симулятора/емулятора створити проект мережі (рис. 6.1). Під час побудови мережі звернути увагу на вибір моделей мережних пристроїв, мережних модулів та адаптерів, а також мережних з'єднань (на рисунку мережні з'єднання показані у загальному вигляді). Для вибору скористатися даними табл. 14 та табл. 15. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 2.
2. Ім'я мережі (SSID) складатиметься з R_G_N_2 та пароля MyWiFi_R_G_N_2

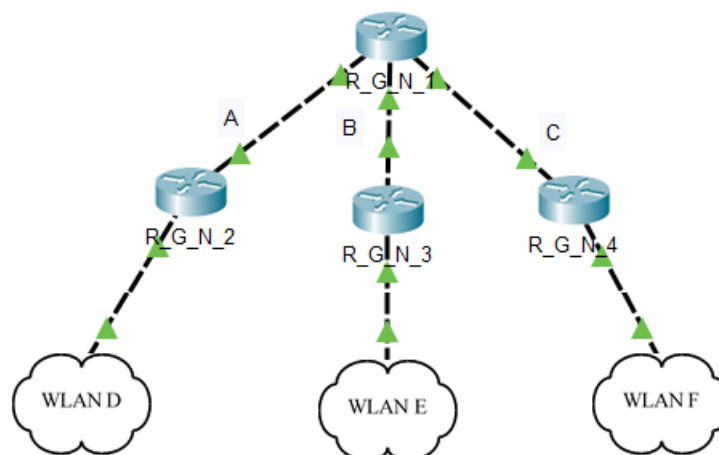


Рис. 6.1. Проект мережі

Дані для адресації підмереж (каналів)

№ варіанта	Підмережа А		Підмережа В		Підмережа С		Підмережа D		Підмережа E		Підмережа F	
	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс	IP-адреса	Префікс
1	193.G.N.0	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
2	193.G.N.64	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25
3	193.G.N.128	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
4	193.G.N.192	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
5	193.G.N.0	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28
6	193.G.N.32	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
7	193.G.N.64	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25
8	193.G.N.96	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
9	193.G.N.128	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
10	193.G.N.160	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28
11	193.G.N.192	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
12	193.G.N.224	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25
13	193.G.N.0	/25	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
14	193.G.N.0	/26	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
15	193.G.N.128	/26	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28
16	193.G.N.0	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
17	193.G.N.64	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25
18	193.G.N.128	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
19	193.G.N.192	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
20	193.G.N.0	/26	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28
21	193.G.N.32	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
22	193.G.N.64	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25
23	193.G.N.96	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
24	193.G.N.128	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
25	193.G.N.160	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28
26	193.G.N.192	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/24	198.G.N.0	/24
27	193.G.N.224	/28	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/25	198.G.N.0	/25

28	193.G.N.0	/25	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/26	198.G.N.0	/26
29	193.G.N.0	/26	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/27	198.G.N.0	/27
30	193.G.N.128	/26	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/30	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28

Параметри налагодження

№ варіанту	Маршрутизатор R_G_N_2	Маршрутизатор R_G_N_3	Маршрутизатор R_G_N_4	Аутентифікація R_G_N_2	Аутентифікація R_G_N_3	Аутентифікація R_G_N_4
1	819	829	2811	WEP	WPA2-PSK	Open
2	829	2811	819	WPA2-PSK	Open	WPA2-PSK
3	2811	819	829	Open	WPA2-PSK	Open
4	819	829	2811	WPA2-PSK	Open	WEP
5	829	2811	819	Open	WEP	Open
6	2811	819	829	WEP	Open	WEP
7	819	829	2811	Open	WEP	WPA2-PSK
8	829	2811	819	WEP	WPA2-PSK	WEP
9	2811	819	829	WPA2-PSK	WEP	WPA2-PSK
10	819	829	2811	WEP	WPA2-PSK	Open
11	829	2811	819	WPA2-PSK	Open	WPA2-PSK
12	2811	819	829	Open	WPA2-PSK	Open
13	819	829	2811	WPA2-PSK	Open	WEP
14	829	2811	819	Open	WEP	Open
15	2811	819	829	WEP	Open	WEP
16	819	829	2811	Open	WEP	WPA2-PSK
17	829	2811	819	WEP	WPA2-PSK	WEP
18	2811	819	829	WPA2-PSK	WEP	WPA2-PSK
19	819	829	2811	WEP	WPA2-PSK	Open
20	829	2811	819	WPA2-PSK	Open	WPA2-PSK
21	2811	819	829	Open	WPA2-PSK	Open
22	819	829	2811	WPA2-PSK	Open	WEP
23	829	2811	819	Open	WEP	Open
24	2811	819	829	WEP	Open	WEP
25	819	829	2811	Open	WEP	WPA2-PSK
26	829	2811	819	WEP	WPA2-PSK	WEP
27	2811	819	829	WPA2-PSK	WEP	WPA2-PSK
28	819	829	2811	WEP	WPA2-PSK	Open
29	829	2811	819	WPA2-PSK	Open	WEP
30	2811	819	829	Open	WEP	WPA2-PSK

Таблиця 16

Механізм адресації кінцевих вузлів локальних мереж

№ варіанту	Підмережа D	Підмережа E	Підмережа F
1	DHCP	DHCP	Static
2	DHCP	Static	DHCP
3	Static	DHCP	DHCP
4	DHCP	DHCP	Static
5	DHCP	Static	DHCP
6	Static	DHCP	DHCP
7	DHCP	DHCP	Static
8	DHCP	Static	DHCP
9	Static	DHCP	DHCP
10	DHCP	DHCP	Static

11	DHCP	Static	DHCP
12	Static	DHCP	DHCP
13	DHCP	DHCP	Static
14	DHCP	Static	DHCP
15	Static	DHCP	DHCP
16	DHCP	DHCP	Static
17	DHCP	Static	DHCP
18	Static	DHCP	DHCP
19	DHCP	DHCP	Static
20	DHCP	Static	DHCP
21	Static	DHCP	DHCP
22	DHCP	DHCP	Static
23	DHCP	Static	DHCP
24	Static	DHCP	DHCP
25	DHCP	DHCP	Static
26	DHCP	Static	DHCP
27	Static	DHCP	DHCP
28	DHCP	DHCP	Static
29	DHCP	Static	DHCP
30	Static	DHCP	DHCP

Контрольні питання:

1. Які завдання вирішують бездротові мережі?
2. Які є стандарти захисту мереж Wi-Fi?
3. У чому відмінність між стандартами WEP та WPA?
4. У чому відмінність між стандартами WPA та WPA2?
5. Який стандарт найбільш оптимальний для використання в дома?
6. Який стандарт найбільш оптимальний для використання в великій компанії?
7. Яку команду необхідно виконати для налагодження захищеного доступу до Wi-Fi за допомогою WPA-PSK?
8. Який безпроводний модуль використовувався для налагодження безпроводної мережі у маршрутизаторі Cisco 2811?
9. За допомогою якої команди потрібно входити в сервісний режим на Cisco 819 та 829?
10. Як налагодити відкриту безпроводну мережу?