

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 1

Лабораторна робота № 3: Налаштування та дослідження роботи бездротових мереж, побудованих на базі маршрутизаторів Cisco

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

Теоретичні відомості

У сучасному світі бездротові мережі стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, забезпечуючи зручний доступ до інформаційних ресурсів у будь-якому місці та в будь-який час. Вони дозволяють користувачам підключатися до Інтернету та локальних мереж без необхідності фізичних з'єднань, що істотно підвищує мобільність і гнучкість. Бездротові технології, такі як Wi-Fi, використовують радіохвилі для передачі даних, що робить їх ідеальними для використання в домашніх, офісних та публічних середовищах. Оскільки потреби в бездротовому з'єднанні постійно зростають, належне налаштування та моніторинг таких мереж стають критично важливими для забезпечення стабільності, безпеки та високої продуктивності.

Обладнання для створення професійних бездротових мереж є перспективним для ІТ-компаній, і на сьогоднішній день список цих компаній зростає. Основними компонентами бездротової мережі є:

- Wi-Fi контроллер точки доступа (Access Point Controller);
- Wi-Fi точка доступа (Access Point);
- Wi-Fi антени точок доступа;
- маршрутизатор (Router);
- комутатор (Switch);
- адаптери, модулі та ін.

Wi-Fi контроллер — це пристрій або програмне забезпечення, яке централізовано керує однією або декількома точками доступу в бездротовій мережі. Він відповідає за налаштування, моніторинг, управління трафіком та забезпечення безпеки, дозволяючи адміністраторам легко налаштувати мережу без потреби в конфігурації кожної точки доступу окремо.

Wi-Fi точка доступу (Wireless Access Point, WAP) — дозволяє бездротовим клієнтам підключатися до хмарної мережі (дротової або бездротової). Вона виступає як міст між бездротовими пристроями та локальною мережею, забезпечуючи з'єднання, передачу даних та доступ до Інтернету.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 2

Wi-Fi антени точок доступу — компоненти, які використовуються для покращення бездротового сигналу. Вони можуть бути вбудованими або зовнішніми, і їхнє призначення полягає в підвищенні дальності, потужності та якості сигналу, що передається між точкою доступу та підключеними пристроями.

Маршрутизатори Wi-Fi дозволяють швидко та легко встановлювати зв'язок в загальнодоступній мережі Інтернет для дротової або бездротової мережі. Wi-Fi бездротовий маршрутизатор (роутер), а також дротові маршрутизатори призначені передачі трафіку в мережі. Маршрутизатор Wi-Fi має одну або дві антени для роботи з мережею Wi-Fi та локальним мережевим кабелем для підключення всередині мережі користувачів та мережі, що підключає зовнішній канал зв'язку.

Таким чином, маршрутизатор Wi-Fi об'єднує дротові мережі та мережі Wi-Fi. Всі маршрутизатори Wi-Fi управляються через веб-інтерфейс. Захист інформації, що передається через Wi-Fi, забезпечують протоколи WPA/WPA2-RADIUS, WPA/WPA2-PSK та WEP. Фільтр MAC-адрес виключає несанкціоноване підключення до мережі.

Комутатори служать для підключення точок та контролерів однієї мережі та забезпечують можливість передачі живлення та інформації на відстані до 100 м через один кабель (вита пара) за технологією Ethernet (PoE).

Адаптери, модулі та інші подібні компоненти — дозволяють підключати різні види мережевих інтерфейсів до комп'ютерів, маршрутизаторів або інших пристроїв. Наприклад, Wi-Fi адаптер може перетворювати дротове з'єднання в бездротове, а мережеві модулі можуть додавати специфічні функції чи покращувати продуктивність мережі. Wi-Fi PCI-адаптер вважається одним із найпоширеніших (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Wi-Fi PCI-адаптер
Стандарти захисту мереж Wi-Fi

Зростання використання Wi-Fi супроводжується і підвищеним ризиком

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 3

безпеки, оскільки відкрите повітряне середовище передбачає можливість несанкціонованого доступу до мережі. Тому стандарти захисту мереж Wi-Fi набувають особливої ваги, адже вони визначають принципи шифрування, автентифікації та контролю доступу. Від старих стандартів, таких як WEP, до сучасних протоколів WPA2 та WPA3, ці технології розвиваються з метою забезпечення надійного захисту даних, що передаються в бездротових мережах, та підтримки конфіденційності користувачів.

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 зломиснику 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 та 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 автентифікації. Оптимально для мережі великої компанії.*

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 4

WPA2

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

WPA3

Wi-Fi Protected Access 3 (WPA3) - вдосконалення існуючих можливостей безпеки WPA2 для 802.11. Він підтримує нові методи безпеки, забороняє використання застарілих протоколів та вимагає використання захисту кадрів керування (MFP) для підтримки стійкості критично важливих мереж. WPA3 також ділиться на два типи: WPA3-Personal та WPA3-Enterprise.

WPA3-Personal використовує одночасну автентифікацію рівних (SAE), що замінило собою вразливий до атак PSK, щоб захистити користувачів від атак із підбором пароля. WPA3-Enterprise пропонує додатковий еквівалент 192-бітної надійності шифрування.

802.1X

Стандарт безпеки, в який входить кілька протоколів:

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

Enhanced Open

Enhanced Open визначає покращену конфіденційність даних у відкритих мережах Wi-Fi. Ця сертифікація базується на протоколі Opportunistic Wireless Encryption (OWE). OWE визначено в IETF RFC 8110. Протокол OWE інтегрує встановлені механізми криптографії, щоб надати кожному користувачеві унікальне індивідуальне шифрування, захищаючи обмін даними між користувачем і точкою доступу. Взаємодія з користувачем така ж, як і з відкритою безпекою, оскільки немає необхідності вводити пароль або пароліну фразу перед приєднанням до мережі. Зловмисні атаки підслуховування пом'якшуються, оскільки кадри даних 802.11 зашифровані, але автентифікація відсутня. Enhanced Open не є частиною WPA3 і є зовсім іншою та додатковою сертифікацією безпеки. Існує два

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 5

режими роботи OWE: Enhanced Open Only, Enhanced Open Transition.

Огляд можливостей бездротових маршрутизаторів Cisco

Бездротові маршрутизатори Cisco відомі своєю надійністю, потужністю та широким спектром функцій, які задовольняють потреби як домашнього, так і корпоративного сегментів. Вони підтримують різноманітні бездротові стандарти, включаючи останні версії Wi-Fi 5 та Wi-Fi 6, що забезпечує високу швидкість передачі даних та поліпшену продуктивність у середовищах з великою кількістю підключених пристроїв. Cisco також пропонує розширені можливості безпеки, такі як вбудовані фільтри вмісту, контроль доступу та підтримка протоколів WPA3, що дозволяє забезпечити захист від несанкціонованого доступу. Крім того, маршрутизатори Cisco оснащені функціями для управління мережею, такими як Cisco DNA, що забезпечує моніторинг та аналітику в реальному часі. Завдяки своїй гнучкості та масштабованості, бездротові маршрутизатори Cisco ідеально підходять для створення як малих, так і великих мереж, здатних адаптуватися до змінюваних вимог користувачів.

Якщо вести мову про бездротові маршрутизатори Cisco, то варто розуміти, що ці пристрої в першу чергу орієнтовані на побудову мереж типу SOHO.

Найбільш відомими серіями таких маршрутизаторів є: Aironet, Catalyst, Linksys, Meraki, ISR та 8800.

Характеристики основних бездротових маршрутизаторів із вбудованими бездротовими модулями наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Основні характеристики бездротових маршрутизаторів

Маршрутизатор	829	1800	Linksys WRT54GL
Серія	Cisco 800 Series	Cisco IR1835 Series	Linksys
WAN порти Ethernet	1 x 4G	1 x GE+SFP, 2 x 4G	1 x FE
LAN порти Ethernet	4 x FE	4 x GE	4 x FE
Пам'ять FLASH	4 Гб	4 Гб	–
Об'єм ОЗП	2 Гб	8 Гб	–
Потужність номінальна / максимальна	40 Вт	22-23 Вт / 27 Вт, 71 Вт (PoE)	40 Вт
Тип живлення	PoE	AC 100-240В / PoE	AC 100-240В
Тип установки	Настільний	Настільний	Настільний
Порти консольні	RJ-45 (RS232)	RJ-45 (RS232, RS485)	–
Порти USB	1 x Mini-USB	1 x Mini-USB, 1 x USB	–

Закінчення табл. 1

Антени	–	2 зовнішніх 2.4 GHz 2xRP-TNC / 5 GHz 2xRP-TNC, 1 x GPS	2 зовнішніх
--------	---	--	-------------

Окрім зазначених серій, компанія Cisco також розробила бездротові рішення для обладнання, яке не підтримувало даний функціонал, зокрема завдяки спеціальним модулям розширення. Прикладом розширення функціоналу може слугувати встановлення такого модуля в маршрутизатор моделі Cisco 2811.

Основні моделі бездротових модулів стандартів Wi-Fi наведені нижче:

- Cisco HWIC-AP-AG-N – модуль компанії Cisco, призначений для надання бездротового доступу всередині приміщення. Простий у застосуванні, модуль вбудовується в різні серії маршрутизаторів Cisco (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд модуля Cisco HWIC-AP-AG-N

Як можна побачити вище, модуль включає в себе два коаксіальних порта для підключення двох змінних антен, а також здатний працювати в стандартах бездротової передачі даних 802.11a, 802.11b і 802.11g. Тобто, модуль має дводіпазонну частотну підтримку - 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). Максимальна швидкість передачі даних складає 54 Мбіт / с для стандартів 802.11a і 802.11g, та 11 Мбіт / с для стандарту 802.11b.

Однак швидкість передачі при віддаленні 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. Маршрутизатори не підтримують одночасну роботу двох і більше модулів.

Модуль Cisco HWIC-AP-AG-N підтримує всі сучасні методи безпечної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 7

передачі даних. До них відносяться: підтримка алгоритмів шифрування даних WEP, WPA і WPA2 з ключем до 128 біт, використання алгоритмів AES і TKIP та інші стандартні методи. У побудованій на основі модуля Cisco HWIC-AP-AG-N мережі можливо використовувати до 16 зашифрованих або незашифрованих віртуальних мереж VLAN.

Наразі існують наступні модифікації модуля:

- Cisco HWIC-AP-AG-E – двоканальний модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g в діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц, призначений для використання у Європі.
- Cisco HWIC-AP-G-A – модуль, який підтримує стандарти 802.11 b/g, призначений для використання у Америці.
- Cisco HWIC-AP-G-B – модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g, призначений для використання у Америці.
- Cisco HWIC-AP-G-J – модуль, який підтримує стандарти 802.11 b/g, призначений для використання у Японії.
- Cisco HWIC-AP-AG-P – модуль, який підтримує стандарти 802.11 a/b/g, призначений для використання у Америці.

Команди Cisco IOS для налагодження бездротових 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 бездротового каналу зв'язку стандарту 802.11 для маршрутизатора Cisco 819

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 8

Налагодження бездротового 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 бездротовий інтерфейс точки доступу.

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

Налагодження бездротового 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 бездротовому 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 бездротовий інтерфейс точки доступу.

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

Налагодження бездротового 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 бездротовий інтерфейс точки доступу.

Модельний приклад налагодження функціонування бездротової комп'ютерної мережі на базі маршрутизатора Cisco 819HGW

Розглянемо специфіку налагодження бездротових параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі HGW819. Результат такого підключення наведений на рис. 3.3.

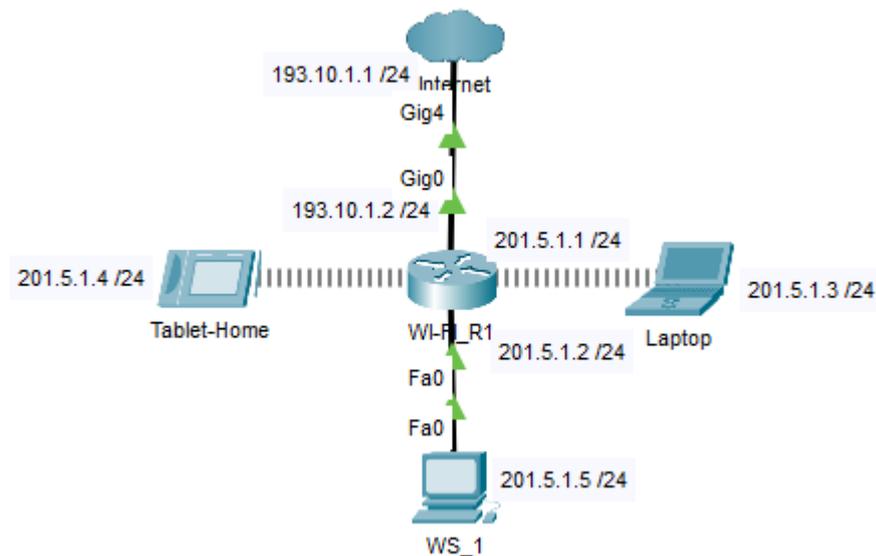


Рисунок 3.3 – Приклад топології мережі

Таблиця 2

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R1	Gig0	Internet	WAN
	Fa0	WS_1	Fa0
	Wireless0	Laptop	Wireless0
	Wireless0	Планшет	Wireless0
WS_1	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R1	Fa0
Laptop	Wireless0		Wireless0
Планшет	Wireless0		Wireless0

Таблиця 3

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	201.5.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R1	Wireless0	201.5.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa0	201.5.1.2	255.255.255.0	/24
Laptop	Wireless0	201.5.1.3	255.255.255.0	/24
Планшет	Wireless0	201.5.1.4	255.255.255.0	/24
WS_1	Fa0	201.5.1.5	255.255.255.0	/24

Параметри для налагодження бездротової мережі для модельного прикладу наведені у табл. 4.

Параметри для налагодження бездротової мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R1
Пароль	TestWIFI#1234
Метод аутентифікації	WPA
Налагодження	DHCP

Сценарій налагодження основних параметрів точки доступу на маршрутизаторі 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 TestWIFI#1234
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
```

Сценарій налагодження аутентифікації за протоколом WEP:

```
ap(config)#dot11 ssid WI-FI_R1
ap(config-ssid)#authentication open
ap(config-ssid)#guest-mode
ap(config-ssid)#exit
ap(config)#interface dot11Radio 0
ap(config-if)#ssid WI-FI_R1
ap(config-if)#encryption mode wep mandatory
ap(config-if)#encryption key 1 size 40bit ключ не менше 10 символів 0-9 A-Z
ap(config-if)#no shutdown
ap(config-if)#exit
```

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 11

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу бездротової 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. 3.4–3.6.

```
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 WI-FI_R1
authentication open
authentication key-management wpa
wpa-psk ascii 0 TestWIFI#1234
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
```

Рисунок 3.4 – 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 000A.F3A4.E602 (bia 000A.F3A4.E602)
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
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 12

```

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

```

Рисунок 3.5 – 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 201.5.1.1/24
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

```

Рисунок 3.6 – Результат виконання команди `show interface wlan-ap 0` на маршрутизаторі WIFI_R1

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

Розглянемо специфіку налагодження бездротових параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 829. Результат такого підключення наведений на рис. 3.7.

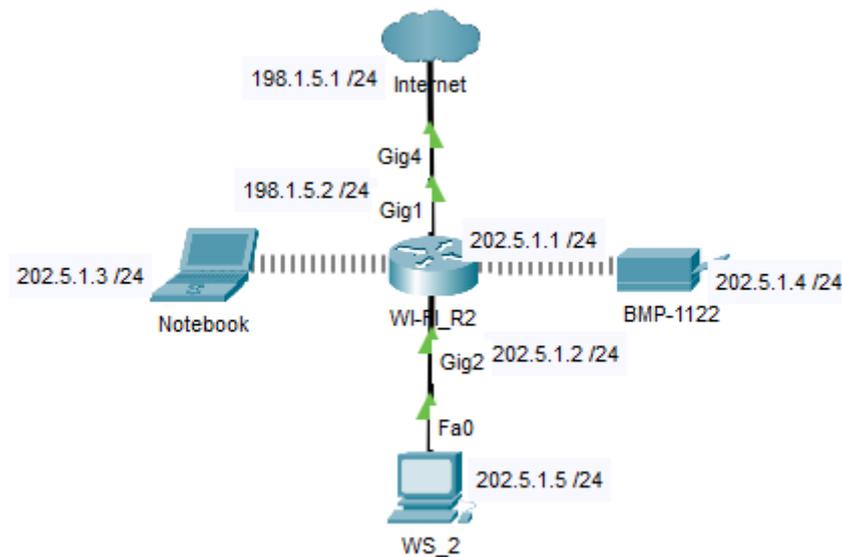


Рисунок 3.7 – Приклад топології мережі

Таблиця 5

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R2	Gig1	Internet	WAN
	Gig2	WS_2	Fa0
	Wireless0	Notebook	Wireless0
	Wireless0	BMP-1122	Wireless0
WS_3	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R2	Gig2
Notebook	Wireless0		Wireless0
BMP-1122	Wireless0		Wireless0

Таблиця 6

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	202.5.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R2	Wireless0	202.5.1.1	255.255.255.0	/24
	Gig2	202.5.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	202.5.1.3	255.255.255.0	/24
BMP-1122	Wireless0	202.5.1.4	255.255.255.0	/24
WS_2	Fa0	202.5.1.5	255.255.255.0	/24

Таблиця 7

Параметри для налагодження бездротової мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R2
Пароль	TestWIFI#R2
Метод аутентифікації	WPA

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 14

Сценарій налагодження основних параметрів маршрутизатора наведений нижче.

```
R2#conf t
R2(config)#interface wlan-ap0
R2(config-if)#ip address 202.5.1.1 255.255.255.0
R2(config-if)#end
R2#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_R2
ap(config-ssid)#auth open
ap(config-ssid)#auth key-management wpa
ap(config-ssid)#
ap(config-ssid)#wpa-psk ascii 0 TestWIFI#R2
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_R2
ap(config-if)#no shutdown
```

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

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу бездротової 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_R2 наведено відповідно на рис. 3.8–3.10.

```
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_R2
authentication open
authentication key-management wpa
wpa-psk ascii 0 TestWIFI#R2
guest-mode
!
interface GigabitEthernet0
description the embedded AP GigabitEthernet 0 is an internal interface
connecting AP with the host router
no ip address
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 15

```

bridge-group 1
!
interface Dot11Radio0
no ip address
bridge-group 1
encryption mode ciphers aes-ccm
ssid WI-FI_R2
!
interface Dot11Radio1
no ip address
bridge-group 1
shutdown
!
interface BVI1
mac-address 0080.0bc2.0201
no ip address
ip address dhcp client-id GigabitEthernet 0
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
!
end

```

Рисунок 3.8 – Результат виконання команди `show run` на маршрутизаторі WI-FI_R2 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

```

Рисунок 3.9 – Результат виконання команди `show interface Dot11Radio 0` на маршрутизаторі WI-FI_R2 в режимі точки доступу (ap)

```

R2#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 202.5.1.1/24
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

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 16

```

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

```

Рисунок 3.10 – Результат виконання команди **show interface wlan-ap 0** на маршрутизаторі WI-FI_R2

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

```

R2#conf t
R2(config)#ip dhcp pool R2
R2(dhcp-config)#network 202.5.1.0 255.255.255.0
R2(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
R2(dhcp-config)#default-router 202.5.1.1
R2(dhcp-config)#exit
R2(config)#ip dhcp excluded-address 202.5.1.1

R2(config)#int wlan-ap0
R2(config-if)#ip unnumbered vlan1
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface vlan1
R2(config-if)#ip address 202.5.1.10 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#ip dhcp excluded-address 202.5.1.10
R2(config-if)#exit

ap>enable
ap#conf t
ap(config)#int bvi1
ap(config-if)# ip address 202.5.1.1 255.255.255.0
ap(config-if)#no shutdown

```

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

Розглянемо специфіку налагодження бездротових параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 2811 із модулем HWIC-AP-AG-V. Результат такого підключення наведений на рис. 3.11.

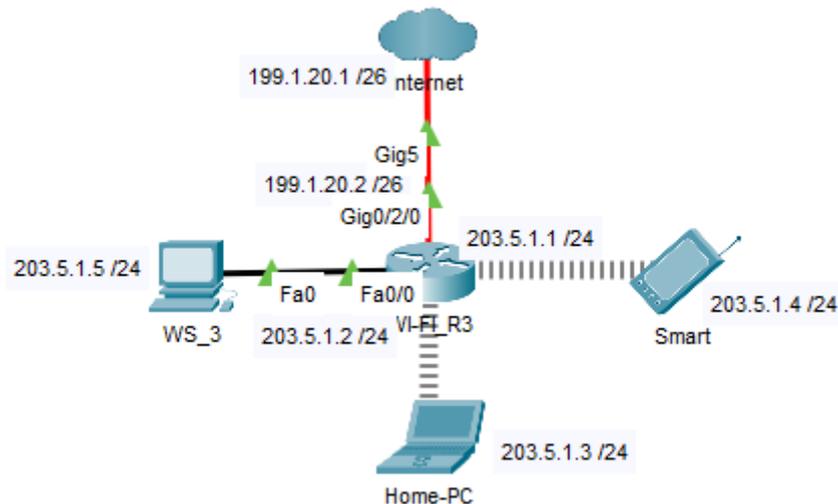


Рисунок 3.11 – Приклад топології мережі

Таблиця 8

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R3	Gig0/2/0	Internet	WAN
	Fa0/0	WS_3	Fa0
	Wireless0	Home-PC	Wireless0
	Wireless0	Smart	Wireless0
WS_3	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R3	Fa0/0
Home-PC	Wireless0		Wireless0
Smart	Wireless0		Wireless0

Таблиця 9

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	203.5.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R3	Wireless0	203.5.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa0/1	203.5.1.2	255.255.255.0	/24
Home-PC	Wireless0	203.5.1.3	255.255.255.0	/24
Smart	Wireless0	203.5.1.4	255.255.255.0	/24
WS_2	Fa0	203.5.1.5	255.255.255.0	/24

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 18

Таблиця 10

Параметри для налагодження бездротової мережі

Параметр	Значення
Назва мережі (SSID)	WI-FI_R3
Пароль	TestWIFI#R3
Метод аутентифікації	WPA

Сценарій налагодження основних параметрів комутатора наведений нижче.

```
R3#conf t
R3(config)#dot11 ssid WI-FI_R3
R3(config-ssid)#auth open
R3(config-ssid)#auth key-management wpa
R3(config-ssid)#wpa-psk ascii 0 TestWIFI#R3
R3(config-ssid)#guest-mode
R3(config-if)#exit
R3(config)#interface Dot11Radio0/0/0
R3(config-if)#no ip address
R3(config-if)#encryption mode ciphers aes-ccm
R3(config-if)#ssid WI-FI_R3
R3(config-if)#no shut
R3(config-if)#end
R3#copy running-config startup-config
```

Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи

З метою перегляду інформації про роботу бездротової мережі для розглянутого прикладу використано команди **show interface** (команди **show interface Dot11Radio 0/0/0**), **show dot11** для даного прикладу покажуть аналогічні результати). Результати роботи цих команд для маршрутизатора WI-FI_R3 наведено відповідно на рис. 3.12–3.13.

```
R3#show interface Dot11Radio0/0/0
Dot11Radio0/0/0 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. 3.12 – Результат виконання команди **show interface Dot11Radio0/0/0** на маршрутизаторі WIFI_R3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 19

R3#show dot11 interface

```

Interface Dot11Radio0/0/0 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 Dot11Radio0/0/1 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

```

Рисунок 3.13 – Результат виконання команди **show dot11 interface** на маршрутизаторі WIFI_R3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 20

Моделльний приклад налагодження функціонування відкритої бездротової комп'ютерної мережі на базі комутатора Cisco 2811 із модулем HWIC-AP-AG-V

Розглянемо специфіку налагодження бездротових параметрів функціонування маршрутизатора Cisco моделі 2811 із модулем HWIC-AP-AG-V. Результат такого підключення наведений на рис. 3.14.

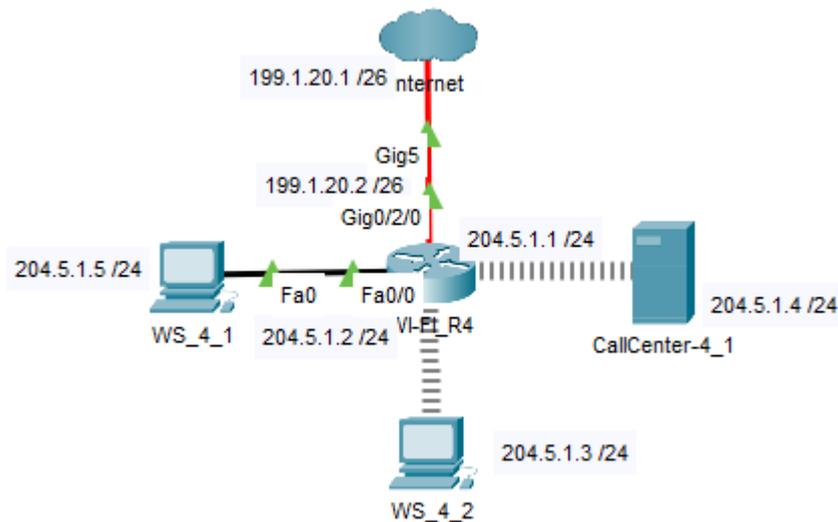


Рисунок 3.14 – Приклад топології мережі

Важливо! Кінцеві пристрої, підключення яких до Wi-Fi відбувається через меню Config – не підтримують зв'язок із точками доступу без парольного захисту.

```

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname 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 Dot11Radio0/0/0
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#

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 21

Таблиця 11

Таблиця з'єднань

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор WI-FI_R4	Gig0/2/0	Internet	WAN
	Fa0/0	WS_4_1	Fa0
	Wireless0	WS_4_2	Wireless0
	Wireless0	CallCenter-4_1	Wireless0
WS_4_1	Fa0	Маршрутизатор WI-FI_R4	Fa0/0
WS_4_2	Wireless0		Wireless0
CallCenter-4_1	Wireless0		Wireless0

Таблиця 12

Таблиця адресації

Підмережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска підмережі	Префікс
Підмережа А	–	204.5.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор WI-FI_R4	Wireless0	204.5.1.1	255.255.255.0	/24
	Fa0/1	204.5.1.2	255.255.255.0	/24
Notebook	Wireless0	204.5.1.3	255.255.255.0	/24
CallCenter-4_1	Wireless0	204.5.1.4	255.255.255.0	/24
WS_2	Fa0	204.5.1.5	255.255.255.0	/24

Таблиця 13

Параметри для налагодження бездротової мережі

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

Модельний приклад налагодження функціонування бездротового модулю на базі Laptop

1. На вкладці «Physical» вимикаємо ноутбук. (Рис. 3.15)
2. Перетягуємо модуль із ноутбука в ліву область. (Рис 3.15)
3. Перетягуємо модуль «WPC300N» в пусте місце на ноутбуці. (Рис 3.16)
4. Вмикаємо ноутбук. (Рис. 3.16)

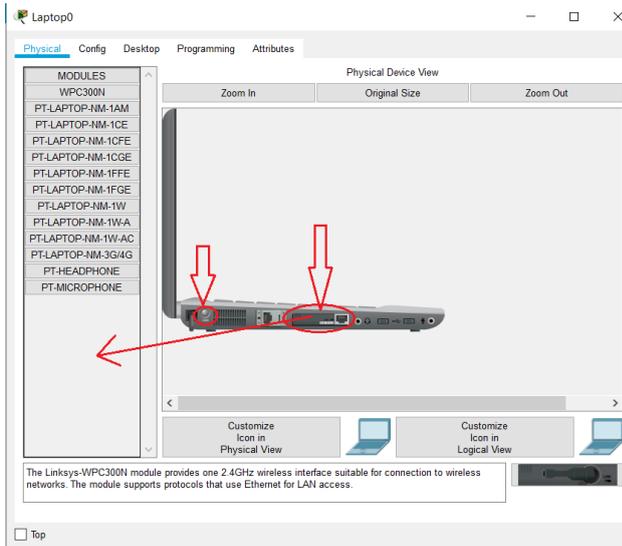


Рисунок 3.15

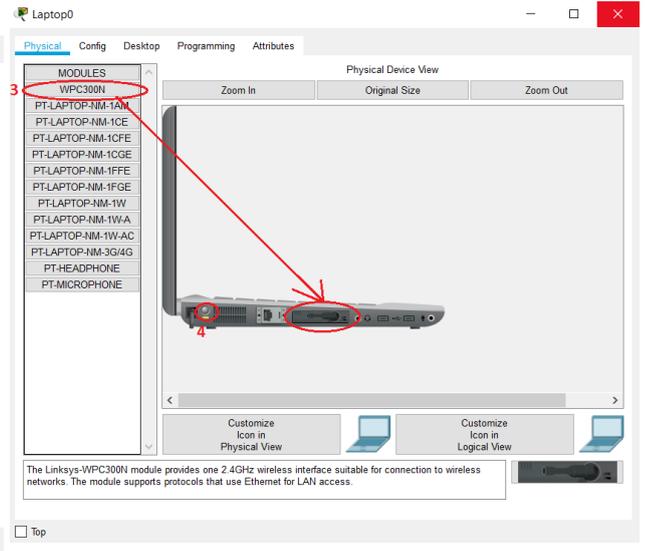


Рисунок 3.16

5. На вкладці Desktop натискаємо «PC Wireless». (Рис. 3.17)
6. У відкритому вікні обираємо вкладку «Connect» та обираємо нашу мережі і натискаємо на кнопку «Connect» (Рис. 3.18)
7. Обираємо стандарт захисту мережі та вводимо пароль мережі. Натискаємо «Connect». (Рис. 3.19)

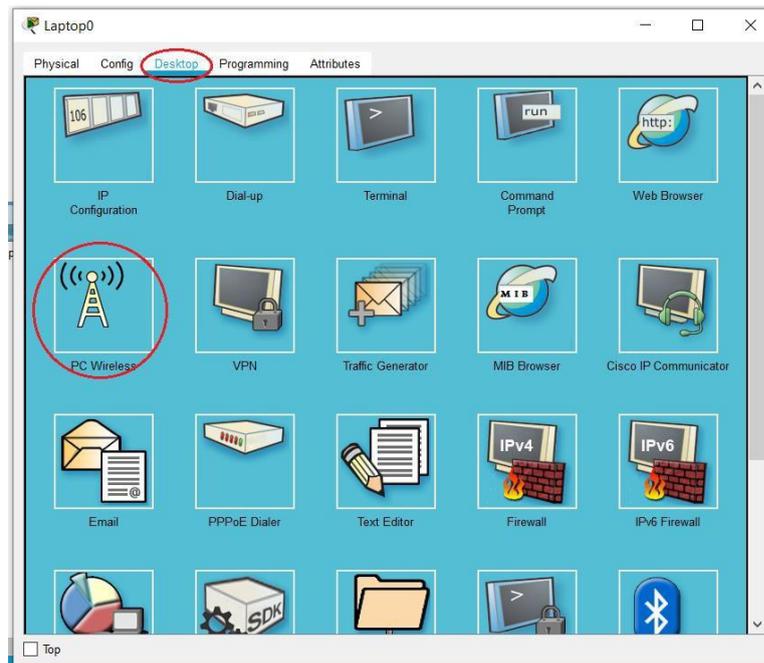


Рисунок 3.17 – Перехід до меню пошуку бездротових мереж

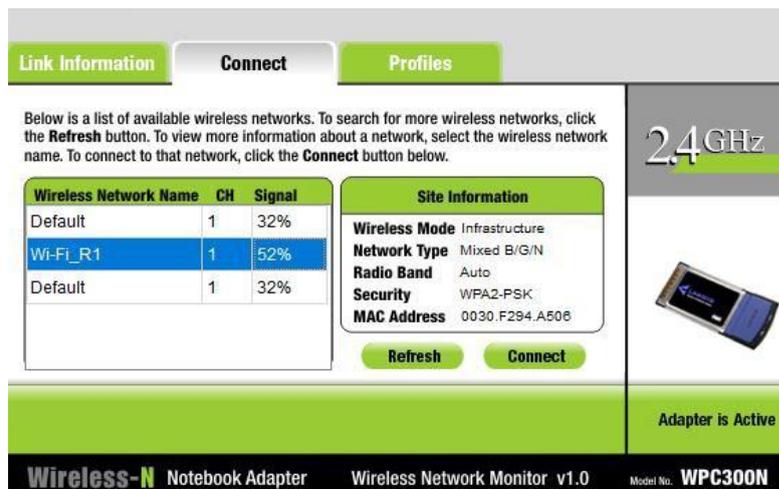


Рисунок 3.18 – Пошук Wi-Fi мережі

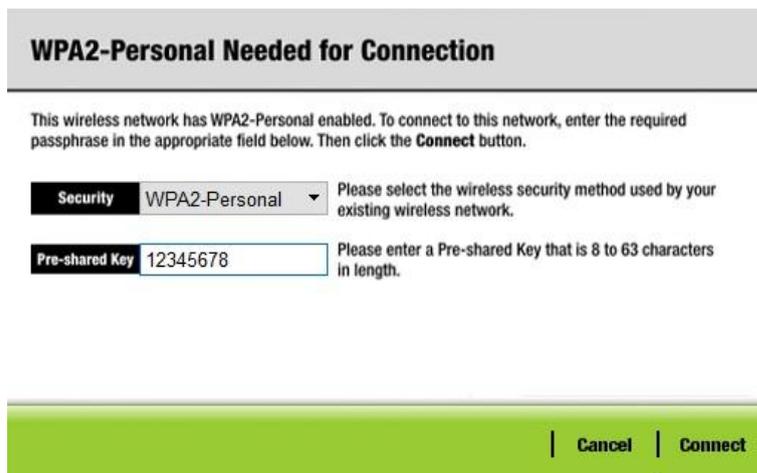


Рисунок 3.19 – Підключення до мережі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 24

Завдання на лабораторну роботу:

- У середовищі програмного симулятора/емулятора створити проєкт мережі (рис. 3.20). Під час побудови мережі звернути увагу на вибір моделей мережевих пристроїв, мережевих модулів та адаптерів, а також мережевих з'єднань (на рисунку мережеві 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.
- Ім'я мережі (SSID) складається з R_G_N_X та пароля MyWiFi_R_G_N_X

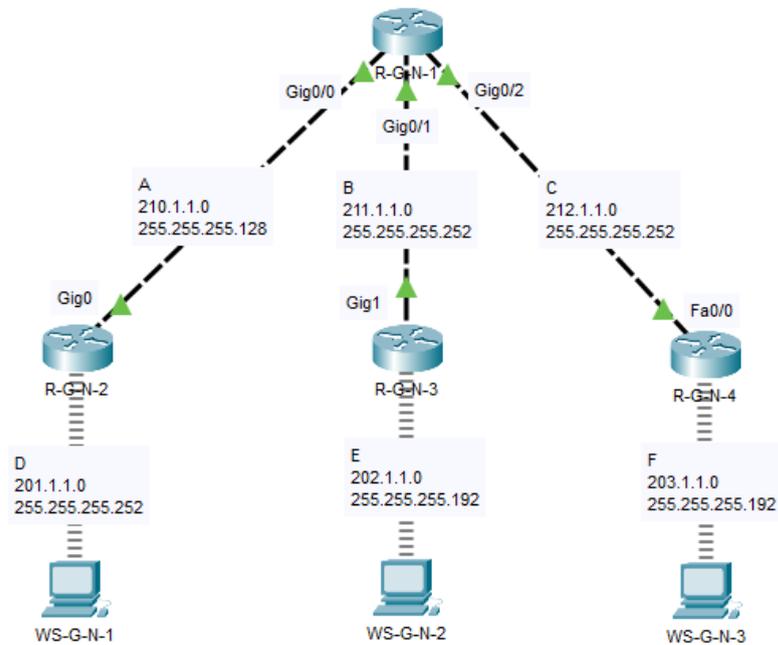


Рисунок 3.20. Проєкт мережі

Таблиця 14

Дані для адресації підмереж (каналів)

№ варіанта	Підмережа А		Підмережа В		Підмережа С		Підмережа D		Підмережа E		Підмережа F	
	IP-адреса	Префікс										
1	193.G.N.0	/27	194.G.N.0	/30	195.G.N.0	/30	196.G.N.0	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	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	/29	197.G.N.0	/28	198.G.N.0	/28

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 26

Таблиця 15

Параметри налагодження

№ варіанту	Маршрутизатор R_G_N_2	Маршрутизатор R_G_N_3	Маршрутизатор R_G_N_4	Ауθενфікація R_G_N_2	Ауθενфікація R_G_N_3	Ауθενфікація 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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 27

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/12.001/БМ/ВК- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 144 / 28

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 бездротовий модуль використовувався для налагодження бездротової мережі у маршрутизаторі Cisco 2811?
9. За допомогою якої команди потрібно входити в сервісний режим на Cisco 819 та 829?
10. Як налагодити відкриту бездротову мережу?