

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему **Розроблення локальної радіомережі на основі технології WI-FI**

Виконав: студент 4 курсу, групи 401ТТ

спеціальності 172 «Електронні

комунікації та радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Удовик С.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Жученко О.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Штомпель О.В.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2023 рік

Реферат

Кваліфікаційної роботи бакалавра "Розроблення локальної радіомережі на основі технології Wi-Fi"

Робота містить 69 сторінок, 16 ілюстрацій, 10 використаних джерел.

Ключові слова: модем, роутер, мережа, оптимальне положення, тестування.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є Wi-Fi мережа. Об'єктом дослідження є розроблення Wi-Fi мережі на основі новітніх стандартів.

Розроблена мережа на основі новітнього стандарту має підвищену завадостійкість, дає можливість обмінюватися інформацією з підвищеною швидкістю відповідно до попередніх стандартів, розрахована на більшу кількість одночасних користувачів.

Використання спеціалізованих програм для проектування та дослідження мережі дає можливість вірно її реалізувати, ознайомитися з її функціональними можливостями та завчасно виявити її недоліки.

Робота має практичну цінність і а на основі її методики проектування можна в подальшому проектувати відповідні мережі.

Overview

Bachelor's thesis "Development of a local radio network based on Wi-Fi technology"

The paper contains 69 pages, 16 illustrations, 10 references.

Keywords: modem, router, network, optimal position, testing.

The subject of the qualification work is a Wi-Fi network. The object of research is the development of a Wi-Fi network based on the latest standards.

The developed network based on the latest standard has increased noise immunity, allows the exchange of information at higher speeds in accordance with previous standards, and is designed for a larger number of simultaneous users.

The use of specialized software for network design and research makes it possible to implement the network correctly, get acquainted with its functionality and identify its shortcomings in advance.

The work is of practical value, and its design methodology can be used to design appropriate networks in the future.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри автоматичної,
електроніки та телекомунікацій**

_____ О.В. Шефер
“ 01 ” квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

Удовику Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи «Розроблення локальної радіомережі на основі технологій Wi-Fi.»
керівник роботи Жученко О.С., к.т.н., доцент затверджена наказом вищого навчального закладу від 20.03.2023 року № 236
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.06.2023 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Кількість користувачів мережі – 50. План приміщення. Розмір приміщення – довжина 18 м, ширина 10,4 м. Матеріал стін: зовнішні – кирпич, внутрішні – дерево. Мінімальна потужність сигналу – 50 дБм.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вибір обладнання відповідно до вимог, його переваги та недоліки. Вибір стандарту зв'язку. Налаштування оптимального розташування точок доступу. Вибір програми для проектування, її переваги та недоліки. Аналіз отриманих результатів. Створення схеми мережі. Тестування мережі.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів): презентація обсягом не менше 5 слайдів.
 - 1) Загальний план макету з його характеристиками;
 - 2) Коротка відомість про обраний модем (його характеристика);
 - 3) Вибране оптимальне розташування точок доступу;
 - 4) Вигляд схеми мережі;
 - 5) Приклад схеми мережі з підключеними пристроями;
 - 6) Результати тестування;
6. Дата видачі завдання 01.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
		Дата	Курс	Відсоток	
1	Підготовка матеріалів до оглядово-аналітичної частини.	26.04.23	I	20%	Пл. 1
2	Розроблення розділу оглядово-аналітичної частини	10.05.23		40%	Пл. 2
3	Розроблення розділів спеціальної частини	24.05.23	II	60%	Пл. 3
4	Аналіз отриманих результатів роботи	07.06.23		80 %	Пл. 4,5
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра, підготовка демонстраційного матеріалу	14.06.23	III	100%	Пл. 6

Студент _____ Удовик С.С.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Жученко О.С.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	8
1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДО РОБОТИ.....	10
1.1 Вступ до теоретичних відомостей.....	10
1.2 Мета огляду технології WI-FI.....	11
1.3 Історія розвитку технології WI-FI.....	12
1.4 Бездротове передавання даних: основні принципи та концепції.....	14
1.5 Розгляд архітектури мережі WI-FI та її компонентів.....	15
1.6 Передача даних: фізичний та канальний рівні WI-FI.....	16
1.7 Стандарти WI-FI.....	18
1.8 Висновок до розділу.....	20
2. ПРОЕКТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ РАДІОМЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ WI-FI.....	21
2.1 Початок проектування.....	21
2.2 Підготовка до розробки Wi-Fi мережі.....	22
2.3 Вибір обладнання.....	24
2.4 Знаходження оптимального розміщення для точок доступу.....	27
2.5 Аналіз розташування точок доступу.....	29
2.6 Висновок за отриманими результатами.....	32
3. РОЗРОБКА СХЕМИ МЕРЕЖІ ТА ЇЇ ТЕСТУВАННЯ.....	34
3.1 Розробка схеми мережі.....	34
3.2 Cisco Packet Tracer.....	36
3.3 Збір схеми мережі.....	38
3.4 Тестування мережі.....	45
3.5 Висновок до розділу.....	47

Висновок.....	48
Список використаних джерел.....	49

Вступ

Актуальність роботи. Сучасний світ насичений технологіями, які розширюють наші можливості у комунікації та обміні даними. Одним з найважливіших аспектів цього розвитку є забезпечення швидкого та надійного доступу до мережі Інтернет. У цьому контексті технологія бездротового зв'язку WI-FI (бездротовий доступ до мережі) виявилась особливо ефективною та популярною.

Розроблення локальної радіомережі на основі технології WI-FI є актуальною та необхідною задачею, оскільки вона дозволяє створити ефективну інфраструктуру для передачі даних в обмеженому просторі, такому як офіси, навчальні заклади, громадські приміщення тощо. Ця технологія дозволяє підключати бездротові пристрої, такі як комп'ютери, смартфони, планшети, до мережі з високою швидкістю передачі даних.

Однак, враховуючи швидкий темп зростання кількості підключених пристроїв та збільшення обсягів передаваних даних, існуючі локальні радіомережі на базі технології WI-FI потребують подальшого удосконалення. Стандарти WI-FI в поєднанні з вимогами сучасного цифрового середовища вимагають нових рішень та проектних напрямків для забезпечення надійності, ефективності та безпеки зв'язку.

Мета роботи. Розроблення локальної радіомережі, яка базується на технології WI-FI, з врахуванням сучасних вимог та потреб користувачів. Цей проект має на меті покращити швидкість передачі даних, забезпечити стабільність зв'язку та підвищити рівень безпеки для використання у різних сферах, від домашніх мереж до підприємств та громадських приміщень..

Методи дослідження. Дослідження проводилося з застосуванням загальнодоступного середовища D-Link Wi-Fi Planner Pro, яке є програмним інструментом, призначеним для планування безпроводових мереж. Застосоване програмне середовище дозволяє створити віртуальну модель бездротової мережі, імпортувати плани поверхів, імітувати покриття Wi-Fi. D-Link Wi-Fi Planner Pro також дозволяє вводити різні параметри мережі, такі як розташування

точки доступу, рівні потужності та типи антен, щоб оптимізувати продуктивність і покриття мережі. D-Link Wi-Fi Planner Pro допомагає спростити процес планування та розгортання, підвищити загальну продуктивність мережі.

Висновки до роботи. Локальна радіомережа на основі технології Wi-Fi 6 забезпечує вищу швидкість передачі даних, покращену стійкість до інтерференції, знижену затримку та забезпечує більш ефективне використання радіочастотного спектру, що покращує характеристики продуктивності радіомережі в цілому. Тому вибір моделі безпроводового маршрутизатора з підтримкою технології Wi-Fi 6 забезпечує максимальну швидкість передачі даних та покращує якість підключення для користувачів. Результати даної роботи внесуть вагомий вклад у подальший розвиток локальних радіомереж на основі технології WI-FI та сприятимуть покращенню якості комунікаційного середовища для користувачів.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДО РОБОТИ.

1.1 Вступ до теоретичних відомостей.

WI-FI є технологією бездротового зв'язку, яка дозволяє передавати дані між пристроями за допомогою радіохвиль у бездротових мережах. Вона базується на стандарті IEEE 802.11 і забезпечує швидку і зручну передачу даних між пристроями, що підключені до однієї локальної мережі.

WI-FI став необхідною технологією в сучасному світі, де бездротовий доступ до Інтернету та обмін даними стали важливою частиною повсякденного життя. Ось декілька ключових причин, чому WI-FI має велику вагомість у бездротовому зв'язку:

- **Бездротовий доступ до Інтернету:** WI-FI дозволяє нам підключатися до Інтернету безпосередньо з наших пристроїв, таких як ноутбуки, смартфони, планшети, без потреби в провідних підключеннях. Це надає нам свободу руху та доступ до Інтернету у будь-якому місці з наявністю WI-FI.
- **Зручність і мобільність:** WI-FI дозволяє нам підключати бездротові пристрої до мережі зі зручністю і мобільністю. Ми можемо легко переносити наші пристрої з одного місця в інше, зберігаючи при цьому з'єднання з WI-FI мережею.
- **Широке застосування:** WI-FI використовується в різних сферах, від домашніх мереж до бізнес-середовищ та громадських приміщень. Він забезпечує можливості обміну даними, спільного використання ресурсів, відеоконференцій, потокової передачі мультимедіа, інтернет-телефонії та багато іншого.
- **Швидкість та продуктивність:** Стандарти WI-FI постійно розвиваються, що дозволяє досягати все більшої швидкості передачі даних. Сучасні стандарти, такі як Wi-Fi 6 та Wi-Fi 6E, надають значно покращену продуктивність, забезпечуючи високу швидкість передачі даних та збільшену пропускну здатність мережі.

- Розвиток Інтернету речей (IoT): WI-FI є ключовою технологією для реалізації концепції Інтернету речей, де різні пристрої можуть бути підключені до мережі та обмінюватися даними. Він створює основу для розумних будинків, розумних міст, автоматизованих систем безпеки, медичного моніторингу та багатьох інших інноваційних рішень.

Визначення WI-FI та його важливість у бездротовому зв'язку свідчать про те, що ця технологія має суттєвий вплив на наше повсякденне життя, надаючи нам зручність, мобільність та широкі можливості передачі даних. З розвитком стандартів та зростанням кількості підключених пристроїв, WI-FI залишається невід'ємною складовою бездротового зв'язку в майбутньому.

1.2 Мета огляду технології WI-FI.

Мета огляду технології WI-FI полягає в докладному дослідженні та аналізі цієї технології бездротового зв'язку з метою розроблення локальної радіомережі на її основі. Огляд має на меті ознайомлення з основними принципами роботи WI-FI, його характеристиками та можливостями, а також визначити важливість та актуальність використання WI-FI в сучасних мережевих середовищах.

Для досягнення мети огляду необхідно сформулювати такі об'єктиви:

- Визначити принципи роботи технології WI-FI: дослідити процес передачі даних через бездротові мережі.
- Дослідити стандарти та протоколи WI-FI: оглянути різні покоління стандартів WI-FI, звернути увагу на їх характеристики, пропускну здатність, діапазони частот та підтримувані функції.
- Вивчити вплив факторів на продуктивність WI-FI: дослідити вплив перешкод, дальності, кількості підключених пристроїв та інших факторів на швидкість та стабільність мережі WI-FI.
- Оглянути розвиток WI-FI технології: описати останні тренди в розробці WI-FI, включаючи стандарти Wi-Fi 6 та Wi-Fi 6E, їх переваги та потенційні застосування.

- Визначити переваги та недоліки WI-FI технології: зробити огляд переваг, таких як зручність, мобільність та широке застосування, але також звернути увагу на обмеження та потенційні проблеми WI-FI.

Мета огляду технології WI-FI та сформульовані об'єктиви дозволять глибше розібратися в принципах та особливостях цієї технології, а також оцінити її можливості та обмеження для подальшого розроблення локальної радіомережі.

1.3 Історія розвитку технології WI-FI.

Початок бездротових мереж був обумовлений зростанням потреби в безпроводовому зв'язку та передачі даних на відстані. Традиційні провідні мережі обмежували рухомість користувачів та створювали необхідність у складних і дорогих кабельних інфраструктурах.

Перші розробки в області бездротових мереж почалися ще в середині 20-го століття і пов'язувалися з військовими та науковими дослідженнями. Одним з перших кроків у цьому напрямку було винайдення радіо та радіосполучення, що відбулося на початку 20-го століття. Радіо дозволяло бездротово передавати голосові сигнали на великі відстані і стало основою для подальших розробок у сфері бездротового зв'язку.

У 1940-х роках почали з'являтися перші дослідження та прототипи бездротових мереж. Одним із важливих досягнень було створення ALOHAnet, яка була першою мережею для обміну даними на бездротовій основі. Вона була розроблена в Гаваях в 1970-х роках і використовувала метод розділення часу для передачі даних між комп'ютерами.

У 1980-х роках технологія бездротового зв'язку почала широко використовуватися в промисловості та діловому середовищі. Були створені стандарти, такі як IEEE 802.11, які встановили основи для бездротових локальних мереж (WLAN). Перші системи WI-FI були введені на ринок у 1990-х роках і вже тоді демонстрували потенціал для створення бездротових мереж в домашньому та комерційному оточенні.

З появою стандарту IEEE 802.11, технологія WI-FI стала широко використовуватися у багатьох сферах, включаючи домашній зв'язок, бізнес-

мережі та громадські місця. Поступово з'явилися нові версії стандарту, що пропонували вдосконалення у швидкості передачі даних, збільшенні дальності та покращенні безпеки мережі.

Перші розробки бездротових мереж були важливим етапом у розвитку технології WI-FI. Вони створили фундаментальну базу для подальшого розширення та вдосконалення бездротових мереж, що ми спостерігаємо сьогодні. Розробки в цій галузі дозволили нам зробити безпроводовий зв'язок доступним, зручним та надійним і стали основою для розвитку сучасних локальних радіомереж на основі технології WI-FI.

Розвиток стандартів WI-FI є важливою складовою бездротових технологій і сприяв значному прогресу у безпроводовому зв'язку. Починаючи зі стандарту IEEE 802.11, розробленого у 1997 році, WI-FI пройшов кілька етапів еволюції, що призвело до значного покращення швидкості передачі даних, дальності, надійності та безпеки мережі.

Основні етапи розвитку стандартів WI-FI включають:

- IEEE 802.11b/g: Ці стандарти, введені в кінці 1990-х років, пропонували передачу даних зі швидкістю до 54 Мбіт/с на частотах 2,4 ГГц. Вони забезпечували широке поширення WI-FI технології і стали основою для бездротового зв'язку в домашніх та невеликих комерційних мережах.
- IEEE 802.11n: Стандарт 802.11n, прийнятий у 2009 році, вніс значні покращення у бездротові мережі. Він використовує технологію MIMO (Multiple Input Multiple Output), що дозволяє використовувати більше одного антенного каналу для передачі даних. Це призвело до збільшення швидкості до 600 Мбіт/с і покращення покриття мережі.
- IEEE 802.11ac: Стандарт 802.11ac, прийнятий у 2013 році, представляв собою значний прорив у бездротовому зв'язку. Він використовує технологію MIMO зі значним числом антенних каналів, що дозволяє досягати швидкості до 1 Гбіт/с і більш. Стандарт 802.11ac також

впроваджує покращені методи модуляції та каналного доступу, що забезпечують більшу ефективність мережі.

- IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6): Стандарт Wi-Fi 6, прийнятий у 2019 році, є останнім до цього часу етапом розвитку WI-FI. Він пропонує значне покращення швидкості передачі даних, покриття мережі та продуктивності в умовах високої завантаженості. Wi-Fi 6 використовує технології, такі як OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) і MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output), що дозволяють більш ефективно використовувати доступ до каналу та передавати дані багатьом користувачам одночасно.

Ці етапи розвитку стандартів WI-FI відображають постійну еволюцію технології з метою покращення продуктивності, надійності та швидкості бездротових мереж. Кожен новий стандарт пропонує вдосконалення, які стають доступними завдяки постійному науковому дослідженню та інноваціям у галузі бездротових технологій.

1.4 Бездротове передавання даних: основні принципи та концепції.

Бездротове передавання даних є ключовою складовою технології WI-FI та інших бездротових мереж. Воно дозволяє передавати і отримувати інформацію без необхідності фізичного з'єднання кабелем.

Основні принципи та концепції бездротового передавання даних включають:

- Радіоспектр: Бездротове передавання даних використовує радіоспектр, який є діапазоном радіочастот, в якому можуть передаватися радіосигнали. Радіоспектр регулюється правилами і стандартами, які визначають доступні діапазони частот для безперешкодного використання.
- Модуляція: Для передавання даних по бездротовим каналам використовується модуляція, процес перетворення інформації на радіосигнал. Різні види модуляції, такі як частотна модуляція (FM), фазова модуляція (PM) або квадратурна амплітудна модуляція (QAM), дозволяють кодувати і передавати дані через радіоканали.

- **Антени:** Антени є ключовими компонентами бездротових мереж і використовуються для передачі та прийому радіосигналів. Вони забезпечують ефективну передачу та отримання сигналів і впливають на швидкість передачі, дальність покриття та якість сигналу.
- **Протоколи:** Для ефективного бездротового передавання даних використовуються спеціальні бездротові протоколи, такі як протоколи IEEE 802.11 для WI-FI. Ці протоколи визначають правила доступу до мережі, управління сигналами, аутентифікацію та шифрування даних.
- **Безпека:** Однією з ключових концепцій бездротового передавання даних є забезпечення безпеки мережі. Це включає аутентифікацію користувачів, шифрування даних та захист від несанкціонованого доступу до мережі.

Основні принципи та концепції бездротового передавання даних забезпечують надійну та ефективну комунікацію в бездротових мережах. Вони дозволяють передавати дані безпосередньо з одного пристрою на інший через радіосигнали, що розширює можливості зв'язку та сприяє зручності користування бездротовими технологіями.

1.5 Розгляд архітектури мережі WI-FI та її компонентів.

Архітектура мережі WI-FI включає різні компоненти, які співпрацюють між собою, забезпечуючи бездротовий зв'язок. Основними компонентами WI-FI мережі є точки доступу (Access Points) та клієнтські пристрої. Давайте розглянемо кожен з цих компонентів більш детально:

- **Точки доступу (Access Points, AP):** Точки доступу є центральними елементами WI-FI мережі. Вони функціонують як бездротові мости між безпроводною мережею та проводовою мережею. Точки доступу приймають радіосигнали від клієнтських пристроїв і передають їх до мережі, а також отримують дані з мережі та передають їх клієнтським пристроям. Вони відповідають за керування доступом до мережі, аутентифікацію користувачів та захист мережі.

- Клієнтські пристрої: Клієнтські пристрої, такі як ноутбуки, смартфони, планшети або інші бездротові пристрої, використовуються для підключення до WI-FI мережі. Вони відправляють і отримують дані через точки доступу. Клієнтські пристрої мають вбудовані бездротові інтерфейси, які дозволяють їм здійснювати комунікацію з точками доступу.

- Сполучні канали: Сполучні канали використовуються для передачі даних між точками доступу та іншими вузлами мережі, наприклад, маршрутизаторами або комутаторами. Ці канали можуть бути прощодовими або бездротовими і дозволяють обмін даними між різними частинами мережі.

- Керуюче програмне забезпечення: Керуюче програмне забезпечення (Wireless LAN Controller або Network Controller) використовується для управління та керування WI-FI мережею. Воно забезпечує моніторинг, налаштування та керування точками доступу, розподіл бездротових ресурсів, керування роумінгом (переходом між точками доступу) та безпекою мережі.

- Інші компоненти: Крім основних компонентів, WI-FI мережа може включати інші елементи, такі як маршрутизатори, комутатори, сервери аутентифікації, системи шифрування та інші пристрої, які забезпечують розширені можливості мережі та безпеку.

Ці компоненти співпрацюють разом, створюючи бездротову мережу WI-FI, яка дозволяє передавати дані між різними пристроями та забезпечує зручну і доступну бездротову комунікацію.

1.6 Передача даних: фізичний та каналний рівні WI-FI.

У WI-FI технології передача даних відбувається на різних рівнях: фізичному та каналному. Кожен з цих рівнів виконує певні функції, що забезпечують ефективну та безперебійну передачу даних.

Фізичний рівень - відповідає за передачу бітів даних через бездротовий канал. На цьому рівні використовуються радіохвилі для передачі та отримання

сигналів між точками доступу та клієнтськими пристроями. Він включає такі аспекти, як модуляція сигналу, методи кодування та модуляції, розташування каналів та розділення сигналів.

- **Модуляція:** На фізичному рівні сигнал модулюється з використанням різних методів, таких як фазова модуляція (PSK), частотна модуляція (FSK) або квадратурна амплітудна модуляція (QAM). Це дозволяє кодувати дані в радіосигнал для передачі.

- **Кодування:** Фізичний рівень також включає методи кодування, які дозволяють забезпечити надійну передачу даних. Це може включати додаткові біти перевірки помилок (CRC), корекцію помилок та інші методи для забезпечення цілісності даних.

- **Розташування каналів:** Фізичний рівень визначає розташування та ширину бездротових каналів, що використовуються для передачі сигналів. Це включає вибір певних частотних діапазонів та каналів, які мають мінімальне перекриття та спотворення сигналу.

Канальний рівень - відповідає за організацію та керування передачею даних між точками доступу та клієнтськими пристроями на бездротовому каналі. Він включає такі аспекти, як розділення доступу до каналу, керування потоками даних, розподіл ресурсів та контроль доступу до мережі.

- **Розділення доступу:** Канальний рівень використовує різні методи розділення доступу, такі як CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), для управління конфліктами та передачі даних між різними пристроями в мережі.

- **Керування потоками даних:** Канальний рівень включає механізми керування потоками даних, які забезпечують регулювання швидкості передачі та контроль за завантаженістю мережі.

- **Розподіл ресурсів:** Канальний рівень визначає способи розподілу доступу до ресурсів мережі, таких як час, частота або кодові ресурси.

- Контроль доступу до мережі: Канальний рівень також забезпечує механізми аутентифікації та захисту мережі, включаючи протоколи шифрування та ідентифікації користувачів.

Ці два рівні, фізичний та канальний, працюють разом для забезпечення ефективною та надійною передачею даних у бездротовій мережі WI-FI.

1.7 Стандарти WI-FI.

WI-FI стандарти визначають набір правил та специфікацій для бездротового зв'язку. Кожен стандарт має свої особливості, які впливають на продуктивність та швидкість передачі даних. Основні стандарти WI-FI і їх характеристики:

- 802.11b: Це один з перших стандартів WI-FI, який використовує частотний діапазон 2.4 ГГц. Швидкість передачі даних досягає 11 Мбіт/с. Цей стандарт має добру сумісність з різними пристроями, але через використання низькочастотного діапазону може виникати перешкоди та міжканальне перекриття.
- 802.11a: Цей стандарт також працює на частоті 5 ГГц і забезпечує швидкість до 54 Мбіт/с. Використання вищого частотного діапазону дозволяє уникнути перешкод та покращує якість сигналу, але зменшує дальність покриття мережі.
- 802.11g: Цей стандарт працює на частоті 2.4 ГГц та підтримує швидкість до 54 Мбіт/с. Він забезпечує сумісність з 802.11b та має кращу швидкість передачі даних. Однак, через використання 2.4 ГГц діапазону може бути підвищене відчуття перешкод.
- 802.11n: Цей стандарт є покращеною версією 802.11g та підтримує як 2.4 ГГц, так і 5 ГГц діапазони. Він використовує технологію MIMO (Multiple Input Multiple Output), що дозволяє використовувати більше однієї антени для покращення швидкості та дальності зв'язку. Швидкість передачі даних може сягати до 600 Мбіт/с.
- 802.11ac: Цей стандарт працює на частоті 5 ГГц та підтримує швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с. Він використовує більше ширини

каналу та покращену технологію MIMO для забезпечення високошвидкісного бездротового зв'язку. Цей стандарт забезпечує високу продуктивність та підходить для потреб великих мереж з великою кількістю пристроїв.

Кожен стандарт має свої переваги та обмеження, які впливають на продуктивність та швидкість передачі даних у бездротових мережах WI-FI. Вибір стандарту залежить від конкретних потреб та вимог проекту, таких як швидкість передачі, дальність покриття та кількість підключених пристроїв.

Останнім стандартом зв'язку є 802.11ax (також відомий як Wi-Fi 6): Цей стандарт є останнім розробленим стандартом WI-FI і вважається наступником 802.11ac. Він працює як на частоті 2.4 ГГц, так і на 5 ГГц та пропонує значні покращення в продуктивності та швидкості передачі даних.

Стандарт 802.11ax використовує нові технології, які дозволяють досягати вищої швидкості передачі, кращої ефективності мережі та зменшення перешкод. Він впроваджує технологію OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), що дозволяє розділяти радіоканал на більше незалежних підканалів для одночасної передачі даних різним пристроям. Крім того, використовується технологія MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output), яка дозволяє одночасну передачу даних до кількох пристроїв.

Стандарт 802.11ax також пропонує поліпшене керування ресурсами мережі, що дозволяє ефективніше використовувати доступний спектр та розділяти ресурси між підключеними пристроями. Він також підтримує більшу ємність каналу та використовує розширені методи модуляції для забезпечення вищої швидкості передачі даних.

Стандарт 802.11ax є значним кроком вперед у розвитку WI-FI технологій і забезпечує покращену продуктивність та ефективність мережі. Він особливо корисний у вузькозаповнених мережах з великою кількістю одночасно підключених пристроїв, таких як офісні приміщення, торгові центри та громадські місця.

1.8 Висновок до розділу.

У рамках цього огляду технології WI-FI було розглянуто основні аспекти цієї бездротової технології. WI-FI виявляється надзвичайно важливим засобом забезпечення безпроводного зв'язку в сучасному світі, завдяки його зручності, мобільності та широкому спектру застосувань. Огляд технології WI-FI охопив такі аспекти, як визначення WI-FI та його важливість у бездротовому зв'язку, розвиток стандартів WI-FI, принципи бездротового передавання даних, архітектура мережі WI-FI та її компоненти, фізичний та канальний рівень передачі даних, а також особливості кожного стандарту та їх вплив на продуктивність та швидкість передачі даних.

Результати огляду свідчать про те, що WI-FI продовжує розвиватися та вдосконалюватися з плином часу, що призводить до покращення якості зв'язку, швидкості передачі даних та продуктивності мережі. Вибір певного стандарту WI-FI залежить від потреб та вимог конкретного проекту, з урахуванням швидкості передачі, покриття та кількості підключених пристроїв.

Огляд технології WI-FI є важливим етапом для розуміння її принципів та використання в різних сферах, від домашніх мереж до комерційних установ та громадських місць. Розуміння технології WI-FI дозволяє ефективно використовувати її потенціал та забезпечувати надійний та швидкий бездротовий зв'язок для різноманітних потреб користувачів.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ РАДІОМЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ WI-FI.

2.1 Початок проектування.

Початкові вхідні дані:

- Кількість користувачів – 50;
- Розмір приміщення - довжина 18 метрів, ширина 10,4 метра;
- Мінімальна швидкість передачі даних на користувача - 2 Мб/сек.
- Матеріал стін: зовнішні – кирпич, внутрішні – дерево.
- Мінімальна потужність сигналу – 50 дБм.

За даними вхідними даними, приміщення має площу 187,2 кв. м. Щоб забезпечити повну покриття мережею Wi-Fi, орієнтовно потрібно встановити точки доступу на відстані 15 метрів одна від одної. Таким чином, варто розглянути встановлення 2-3 точок доступу.

Також, для забезпечення якісного доступу до мережі Wi-Fi для 50 користувачів, максимальна швидкість передачі даних на точку доступу повинна бути не менше 80 Мбіт/сек (тобто 2 Мбіт/сек на користувача). Тому потрібно встановити точки доступу, які підтримують максимальну швидкість передачі даних не менше 1 Гбіт/сек, щоб забезпечити достатню пропускну здатність мережі для всіх користувачів.

Для оптимальної роботи мережі Wi-Fi, можливо знадобиться використовувати точки доступу з напрямленою антеною або омнідірекційною антеною в залежності від плану будівлі.

Також важливо враховувати фактори, що можуть впливати на якість зв'язку, такі як стіни, перешкоди та інші електронні пристрої, що можуть спричинити інтерференцію.

В загальному, для ефективної роботи мережі Wi-Fi у такому приміщенні, як у даному випадку, потрібно встановити 2-3 точок доступу з швидкістю передачі даних не менше 1 Гбіт/сек.

Також, необхідно врахувати, що в приміщенні будуть передаватись дані в різних форматах, таких як голос, відео та текст, тому для забезпечення

оптимальної швидкості передачі потрібно використовувати канал Wi-Fi, який підтримує широкопasmову передачу даних.

Для кожного точки доступу рекомендується використовувати двосmговий (dual-band) роутер, який підтримує одночасний режим роботи на 2,4 ГГц та 5 ГГц. 5 ГГц має вищу швидкість передачі даних, а 2,4 ГГц має краще покриття, що дозволить забезпечити оптимальний режим роботи мережі.

2.2 Підготовка до розроблення Wi-Fi мережі.

Розроблення та налаштування мережі буде виконуватися у програмі D-Link Wi-Fi Planner Pro. D-Link Wi-Fi Planner Pro - це програмне забезпечення для проектування та налаштування мереж Wi-Fi в середовищах з високим рівнем складності, таких як великі офісні приміщення, готелі, аеропорти, торгові центри та інші громадські простори. Але також можна використовувати й для проектування мереж й для будинків чи невеликих приміщень.

Програма надає можливість з плануванням мережі Wi-Fi, визначенням оптимальних місць розташування точок доступу Wi-Fi, а також визначенням максимальної кількості пристроїв, які можуть одночасно підключатися до точки доступу Wi-Fi. Крім того, програма дозволяє розрахувати кількість необхідних точок доступу Wi-Fi для покриття всієї будівлі, визначити маршрути кабелів, необхідних для підключення точок доступу до мережевого обладнання.

D-Link Wi-Fi Planner Pro є потужним інструментом для проектування мереж Wi-Fi будь-якої складності. Ця програма підтримує різні стандарти Wi-Fi, включаючи 802.11ax (Wi-Fi 6), 802.11ac (Wi-Fi 5), 802.11n (Wi-Fi 4) та інші.

Програма має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та можливості для налаштування параметрів мережі Wi-Fi, таких як вибір каналів, потужності передачі сигналу та інші. Приклад інтерфейсу D-Link Wi-Fi Planner Pro та план будівлі де буде спроектована мережа можна спостерігати на даному рисунку:

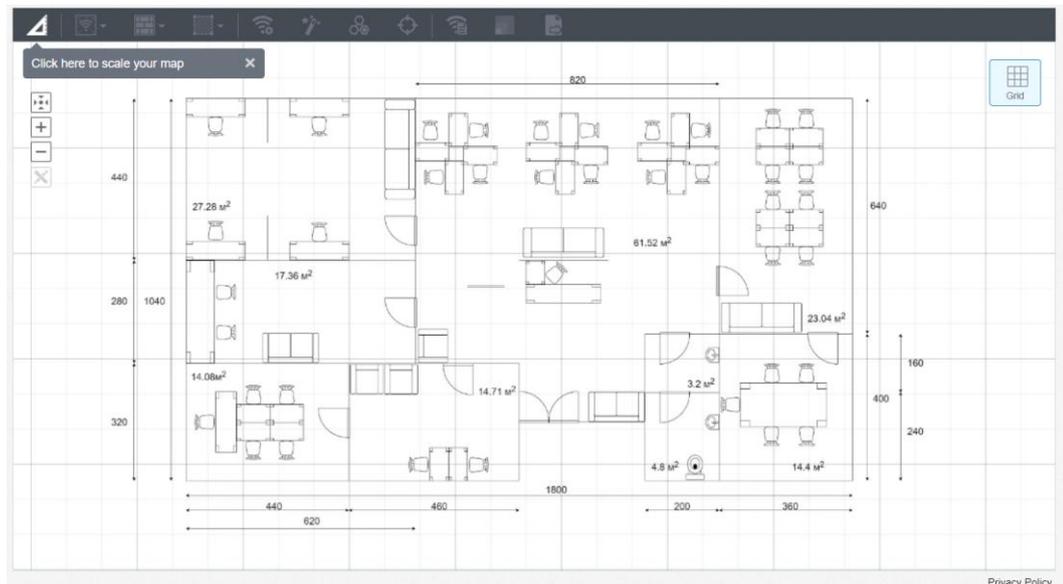


Рисунок 2.1 – План будівлі.

Для того, щоб мати змогу правильно побудувати мережу, потрібно визначити розміри будівлі. Для того щоб це зробити потрібно провести відрізок паралельно до однієї зі стін і вибрати розмір та одиниці виміру відповідно до вхідних даних.

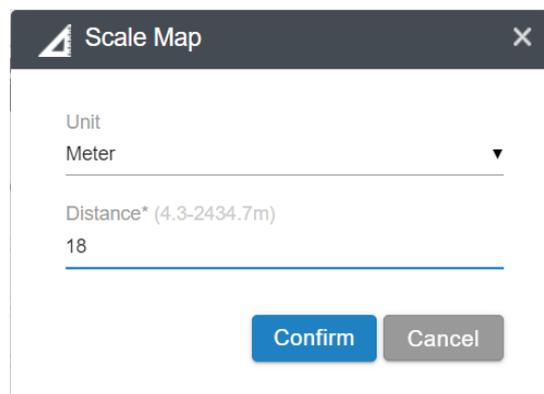


Рисунок 2.2 – Визначення розміру.

Визначивши таким чином розміри зовнішніх стін, програма автоматично обчислює розміри внутрішніх. Щоб коректно відображалась область розповсюдження сигналу від точок доступу, потрібно вибрати з яких матеріалів створені стіни. Це потрібно тому, що в кожного матеріалу своя пропускна здатність для сигналу. Відповідно проходячи через різні матеріали, сигнал по різному затухає.



Рисунок 2.3 – Вибір матеріалів перешкод.

У даному випадку зовнішні стіни – кирпична стіна 8 дб, внутрішні стіни та двері по 4 дб. Це означає, що вони мають коефіцієнт затування сигналі відповідно до вказаного. Коефіцієнт затування сигналу є мірою втрати потужності сигналу при його поширенні через певний матеріал. Результат виконання зображена на наступному рисунку:



Рисунок 2.4 – Результат проектування.

2.3 Вибір обладнання.

Спочатку, для вибору обладнання до даної мережі, потрібно розглянути використання двох стандартів зв'язку Wi-Fi 6 (802.11ax) та Wi-Fi 5 (802.11ac).

Wi-Fi 6 є найновішим стандартом зв'язку та має декілька переваг порівняно зі стандартом Wi-Fi 5. Wi-Fi 6 підтримує більш широкі канали, що дозволяє забезпечити вищу швидкість передачі даних на користувача, що робить його більш ефективним в умовах високого навантаження на мережу. Однак, для того, щоб використовувати Wi-Fi 6, необхідно мати сумісні пристрої, які підтримують цей стандарт.

Wi-Fi 5, з іншого боку, є більш широко поширеним стандартом, який підтримується більшістю пристроїв. Цей стандарт також може забезпечити високу швидкість передачі даних на користувача та відмінну ефективність при високому навантаженні на мережу.

Обидва стандарти підтримують передачу голосу, відео та текстової інформації та забезпечують високу швидкість передачі даних на користувача. Так як Wi-Fi 6 підтримує більш широкі канали та є найпрогресивнішим стандартом, який існує в наш час, то подальше проектування буде проходити на базі цього стандарту.

Далі потрібно обрати модель роутера з підтримкою даного стандарту. Даний крок є важливим у створенні мережі, тому що мережу потрібно зробити так, щоб всі пристрої в ній були сумісні одне з одним. Це допоможе зменшити кількість помилок, які можуть виникнути на етапі тестування мережі.

В програмі доступні два види роутерів з підтримкою даного стандарту:

	Standard	a/b/g/n/ac/ax
	2.4G	
	Full Power	29 dBm
	Max Coverage	198.70 m ²
	5G	
	Full Power	28 dBm
	Max Coverage	121.81 m ²
DBA-X2830P (Omni)		
	2.4G	
	Full Power	20 dBm
	Max Coverage	99.58 m ²
	5G	
	Full Power	20 dBm
	Max Coverage	65.92 m ²
DWL-X8630AP (Omni)		

Рисунок 2.5 – Короткі характеристики модемів.

DBA-X2830P (Omni) - це точка доступу з високоякісною внутрішньою антеною зі змінним кутом нахилу, що працює в діапазоні 2,4 ГГц і 5 ГГц. Вона

забезпечує кутове покриття в 360 градусів, що дозволяє забезпечити надійний сигнал Wi-Fi у всьому приміщенні. Ця антена є оптимальним вибором для використання в середніх і великих офісах, готелях, аеропортах і інших місцях з високою кількістю користувачів.

DWL-X8630AP (Omni) - це потужна точка доступу Wi-Fi з внутрішньою антеною зі змінним кутом нахилу, що працює в діапазоні 2,4 ГГц і 5 ГГц. Вона забезпечує швидкість передачі даних до 1,7 Гбіт/с, що дозволяє забезпечити надійний і швидкий доступ до Інтернету для багатьох користувачів одночасно. Точка доступу може бути встановлена на стелю або стіну із застосуванням кріплення, що дозволяє розташувати її в оптимальному місці для забезпечення найкращого покриття Wi-Fi у всьому приміщенні. Ця точка доступу також є оптимальним вибором для використання в середніх і великих офісах, готелях, аеропортах і інших місцях з високою кількістю користувачів.

Слід зауважити, що при використанні пристроєм високого рівня потужності, він може створювати електромагнітні сигнали, які можуть впливати на інші бездротові пристрої, що знаходяться в тому ж частотному діапазоні. Це може призводити до збоїв в роботі інших бездротових пристроїв та зниження якості передачі даних.

Тому важливо використовувати відповідний рівень потужності для конкретної ситуації. Наприклад, якщо потрібно передавати дані на відстань 100 метрів, то використання надмірної потужності може призвести до перешкод, які знизять ефективність передачі даних. У такому випадку можна вибрати менший рівень потужності, який буде достатнім для передачі сигналу на відстань 100 метрів, але не перешкоджатиме іншим бездротовим пристроям.

Так як будівля, в якій буде спроектована мережа, відносно не велика та відповідно до написаного вище, слід обрати точку доступу DWL-X8630AP (Omni), яка забезпечує належний рівень покриття, та не має занадто великого рівня потужності.

2.4 Знаходження оптимального розміщення для точок доступу.

Для початку потрібно визначитись з нормальним рівнем сигналу, який є не нижче -65 дБм. Якщо сигнал буде слабшим, то буде погіршуватись швидкість з'єднання. Для забезпечення якісного рівня сигналу, цей показник має бути в межах від -35 до -55 дБм. В нашому випадку, даний показник повинен бути не менше -50 дБм. Наступним кроком буде встановлення на плані будівлі зон, які необхідно забезпечити належним покриттям. Це здійснюється за допомогою однієї з функцій програми, за допомогою якої виділяємо всі потрібні місця покриття. Результат можна бачити на наступному рисунку:

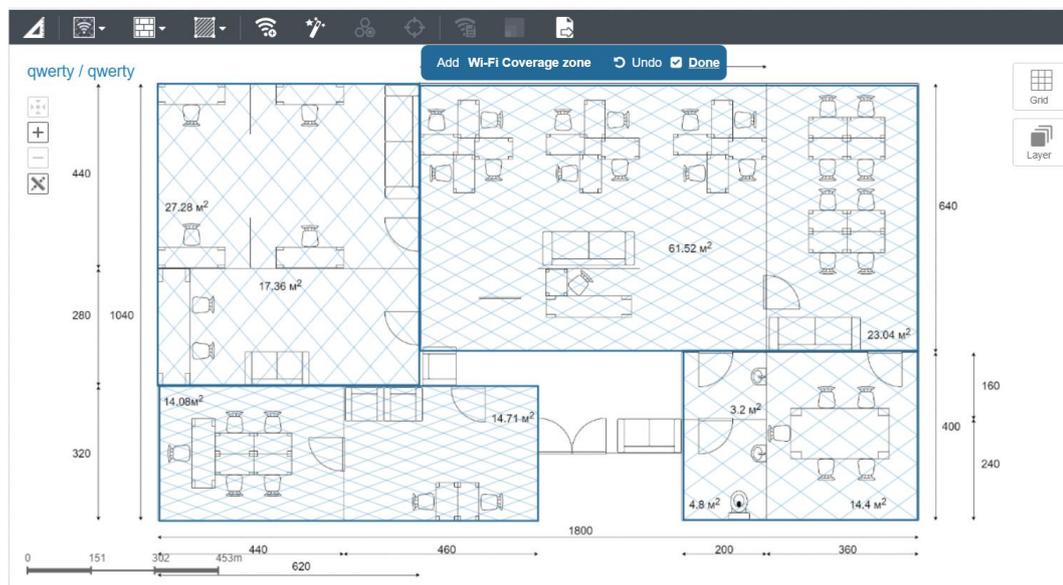


Рисунок 2.6 – Обрані зони покриття.

Це потрібно було задля того, щоб за допомогою наступної функції програми, мати змогу автоматично розрахувати найкраще місцезнаходження точок доступу з урахуванням поставлених вимог.

Наступним кроком буде ввід даних для автоматичного знаходження оптимального місця для точок доступу. Загалом, заповнена форма буде виглядати наступним чином:

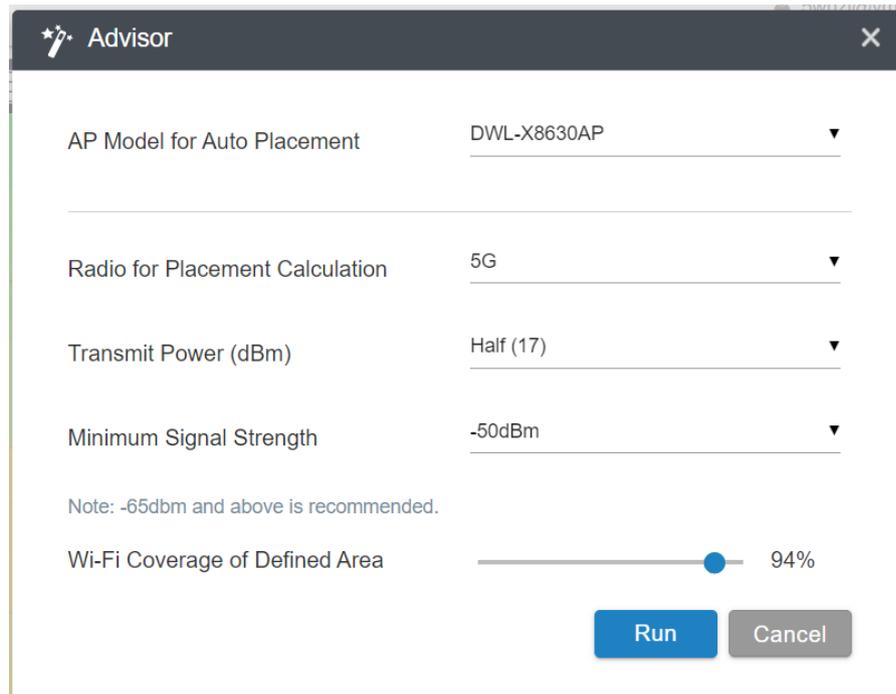


Рисунок 2.7 – Характеристики покриття.

В полі AP Model for Auto Placement потрібно обрати модель точки доступу, яку було обрано на етапі вибору обладнання. Так як проектування ведеться з пріоритетом на 5G зв'язок, то відповідно в полі Radio for Placement Calculation потрібно обрати даний тип зв'язку. В полі Transmit Power (dBm) обираємо Half(17), що означає що наші точки доступу будуть працювати не на повну потужність (20), а на трохи меншу, що забезпечить більш довгий термін їх експлуатування. Окрім цього це зменшить вплив однієї точки доступу на інші, та в разі екстреної необхідності буде можливість ввімкнути їх на максимальну потужність. Наступним же кроком буде вибір мінімальної потужності сигналу на зонах покриття, який вказується у відповідному полі – Minimum Signal Strength, який відповідно до вимог складає -50 дБм. І останнім кроком йде охоплення зон, які було виділено належним сигналом. Відповідне поле – Wi-Fi Coerage of Defined Area, в якому вказано 94%. Це означає, що 94% зони буде забезпечено належним сигналом, та ще 6% трохи меншим. Це потрібно для того, щоб мати більше варіацій розташування точок доступу, що забезпечить можливість встановити їх у більш зручним місцях.

Після вводу всіх даних та запуску програми, почнеться процес пошуку місць, які забезпечать відповідні вимоги. Та через хвилину програма

продемонструє результат. Результат встановлення точок доступу, для забезпечення відповідних вимог можна спостерігати на наступному рисунку:

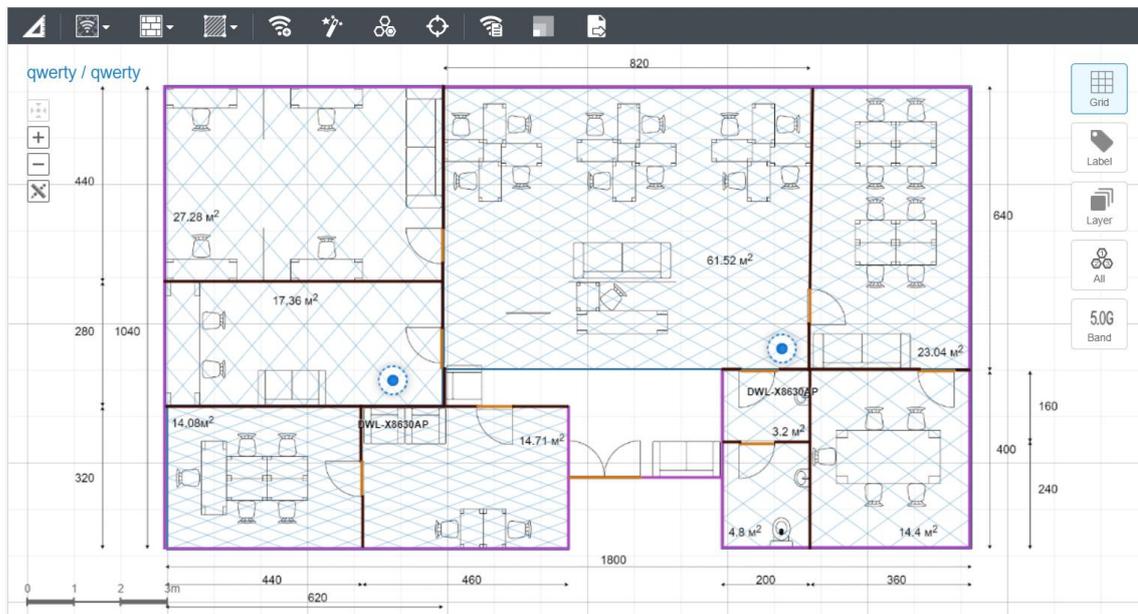


Рисунок 2.8 – Розташування точок доступу.

2.5 Аналіз розташування точок доступу.

Після вибору програмою оптимального розташування точок доступу, потрібно перевірити їх стан покриття в спектрах 2,4 ГГц та 5 ГГц відповідно. Для цього скористатися ще однією функцією програми, яка в синьо-червоних тонах покаже рівень покриття. В спектрі 2,4 ГГц стан сигнал буде роздаватися належним чином, але щоб переконатися в цьому все-таки потрібно подивитися на стан покриття:

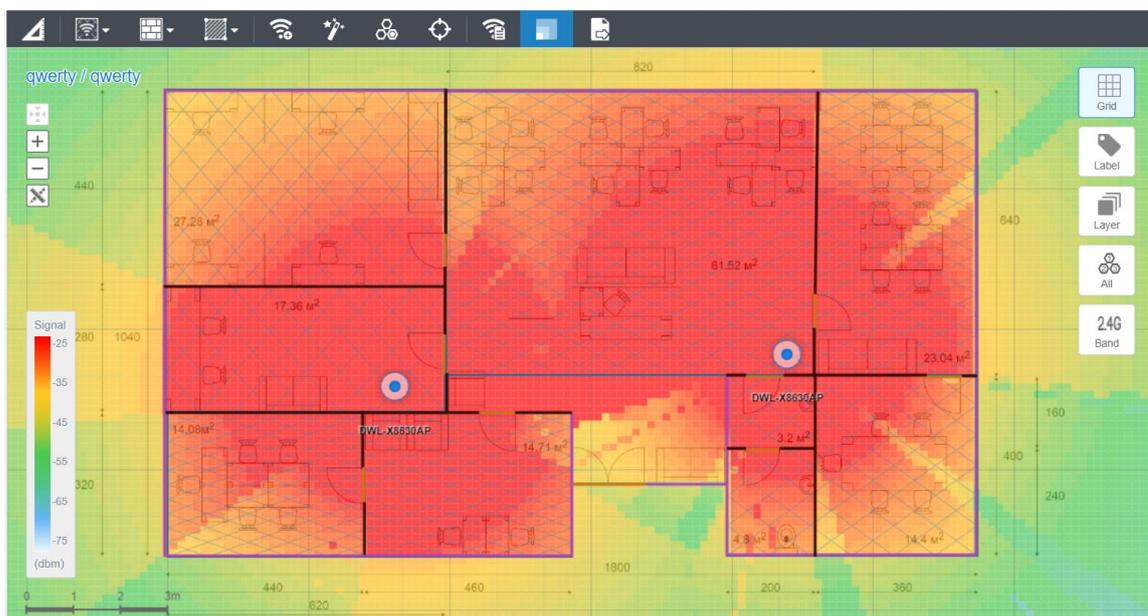


Рисунок 2.9 – Стан покриття в спектрі 2,4 ГГц.

З рисунка видно, що програма інтуїтивно зрозуміло показує стан покриття в приміщенні, та за його межами. Також з ліва показана шкала, на якій вказано який колір відповідає якому рівню сигналу. З цього можна зробити висновок, що сигнал має належний стан покриття по території всієї будівлі. Однак це спектр 2,4 ГГц, який має більшу площу покриття відносно 5 ГГц, що означає, що спектр 5 ГГц, буде охоплювати меншу територію з відповідним рівнем сигналу. Тому наступним кроком потрібно переконатися, що площа покриття сигналу в спектрі 5 ГГц буде знаходитися в межах норми.

При перемиканні спектру в діапазон 5 ГГц, можна спостерігати наступне:

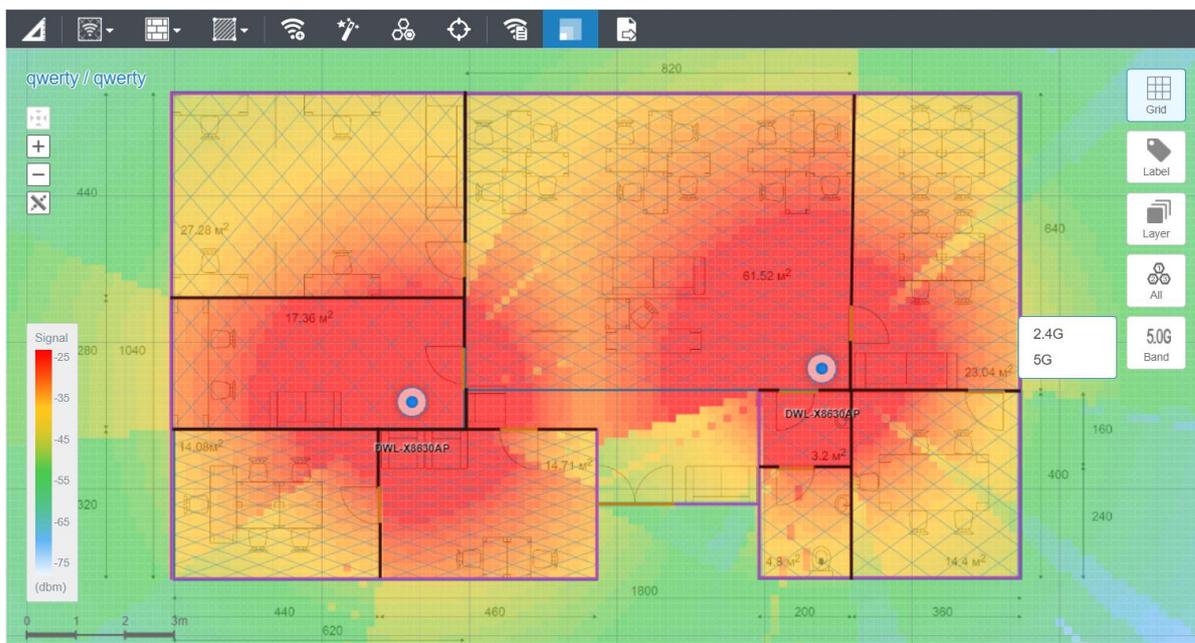


Рисунок 2.10 – Стан покриття в спектрі 5 ГГц.

З рисунку 2.10 видно, що майже вся зона покриття знаходиться в жовтому проміжку. Але є декілька місць ще колір наближається до синього, тому там потрібно перевірити рівень сигналу. Для цього потрібно просто навести на відповідне місце курсор, та подивитися яка величина затухання в тому місці. Після перевірки виявлено, що затухання знаходиться в межах норми, і тільки в одному місці має показник -52 дБм. Дане відхилення не є критичним, та в разі необхідності може бути усунуто підвищенням потужності правої точки доступу до максимуму.

Окрім цього, важливим фактором для належного функціонування точок доступу та стану покриття, є переведення точок доступу на роботу в різних каналах для кожного спектру. Це зменшить вплив їх одна на одну. Наприклад, точку доступу AP-1 для спектру 2,4 ГГц перевести на роботу в каналі 6, та для спектру 5 ГГц – перевести на роботу в каналі 40. Аналогічні дії проведемо і з точкою доступу AP-2, обравши канали 1 та 36 відповідно.

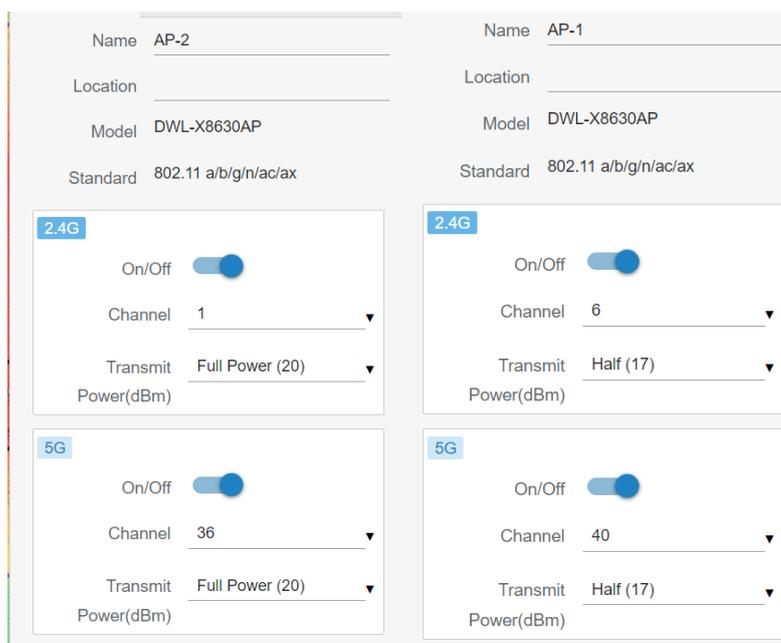


Рисунок 2.11 – Обрання різних каналів для AP.

Також, за необхідності, можна переглянути рівень розповсюдження сигналу по території приміщення. Де можна побачити, як розповсюджується сигнал кожного виду, для точок доступу.

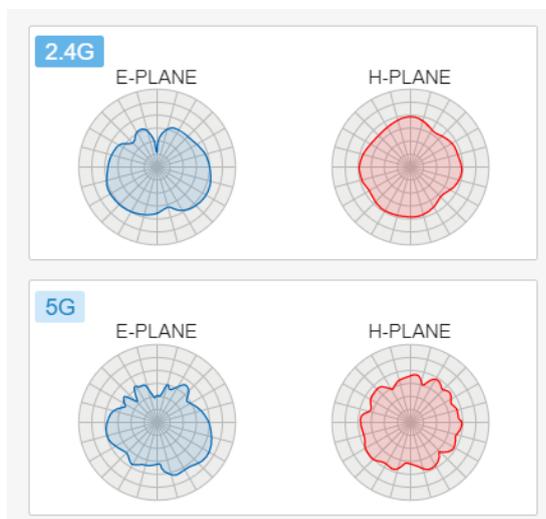
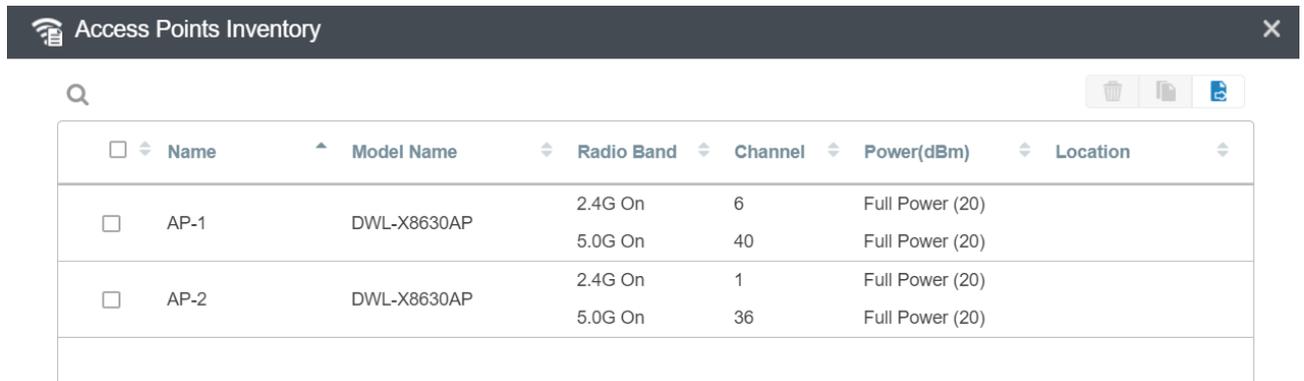


Рисунок 2.12 – Рівень розповсюдження сигналу.

Ще однією функцією є перегляд короткої відомості по встановленим точкам доступу. Де вказана вся базова інформація про них. Також з цього меню можна зручно проводити зміни налаштувань. Наприклад змінити величину потужності, або вимкнути певний вид покриття для обраної точки доступу.



The screenshot shows a window titled 'Access Points Inventory' with a search bar and a table of installed access points. The table has columns for Name, Model Name, Radio Band, Channel, Power(dBm), and Location. There are two rows of data, both for model DWL-X8630AP.

<input type="checkbox"/>	Name	Model Name	Radio Band	Channel	Power(dBm)	Location
<input type="checkbox"/>	AP-1	DWL-X8630AP	2.4G On 5.0G On	6 40	Full Power (20) Full Power (20)	
<input type="checkbox"/>	AP-2	DWL-X8630AP	2.4G On 5.0G On	1 36	Full Power (20) Full Power (20)	

Рисунок 2.13 – Коротка відомість по встановленим AP.

2.6 Висновок за отриманими результатами.

На основі проведеного аналізу покриття сигналу Wi-Fi в виділеній зоні можна зробити висновок про високу якість сигналу та його стабільність. Виявлено, що сигнал покриває всю зону покриття, не знижуючи своєї якості, навіть на віддалених від точки доступу місцях. Це дозволяє користувачам мобільних пристроїв, таких як смартфони, планшети та інші, використовувати інтернет без перебоїв у будь-якій точці зони покриття.

Зважаючи на проведений аналіз покриття сигналу Wi-Fi по виділеній зоні, можна зробити висновок, що стан покриття є належним. Це можна пояснити тим, що сигнал Wi-Fi покриває виділену зону з достатньою якістю, що забезпечує зручне та надійне використання бездротового інтернету в цій області.

Зокрема, під час аналізу було виявлено, що в зоні покриття майже не виникає перешкод для передачі сигналу, що сприяє підвищенню швидкості та якості зв'язку. Також було виявлено, що рівень сигналу достатньо високий, щоб забезпечити стабільний зв'язок між пристроями та мережею.

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що стан покриття сигналу Wi-Fi в виділеній зоні є належним та забезпечує зручне та надійне використання бездротового інтернету.

Загалом, наявність належного покриття сигналу Wi-Fi в зоні покриття забезпечує багато переваг для користувачів та підприємств. Вона дозволяє підключатися до мережі бездротового інтернету у будь-який час та місце, зменшує витрати на проводи та кабелі, сприяє зручності та мобільності в роботі, підвищує продуктивність та ефективність діяльності.

Тому, висновок про належний стан покриття сигналу Wi-Fi в зоні покриття є важливим для багатьох сфер діяльності та забезпечує якісну та ефективну роботу пристроїв та мережі в цій області.

3. РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ МЕРЕЖІ ТА ЇЇ ТЕСТУВАННЯ

3.1 Розроблення схеми мережі

Перед початком створення мережі потрібно визначитися з обладнанням, яке наявне в даній будівлі та його розташуванням в приміщенні. Це потрібно для того, щоб більш влучно обрати схему мережі відповідно до вимог та можливостей. Відповідно до рисунку який показано нижче, можна побачити кількість та тип пристроїв, які наявні у приміщенні.



Рисунок 3.1 – Наявні пристрої та їх розташування.

З рисунку видно, що всього наявно 26 ноутбуків та три ПК. Окрім цього, їх розміщення по приміщенню є рівномірним, це означає, навантаження на точки доступу буде відносно рівномірним. Відповідно до дослідження, яке було проведено в другому розділі, було знайдено оптимальне розташування точок доступу, а також їх кількість. Оперуючись результатами попереднього розділу, потрібно встановити дві точки доступу у обраних місцях. Також через наявність трьох ПК потрібно встановити комутатор для зручності їх підключення. Останнім елементом мережі є роутер, саме через нього буде здійснюватися вихід у глобальну мережу.



Рисунок 3.2 – Кінцеве розміщення всього обладнання.

З рисунка, який наведено вище, можна побачити як буде розташовуватися все обладнання. Відповідно до цього, можна створити загальний вигляд схеми мережі, та на його основі підключити всі існуючі елементи для їх повного функціонування.

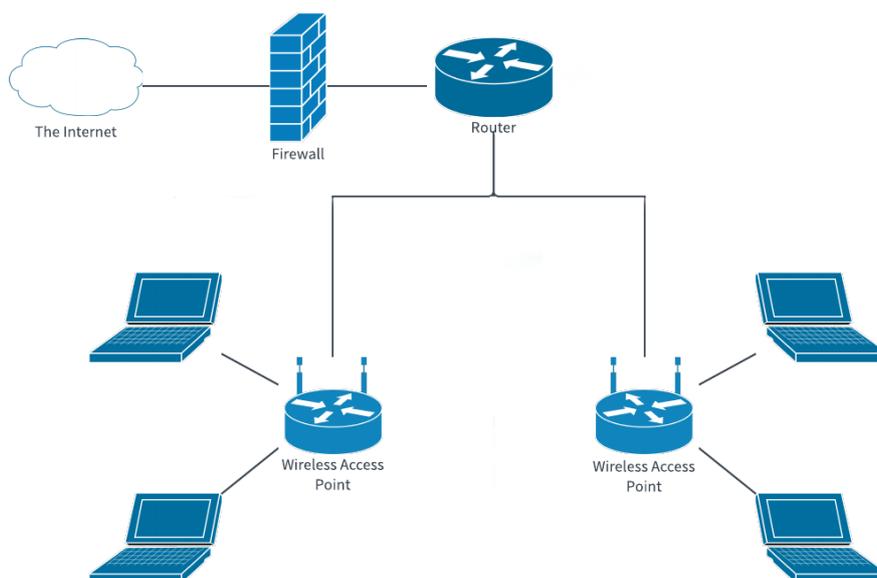


Рисунок 3.3 – Загальна схема мережі.

Оперуючись схемою мережі, яка була створена, потрібно об'єднати всі пристрої в спільну мережу.

Підключення пристроїв буде здійснюватися наступним чином:

- всі ноутбуки будуть з'єднуватися безпроводним зв'язком з точками доступу;
- всі ПК з'єднані кабелем з комутатором;
- комутатор з'єднаний кабелем з роутером;
- точки доступу кабелем з'єднані з роутером;
- роутер з'єднаний із загальною мережею.

Для належного функціонування мережі потрібно коректно налаштувати точки доступу. Також провести тестування підключення різних пристроїв по мережі.

3.2 Cisco Packet Tracer

Тестування мережі є необхідним етапом в її розробці. Тому далі буде проведено її тестування. Саме тестування буде здійснюватися в програмному забезпеченні Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer є програмою для моделювання мережевих схем і виконання віртуальних експериментів у середовищі, що імітує реальні мережеві пристрої. Вона розроблена компанією Cisco Systems і широко використовується для навчання та вивчення мережевих технологій.

Особливості Cisco Packet Tracer включають наступне:

1. Моделювання мережевих пристроїв: Cisco Packet Tracer надає можливість створювати та налаштовувати різні мережеві пристрої, такі як маршрутизатори, комутатори, сервери, безпроводові точки доступу тощо. Користувач може створювати мережеві топології та з'єднувати пристрої за допомогою кабелів.
2. Симуляція роботи мережі: За допомогою Cisco Packet Tracer можна відтворювати роботу мережі та спостерігати за передачею даних та обміном пакетами між пристроями. Це дозволяє перевіряти правильність налаштування мережі та вирішувати проблеми.

3. Налаштування пристроїв: Користувач може налаштовувати параметри мережевих пристроїв, такі як IP-адреси, маршрутизацію, VLAN, безпеку, файрволи тощо. Це дозволяє вивчати конфігурацію різних мережевих протоколів і технологій.
4. Віртуальні експерименти: Cisco Packet Tracer дозволяє виконувати віртуальні експерименти для перевірки різних сценаріїв мережного взаємодії. Наприклад, можна перевірити, як працює протокол маршрутизації, як впливає зміна налаштувань мережевих пристроїв на трафік тощо.
5. Навчальні матеріали: Cisco Packet Tracer містить набір навчальних матеріалів та завдань, які допомагають усвідомити та виконати різні мережеві сценарії. Це створює можливість активного навчання та розвитку навичок в галузі мережевих технологій.

Cisco Packet Tracer є потужним інструментом для розуміння, навчання та вивчення мережевих концепцій та технологій, а також для практичного дослідження роботи мережевих пристроїв.

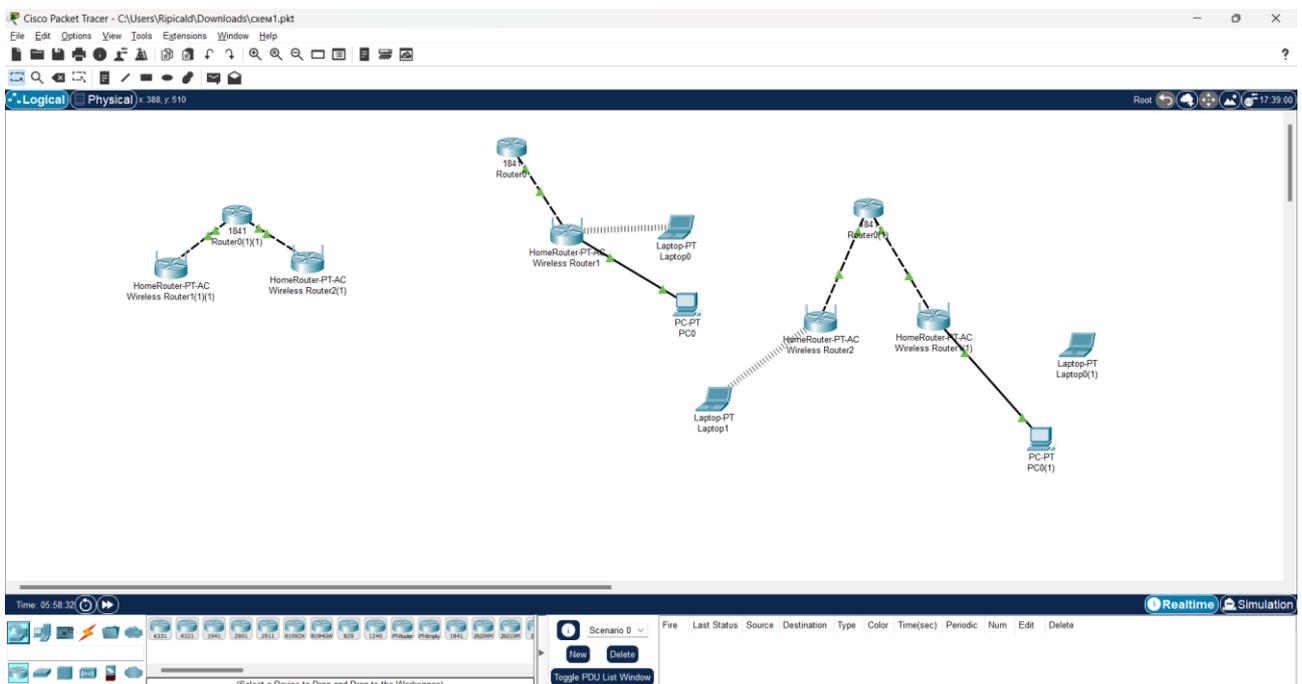


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд програми.

3.3 Збір схеми мережі.

Збір схеми мережі буде здійснюватися поступово, кожен елемент буде налаштовано відповідно до його завдання, і вже потім підключено в спільну мережу.

Першим мережевим елементом, який потрібно налаштувати - є роутер. Натиснувши на нього відкриється його меню, де в третій вкладці під назвою «CLI» безпосередньо і буде виконуватись його налаштування.



Рисунок 3.5 – Вигляд роутера на схемі.

Для повноцінної роботи роутера, потрібно ввести всі команди, які наведені нижче:

- `en` – (enable), по замовчуванні роутер знаходиться в режимі для користувачів, і для успішного подальшого налаштування дана команда переводить його у привілейований режим;
- `conf t` – при виконанні даної команди, ми переходимо в режим конфігурації. Це потрібно тому, що в привілейованому режимі доступна вся інформація, але тільки для перегляду, а в режимі конфігурації її також можна і змінювати;
- `int fa0/0` – (interface fa0/0) здійснюється перехід у обраний інтерфейс, для його подальшого налаштування;
- `ip address 210.210.0.1 255.255.255.252` – за допомогою цієї команди, ми додаємо ір для інтерфейсу;
- `no shutdown` – дана команда вмикає інтерфейс в режимі конфігурації. При налаштуванні нових інтерфейсів може використовуватися або для конфігурації, або для діагностики;
- `end` – даною командою ми виходимо з режиму конфігурації;

- `wr mem` – команда яка збереже всі внесені зміни.

Загальний вигляд виконання всіх цих команд буде виглядати наступним

ЧИНОМ:

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#int f0/0
Router(config-if)#ip address 210.210.0.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr me
Building configuration...
[OK]
Router#wr mem
Building configuration...
[OK]
Router#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Router#
```

Рисунок 3.6 – Процес налаштування роутера.

Після виконання налаштування, роутер буде налаштовано тільки для каналу 0/0, тому всі команди, які наведено вище, потрібно продублювати, тільки змінивши команду `int fa0/0` на команду `int fa0/1`, та команду `ip address 210.210.0.1 255.255.255.252` на `ip address 211.211.0.1 255.255.255.252`. Тепер роутер повністю налаштований, і буде повноцінно функціонувати. Наступним етапом буде перехід до налаштування точок доступу.

Додавши до схеми їх необхідно підключити до роутера. Для цього в розділі із живленням обрати потрібний кабель, а саме – `copper cross-over`, який зображений чорним пунктиром на рисунку:

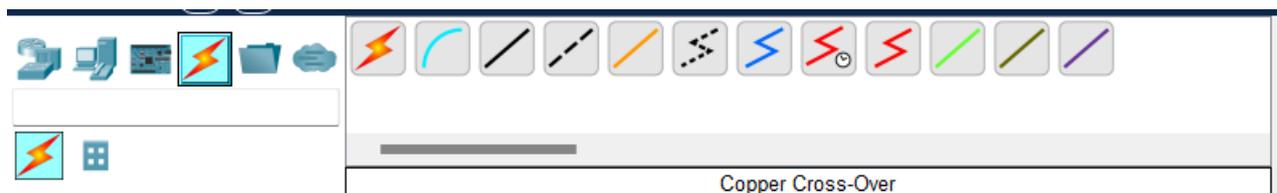


Рисунок 3.7 – Вибір кабелю підключення.

Зі сторони роутера його потрібно підключити у відповідний канал, який було налаштовано (це канали FastEthernet 0/0 та FastEthernet 0/1) і з іншої до точки доступу в роз'єм Internet, що є очевидним. Після цього точки доступу будуть підключені до схеми:

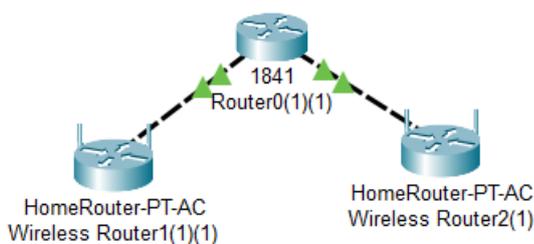


Рисунок 3.8 – Підключені точки доступу.

Наступним кроком буде їх налаштування. Для цього потрібно натиснути на точку доступу та перейти в розділ GUI (адаптація інтерфейсу веб-налаштування), де буде проходити весь процес налаштування.

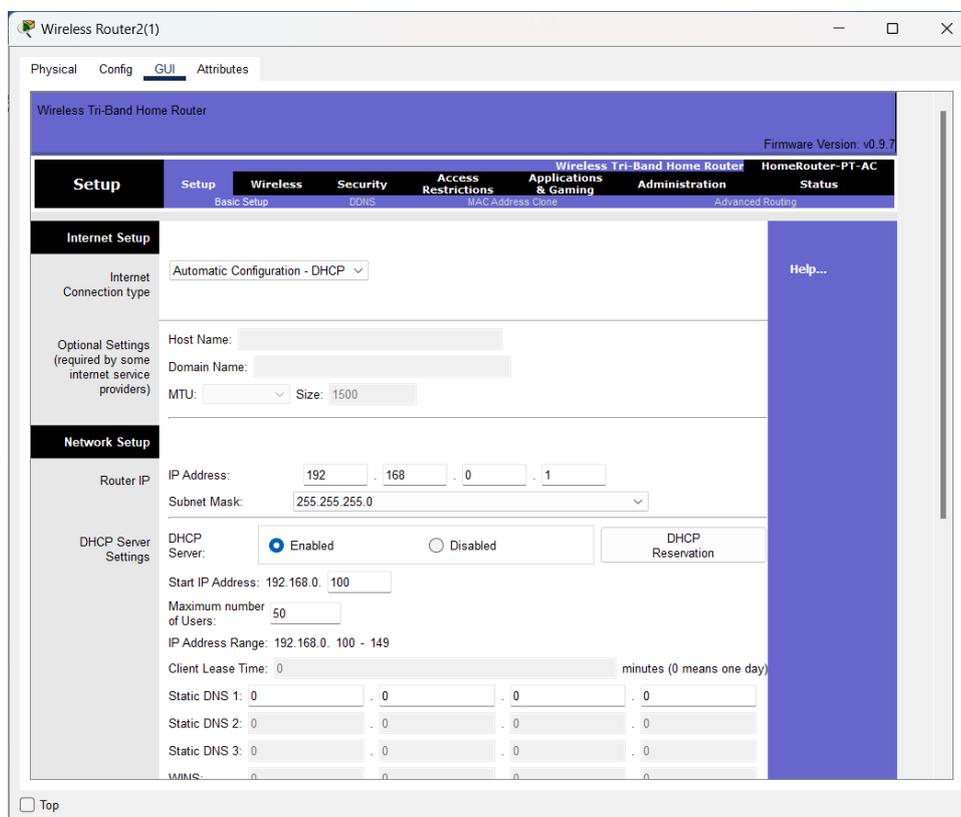


Рисунок 3.9 – Інтерфейс GUI.

Для початку потрібно провести базові налаштування, це налаштувати айпі адрес на зовнішньому інтерфейсі точки доступу, тобто на порту, який призначений для підключення до інтернет провайдера. Для такого налаштування є декілька варіантів:

- статичний айпі (провайдер видає сталий адрес);
- отримання адресу по DHCP (протокол для динамічної конфігурації хоста) провайдера;
- використання протоколу PPPoE.

Для зручності подальшого налаштування буде обрано варіант зі статичним айпі.

Internet Connection type	Static IP			
Internet IP Address:	210	210	0	2
Subnet Mask:	255	255	255	252
Default Gateway:	210	210	0	1
DNS 1:	0	0	0	0
DNS 2 (Optional):	0	0	0	0
DNS 3 (Optional):	0	0	0	0

Рисунок 3.10 – Налаштування статичного айпі.

В полі Internet IP Address потрібно прописати власний айпі адреса точки доступу, в полі Subnet Mask потрібно прописати його маску для розділення на хост-адресу та мережеву адресу, та в маршруті по замовчуванні (поле Default Gateway) потрібно написати адрес роутера інтернет провайдера. Окрім цього можна задати DNS сервера, але в прикладі моделювання вони не будуть використовуватись.

Network Setup	
Router IP	IP Address: 192.168.0.1 Subnet Mask: 255.255.255.0
DHCP Server Settings	DHCP Server: <input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled DHCP Reservation
	Start IP Address: 192.168.0.100
	Maximum number of Users: 50

Рисунок 3.11 – Налаштування локальної мережі.

Наступним кроком йде налаштування локальної мережі, а саме адресів, які будуть роздаватися по вай-фай. Для цього потрібно прописати новий айпі адрес та нову маску (24-біта). Також по замовчуванні вибраний DHCP сервер (дозволяє автоматично отримувати айпі адреса), який видає айпі адреса починаючи з сотого. Далі потрібно зберегти налаштування та перейти в наступний розділ.

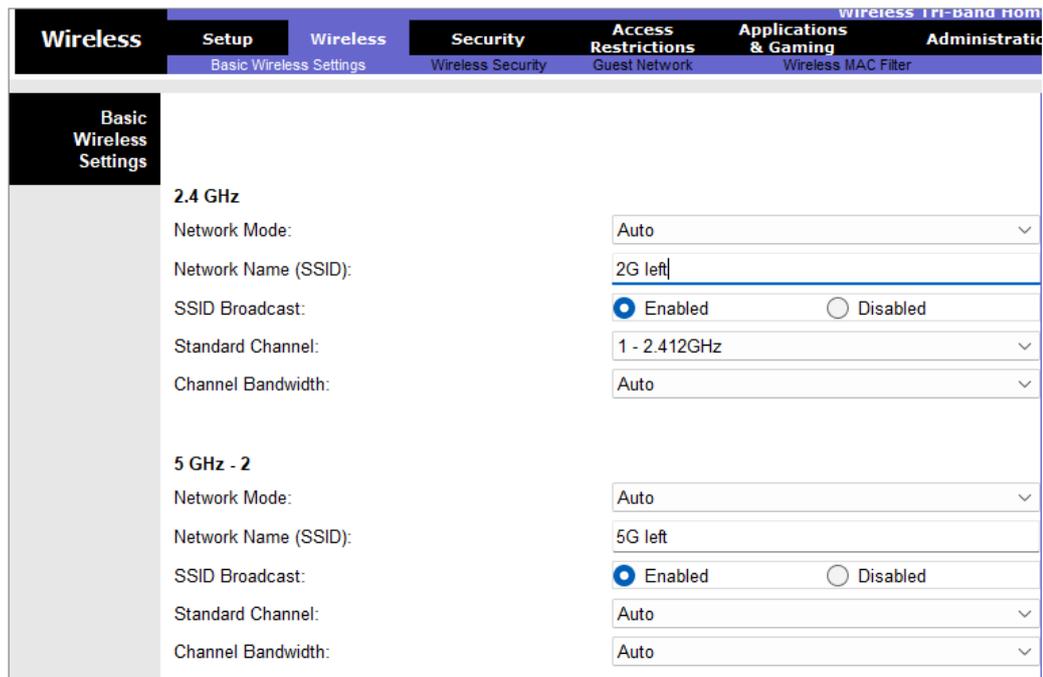


Рисунок 3.12 – Налаштування Wi-Fi.

В даній вкладці можна вибрати режим роботи точки доступу в полі Network Mode, який по замовчуванні є автоматичним і змінюється за потреби. Також в полі Network Name (SSID) потрібно дати назву мережам. За цією назвою користувачі зможуть розпізнавати потрібну мережу, та матимуть змогу вірно підключитися. Окрім цього в донному меню є змога задавати ширину каналу в полі Channel Bendwidth, та обрати частоту, на якій буде активна дана точка доступу в полі Standard Channel. За замовчуванням вони обрані автоматично. В полі SSID Broadcast потрібно обрати Enable, це потрібно для того, щоб дана мережа стала видимою для користувачів, і вони мали змогу підключитися до неї. Якщо обрати Disable то мережа буде прихована від користувачів.

Для того, щоб всі ці зміни прийшли в дію, їх потрібно зберегти. Наступним кроком в налаштуванні буде налаштування безпеки мережі.

Frequency Band	Security Mode	Encryption	Passphrase	Key Renewal
2.4 GHz	WPA2 Personal	AES	tt107107	3600 seconds
5 GHz - 1	WPA2 Personal	AES	tt107107	3600 seconds

Рисунок 3.13 – Налаштування безпеки Wi-Fi.

По замовчуванні захист мережі вимкнений, тому потрібно його додати. Такі протоколи захисту як WEP та WPA не можуть надати надійного захисту, бо мають багато вразливостей. Тому замість їх використання потрібно розглянути протокол захисту WPA2, який є більш надійним від своїх попередників, та широко використовується в наш час. Далі потрібно обрати алгоритм шифрування. В даному випадку це алгоритм AES (Алгоритм блочного шифрування). Наступним кроком буде встановлення паролю, який буде потрібний, щоб користувач зміг під'єднатися до мережі. Після внесення всіх змін, дану операцію потрібно повторити в для 5G мережі.

Так налаштування точки доступу буде закінчено, за таким же принципом потрібно налаштувати і другий маршрутизатор. Тепер користувачі мають змогу підключатися до даної мережі. Для перевірки цього потрібно додати по декілька користувачів до кожної з мереж.



Рисунок 3.14 – Вибір обладнання користувача.

Відповідно до того, що за схемою мережі обладнання, яке наявне, це ноутбуки, то й перевірка буде проходити за їх допомогою. Тому потрібно додати декілька девайсів та підключити їх до мережі. Відповідна назва у програмі – Laptop-PT.

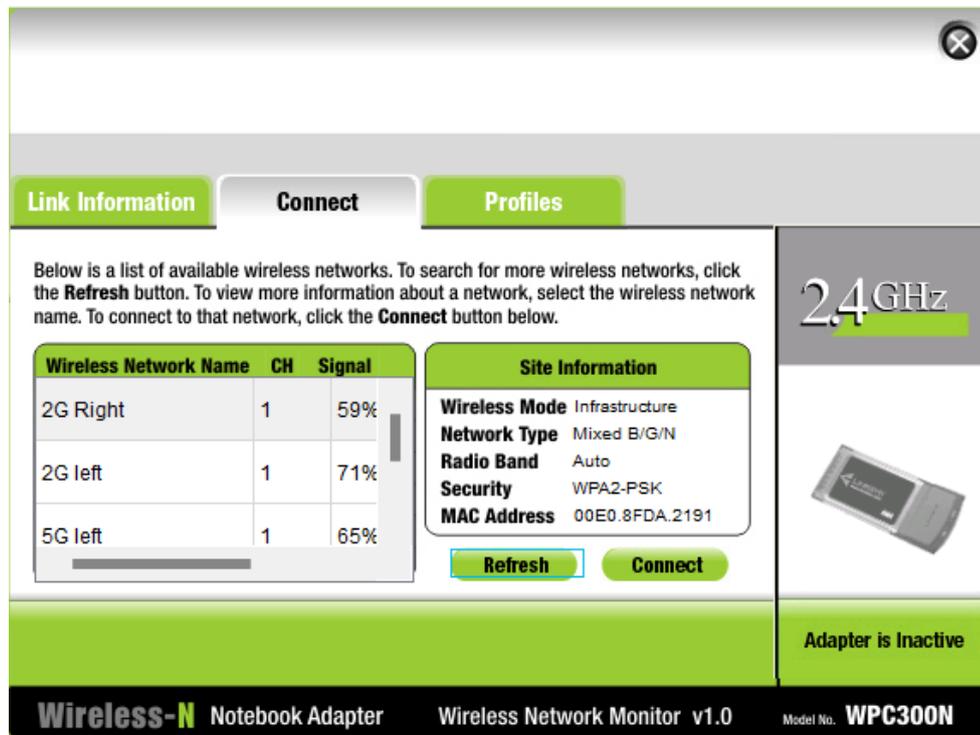


Рисунок 3.15 – Видимі мережі.

Натиснувши на доданий ноутбук потрібно перейти у вкладку Desktop. З різноманіття наявних програм обрати програму під назвою PC Wireless. В ній же у вкладці Connect, після натискання кнопки Refresh можна побачити список доступних для підключення Wi-Fi мереж, обираємо одну з них.

Так як перевірку пріоритетно зробити для 5G мережі, то й підключатися слід до неї. Для підключення потрібно ввести пароль, який було поставлено на етапі захисту точок доступу, після чого пристрій буде підключено до мережі. За таким же принципом потрібно додати декілька пристроїв до кожної з мереж.

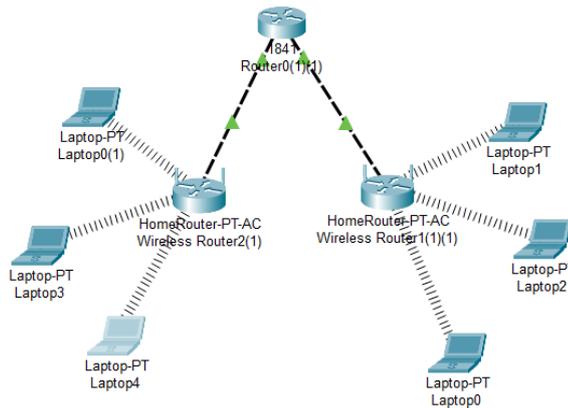


Рисунок 3.15 – Мережа з підключеними пристроями.

Після підключення пристроїв потрібно перевірити роботу схеми мережі, та провести її тестування.

3.4 Тестування мережі.

Тестування є заключним етапом в проектуванні мереж. І необхідне для того, щоб перевірити роботу створеної мережі, та виявити її несправності або недоліки, якщо вони будуть присутні. Все тестування буде здійснюватися за допомогою команди `ping`, в консолі підключених ноутбуків.

І першим в перевірці є шлюз, тобто вай-фай роутер. Для цього в консолі потрібно ввести команду `ping` та ввести адресу потрібного шлюза, в даному випадку `192.168.0.1`

```

Command Prompt

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=31ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=29ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=18ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=37ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 37ms, Average = 28ms

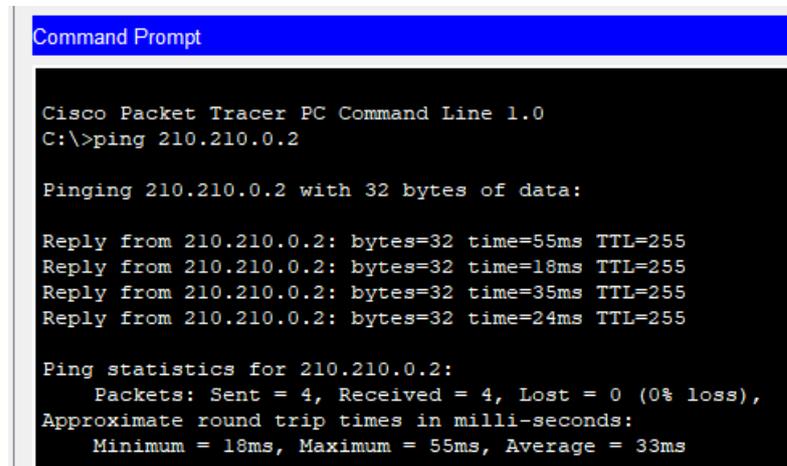
C:\>

```

Рисунок 3.16 – Результат перевірки шлюза.

Як бачимо з рисунку 3.16, пінг, тобто затримка знаходиться в межах норми, це означає, що пристрій може нормально функціонувати при підключенні до точки доступу.

Наступним кроком є перевірка виходу в інтернет:



```

Command Prompt

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 210.210.0.2

Pinging 210.210.0.2 with 32 bytes of data:

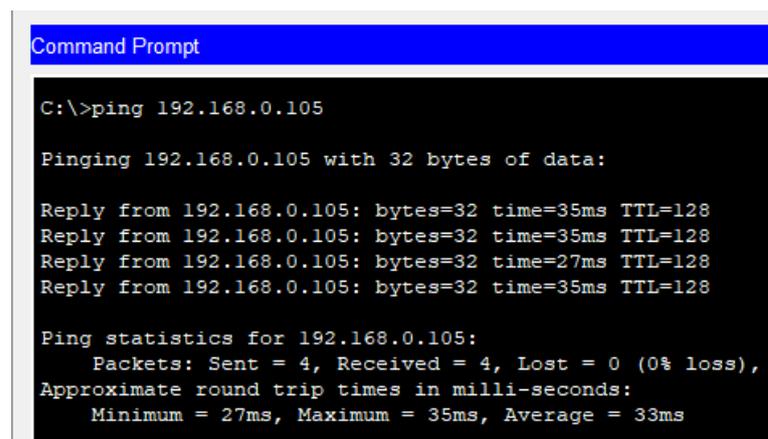
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=55ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=18ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=35ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=24ms TTL=255

Ping statistics for 210.210.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 55ms, Average = 33ms
  
```

Рисунок 3.17 – Результат перевірки виходу в інтернет.

Після даної перевірки, можна зробити висновок, що при підключенні пристрій зможе без проблема мати вихід в інтернет. Затримка також знаходиться в межах норми, і при використанні пристрою для зв'язку в інтернеті, критичних збоїв не відбудуватиметься

Останнім етапом тестування є перевірка доступності пристроїв одне з одним.



```

Command Prompt

C:\>ping 192.168.0.105

Pinging 192.168.0.105 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.105: bytes=32 time=35ms TTL=128
Reply from 192.168.0.105: bytes=32 time=35ms TTL=128
Reply from 192.168.0.105: bytes=32 time=27ms TTL=128
Reply from 192.168.0.105: bytes=32 time=35ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.105:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 27ms, Maximum = 35ms, Average = 33ms
  
```

Рисунок 3.18 – Результат перевірки взаємодії пристроїв.

Для цього було за допомогою команди ping, пропінговано зв'язок з іншим, підключеним до мережі пристроєм. З рисунку 3.18 видно, що й тут пінг знаходиться в межах норми, а це означає, що була створена локальна мережа для підключених пристроїв, і вони мають змогу взаємодіяти одне з одним.

3.5 Висновок до розділу.

У процесі проектування та тестування роботи мережі було проведено широкий спектр досліджень та експериментів, щоб забезпечити ефективне та надійне функціонування системи.

Однією з ключових складових успішного проектування мережі було правильне розміщення мережевих пристроїв, таких як маршрутизатори. Оптимальне розташування пристроїв дозволило мінімізувати втрати сигналу та максимально ефективно використовувати пропускну здатність мережі.

Після завершення проектування розпочалась фаза тестування роботи мережі. Були проведені різні тестові сценарії для перевірки функціональності, швидкодії та стійкості мережі. Тестування допомогло виявити та усунути можливі проблеми, забезпечивши оптимальну продуктивність та стабільність мережі.

На основі результатів проектування та тестування можна зробити висновок, що робота мережі була успішно завершена. Мережа демонструє високу швидкодію передачі даних, надійність та стійкість в умовах навантаження. Проектування та тестування були виконані відповідно до вимог і встановлених стандартів, що гарантує якість та надійність функціонування мережі в майбутньому.

Висновок

У роботі було розглянуто тему "Розроблення локальної радіомережі на основі технології WI-FI". Огляд технології WI-FI та її важливість у бездротовому зв'язку були детально розглянуті. Засновуючись на аналізі сучасного стану проблеми за науково-технічною літературою, було обґрунтовано необхідність розроблення та удосконалення локальних радіомереж на основі WI-FI.

Технологія WI-FI, зручна та мобільна, надає бездротовий доступ до мережі, що робить її невід'ємною складовою сучасного світу. Розроблення локальних радіомереж на основі WI-FI забезпечує гнучкість та масштабованість, що дозволяє побудувати мережу залежно від конкретних потреб користувачів. Крім того, широкий спектр застосувань WI-FI дозволяє підключати багато пристроїв одночасно, що сприяє розвитку "інтернету речей" і використанню розумних пристроїв.

Огляд розвитку стандартів WI-FI вказує на постійне удосконалення технології та збільшення швидкості передачі даних. Різні стандарти WI-FI, такі як Wi-Fi 6 (802.11ax), дозволяють досягти високої продуктивності та ефективності передачі даних, що особливо важливо в епоху великого обсягу інформації та потокового відео.

З проведеного огляду, можна стверджувати, що розроблення та удосконалення локальних радіомереж на основі технології WI-FI має велике значення у сучасному світі. Це дозволяє нам використовувати бездротовий зв'язок зручно та ефективно, забезпечуючи швидку передачу даних і підключення багатьох пристроїв. Розвиток WI-FI технології є важливим кроком у напрямку побудови покращеного бездротового зв'язку, що відкриває нові можливості в різних сферах життя, включаючи бізнес, освіту, медицину та побутове використання.

Список використаних джерел

1. Офіційний сайт dlink. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tools.dlink.com/Welcome/>
2. Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) та пристрої на базі стандарту. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://romsat.ua/news/blog/standart-wi-fi-6/>
3. Evolution and Impact of Wi-Fi Technology and Applications. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10776-020-00501-8>
4. What is a WiFi Technology & How Does It Work? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.elprocus.com/how-does-wifi-technology-work/>
5. Wi-Fi 6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.tp-link.com/uk-ua/wifi6/>
6. Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.netacad.com/ru/courses/packet-tracer>
7. Packet Tracer Cisco Commands list CLI Basic [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://w7cloud.com/packet-tracer-cisco-commands-list-cli-basic/>
8. Cisco Commands Cheat Sheet [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.netwrix.com/cisco_commands_cheat_sheet.html
9. What do you need to build a private WiFi network? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://computer.howstuffworks.com/build-private-wifi-network.htm>
10. How to Set Up a Wi-Fi Network [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://edu.gcfglobal.org/en/basic-computer-skills/how-to-set-up-a-wifi-network/1/#>

Додаток А

1. THEORETICAL INFORMATION FOR THE WORK.

1.1 Introduction to theoretical information.

WI-FI is a wireless communication technology that allows you to transfer data between devices using radio waves in wireless networks. It is based on the IEEE 802.11 standard and provides fast and convenient data transfer between devices connected to the same local network.

WI-FI has become an essential technology in today's world, where wireless Internet access and data sharing have become an important part of everyday life. Here are some of the key reasons why WI-FI is so important in wireless communications:

- **Wireless Internet access:** WI-FI allows us to connect to the internet directly from our devices such as laptops, smartphones, tablets without the need for wired connections. This gives us the freedom to move around and access the Internet anywhere with WI-FI.
- **Convenience and mobility:** WI-FI allows us to connect wireless devices to the network with convenience and mobility. We can easily move our devices from one place to another, while maintaining a connection to the WI-FI network.
- **Wide application:** WI-FI is used in a variety of applications, from home networks to business environments and public spaces. It provides opportunities for data exchange, resource sharing, video conferencing, multimedia streaming, Internet telephony, and much more.
- **Speed and performance:** WI-FI standards are constantly evolving, enabling ever higher data rates. Modern standards such as Wi-Fi 6 and Wi-Fi 6E provide greatly improved performance, delivering high data rates and increased network capacity.
- **Development of the Internet of Things (IoT):** WI-FI is a key technology for realizing the concept of the Internet of Things, where various devices can be connected to a network and exchange data. It creates the basis for smart homes, smart cities, automated security systems, medical monitoring, and many other innovative solutions.

The definition of WI-FI and its importance in wireless communications indicate that this technology has a significant impact on our daily lives, providing us with convenience, mobility and extensive data transfer capabilities. As standards evolve and the number of connected devices grows, WI-FI remains an integral part of wireless communications in the future.

1.2 The purpose of the WI-FI technology review.

The purpose of the WI-FI technology review is to provide a detailed study and analysis of this wireless communication technology in order to develop a local radio network based on it. The review aims to familiarize you with the basic principles of WI-FI operation, its characteristics and capabilities, as well as to determine the importance and relevance of using WI-FI in modern network environments.

To achieve the purpose of the review, it is necessary to formulate the following lenses:

- Determine the principles of WI-FI technology: investigate the process of data transmission over wireless networks.
- Explore WI-FI standards and protocols: review different generations of WI-FI standards, paying attention to their characteristics, bandwidth, frequency bands, and supported functions.
- Study the impact of factors on WI-FI performance: investigate the impact of obstacles, range, number of connected devices, and other factors on the speed and stability of the WI-FI network.
- Review the development of WI-FI technology: describe the latest trends in WI-FI development, including Wi-Fi 6 and Wi-Fi 6E standards, their advantages and potential applications.
- Identify the advantages and disadvantages of WI-FI technology: review the advantages, such as convenience, mobility and widespread use, but also pay attention to the limitations and potential problems of WI-FI.

The purpose of the WI-FI technology review and the formulated lenses will allow us to better understand the principles and features of this technology, as well as

to assess its capabilities and limitations for further development of a local radio network.

1.3 History of WI-FI technology development.

Wireless networks were born out of the growing need for wireless communication and data transmission over distances. Traditional wired networks limited the mobility of users and created the need for complex and expensive cable infrastructures.

The first developments in the field of wireless networks began in the middle of the 20th century and were associated with military and scientific research. One of the first steps in this direction was the invention of radio and radio communication in the early 20th century. Radio made it possible to transmit voice signals wirelessly over long distances and became the basis for further developments in wireless communications.

In the 1940s, the first research and prototypes of wireless networks began to appear. One of the important achievements was the creation of ALOHAnet, which was the first network to exchange data wirelessly. It was developed in Hawaii in the 1970s and used a time-sharing method to transfer data between computers.

In the 1980s, wireless communication technology began to be widely used in industry and business environments. Standards were created, such as IEEE 802.11, which set the foundations for wireless local area networks (WLANs). The first WI-FI systems were introduced to the market in the 1990s and already then demonstrated the potential for creating wireless networks in home and commercial environments.

With the advent of the IEEE 802.11 standard, WI-FI technology has become widely used in many areas, including home communications, business networks, and public places. Gradually, new versions of the standard appeared, offering improvements in data transfer speed, increased range, and improved network security.

The first wireless network developments were an important milestone in the development of WI-FI technology. They created the fundamental basis for the further expansion and improvement of wireless networks that we see today. Developments in this area have allowed us to make wireless communication affordable, convenient and

reliable and have become the basis for the development of modern local radio networks based on WI-FI technology.

The development of WI-FI standards is an important component of wireless technology and has contributed to significant progress in wireless communications. Starting with the IEEE 802.11 standard developed in 1997, WI-FI has gone through several stages of evolution, leading to significant improvements in data rates, range, reliability and network security.

The main stages of WI-FI standards development include:

- IEEE 802.11b/g: These standards, introduced in the late 1990s, offered data rates of up to 54 Mbps at 2.4 GHz. They enabled the widespread adoption of WI-FI technology and became the basis for wireless communication in home and small commercial networks.
- IEEE 802.11n: The 802.11n standard, adopted in 2009, has brought significant improvements to wireless networks. It utilizes MIMO (Multiple Input Multiple Output) technology, which allows the use of more than one antenna channel for data transmission. This resulted in speeds of up to 600 Mbps and improved network coverage.
- IEEE 802.11ac: The 802.11ac standard, adopted in 2013, represented a significant breakthrough in wireless communications. It uses MIMO technology with a significant number of antenna channels, which allows for speeds of up to 1 Gbps or more. The 802.11ac standard also introduces improved modulation and channel access techniques that provide greater network efficiency.
- IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6): The Wi-Fi 6 standard, adopted in 2019, is the latest evolution of WI-FI. It offers significant improvements in data transfer speeds, network coverage, and performance in high traffic environments. Wi-Fi 6 uses technologies such as OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) and MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) to make more efficient use of channel access and transmit data to many users simultaneously.

These stages in the development of WI-FI standards reflect the ongoing evolution of the technology to improve the performance, reliability and speed of wireless networks. Each new standard offers improvements that are made available through ongoing research and innovation in wireless technology.

1.4 Wireless data transmission: basic principles and concepts.

Wireless data transmission is a key component of WI-FI and other wireless networks. It allows you to transmit and receive information without the need for a physical cable connection.

The basic principles and concepts of wireless data transmission include:

- **Radio spectrum:** Wireless data transmission uses the radio spectrum, which is the range of radio frequencies in which radio signals can be transmitted. The radio spectrum is governed by rules and standards that define the available frequency bands for unimpeded use.
- **Modulation:** Modulation, the process of converting information into a radio signal, is used to transmit data over wireless channels. Different types of modulation, such as frequency modulation (FM), phase modulation (PM), or quadrature amplitude modulation (QAM), allow data to be encoded and transmitted over radio channels.
- **Antennas:** Antennas are key components of wireless networks and are used to transmit and receive radio signals. They ensure efficient transmission and reception of signals and affect transmission speed, range, and signal quality.
- **Protocols:** For efficient wireless data transmission, specific wireless protocols are used, such as the IEEE 802.11 protocols for WI-FI. These protocols define rules for network access, signal management, authentication, and data encryption.
- **Security:** One of the key concepts of wireless data transmission is to ensure network security. This includes user authentication, data encryption, and protection against unauthorized access to the network.

The basic principles and concepts of wireless data transmission ensure reliable and efficient communication in wireless networks. They allow data to be transmitted

directly from one device to another via radio signals, which expands communication capabilities and contributes to the ease of use of wireless technologies.

1.5 Consideration of WI-FI network architecture and its components.

The architecture of a WI-FI network includes various components that cooperate with each other to provide wireless communication. The main components of a WI-FI network are Access Points and client devices. Let's take a closer look at each of these components:

- **Access Points (AP):** Access points are the centerpieces of a WI-FI network. They function as wireless bridges between the wireless network and the wired network. APs receive radio signals from client devices and transmit them to the network, and receive data from the network and transmit it to client devices. They are responsible for managing network access, authenticating users, and securing the network..
- **Client devices:** Client devices, such as laptops, smartphones, tablets, or other wireless devices, are used to connect to the WI-FI network. They send and receive data through the access points. Client devices have built-in wireless interfaces that allow them to communicate with the access points.
- **Connecting links:** Connecting links are used to transfer data between access points and other network nodes, such as routers or switches. These links can be wired or wireless and allow data to be exchanged between different parts of the network.
- **Management software:** The management software (Wireless LAN Controller or Network Controller) is used to control and manage the WI-FI network. It monitors, configures, and manages access points, allocates wireless resources, manages roaming (moving between access points), and manages network security..
- **Other components:** In addition to the core components, a WI-FI network may include other elements such as routers, switches, authentication servers, encryption systems, and other devices that provide advanced network capabilities and security.

These components work together to create a wireless WI-FI network that allows you to transfer data between different devices and provides convenient and affordable wireless communication.

1.6 Data transmission: physical and channel levels of WI-FI.

In WI-FI technology, data transmission occurs at different levels: physical and channel. Each of these levels performs certain functions that ensure efficient and uninterrupted data transmission.

Physical layer - responsible for the transmission of data bits over a wireless channel. This layer uses radio waves to transmit and receive signals between access points and client devices. It includes aspects such as signal modulation, coding and modulation techniques, channel layout, and signal separation.

- **Modulation:** At the physical layer, the signal is modulated using various techniques such as phase-shift keying (PSK), frequency-shift keying (FSK), or quadrature amplitude modulation (QAM). This allows data to be encoded into a radio signal for transmission.
- **Encoding:** The physical layer also includes encoding techniques that allow for reliable data transmission. This can include additional error checking bits (CRC), error correction, and other methods to ensure data integrity.
- **Channel location:** The physical layer determines the location and width of the wireless channels used to transmit signals. This includes selecting specific frequency bands and channels that have minimal overlap and signal distortion.

Link layer - responsible for organizing and managing data transmission between access points and client devices on a wireless channel. It includes aspects such as channel access separation, data flow management, resource allocation, and network access control.

- **Access control:** The data link layer uses various access control methods, such as CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), to manage conflicts and transmit data between different devices in the network.
- **Data flow management:** The data link layer includes mechanisms for controlling data flows, which provide data rate control and control over network congestion.

- Resource allocation: The link layer defines how access to network resources, such as time, frequency, or code resources, is allocated.
- Network access control: The data link layer also provides network authentication and security mechanisms, including encryption and user identification protocols.

These two layers, the physical and data link layers, work together to provide efficient and reliable data transmission in a wireless WI-FI network.

1.7 WI-FI standards.

WI-FI standards define a set of rules and specifications for wireless communication. Each standard has its own characteristics that affect performance and data transfer speed. The main WI-FI standards and their characteristics:

- 802.11b: This is one of the first WI-FI standards to use the 2.4 GHz frequency band. The data transfer rate reaches 11 Mbps. This standard has good compatibility with various devices, but due to the use of the low-frequency band, interference and inter-channel overlap can occur.
- 802.11a: This standard also operates at 5 GHz and provides speeds of up to 54 Mbps. Using a higher frequency range avoids interference and improves signal quality, but reduces the network coverage range.
- 802.11g: This standard operates at 2.4 GHz and supports speeds of up to 54 Mbps. It provides compatibility with 802.11b and has better data rates. However, due to the use of the 2.4 GHz band, there may be an increased sense of interference.
- 802.11n: This standard is an improved version of 802.11g and supports both 2.4 GHz and 5 GHz bands. It utilizes MIMO (Multiple Input Multiple Output) technology, which allows the use of more than one antenna to improve communication speed and range. Data transfer speeds can reach up to 600 Mbps.
- 802.11ac: This standard operates at 5 GHz and supports data rates of up to 1 Gbps. It utilizes wider channel widths and improved MIMO technology to deliver high-speed wireless communications. This standard delivers high performance and is suitable for the needs of large networks with many devices.

Each standard has its own advantages and limitations that affect the performance and data transfer rate of wireless WI-FI networks. The choice of standard depends on the specific needs and requirements of the project, such as transmission speed, coverage range, and number of connected devices.

The latest communication standard is 802.11ax (also known as Wi-Fi 6): This standard is the most recently developed WI-FI standard and is considered the successor to 802.11ac. It operates at both 2.4 GHz and 5 GHz and offers significant improvements in performance and data transfer speeds.

The 802.11ax standard uses new technologies to achieve higher transmission speeds, better network efficiency, and reduced interference. It introduces OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) technology, which allows you to divide the radio channel into more independent subchannels for simultaneous transmission of data to different devices. In addition, it uses MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) technology, which allows simultaneous data transmission to multiple devices.

The 802.11ax standard also offers improved network resource management, allowing for more efficient use of available spectrum and resource sharing among connected devices. It also supports higher channel capacity and uses advanced modulation techniques to deliver higher data rates.

The 802.11ax standard is a significant step forward in the development of WI-FI technologies and provides improved network performance and efficiency. It is especially useful in narrowly populated networks with a large number of simultaneously connected devices, such as office buildings, shopping centers, and public places.

1.8 Conclusion to the section.

This overview of WI-FI technology covers the main aspects of this wireless technology. WI-FI is proving to be an extremely important means of providing wireless communication in the modern world, due to its convenience, mobility and wide range of applications. The overview of WI-FI technology covered such aspects as the definition of WI-FI and its importance in wireless communications, the development

of WI-FI standards, the principles of wireless data transmission, the architecture of a WI-FI network and its components, the physical and data link layers, as well as the features of each standard and their impact on performance and data transmission speed.

The results of the survey show that WI-FI continues to evolve and improve over time, resulting in improved communication quality, data transfer speeds, and network performance. The choice of a particular WI-FI standard depends on the needs and requirements of a particular project, taking into account the transmission speed, coverage and number of connected devices.

An overview of WI-FI technology is an important step in understanding its principles and uses in a variety of applications, from home networks to commercial establishments and public places. Understanding WI-FI technology allows you to effectively utilize its potential and provide reliable and fast wireless connectivity for a variety of user needs.

Додаток Б

Актуальність роботи. Збільшення кількості пристроїв, які можуть працювати в Wi-Fi мережах, підвищені вимоги до швидкості передавання інформації призвели до розвитку стандарту Wi-Fi до версії Wi-Fi 6 (802.11ax). Даний стандарт є новітнім, тому потрібно дослідити його функціонування та можливість.

Мета роботи. Розроблення локальної мережі за допомогою новітніх технологій Wi-Fi, та перевірка ефективності такої мережі.

Методи дослідження. Дослідження проводилося з застосуванням загальнодоступного середовища D-Link Wi-Fi Planner Pro, яке є програмним інструментом, призначеним для планування безпроводових мереж.

Етапи у виконанні роботи

3

Вибір оптимального розташування

Знаходження найкращого місця розташування маршрутизаторів за допомогою спеціалізованої програми.

Тестування мережі

Проведення тестів зібраної мережі, для перевірки її працездатності



Вибір обладнання

Пошук та вибір обладнання відповідно до вимог.

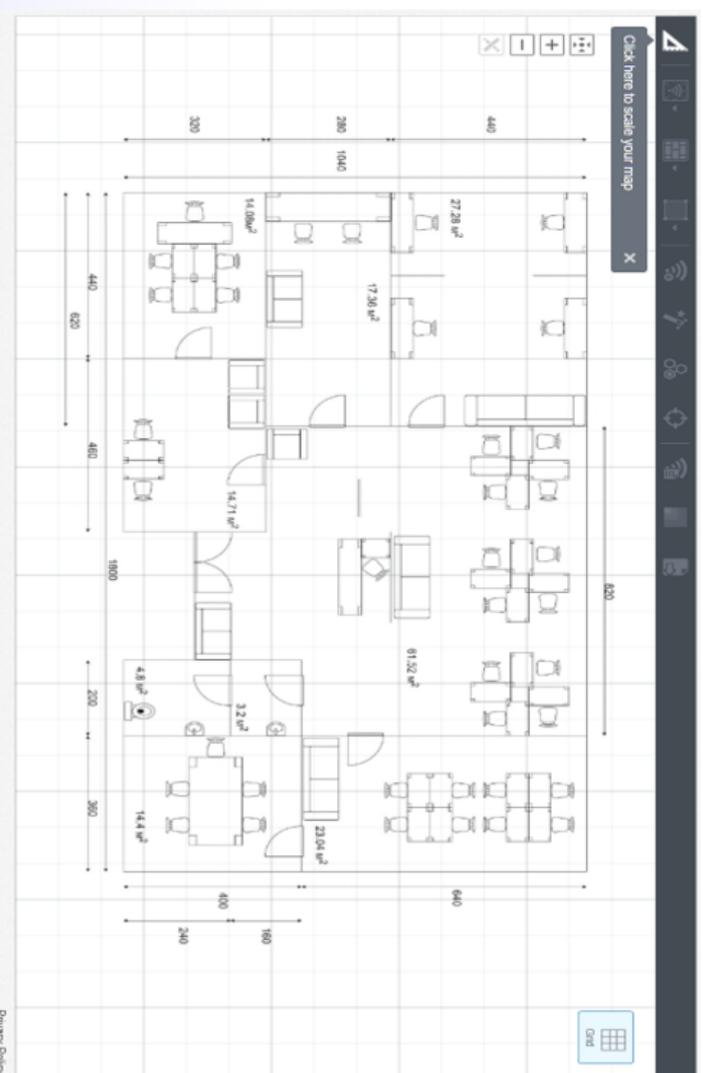
Створення мережі

Проектування та створення мережі, на основі наявного обладнання.

Вихідні дані

4

- Кількість користувачів – 50;
- Типи передачі даних – голос, відео, текст;
- Розмір приміщення – довжина 18 метрів, ширина 10,4 метра;
- Матеріал стін: зовнішні – кирпич, внутрішні – дерево.
- Мінімальна потужність сигналу – 50 дБм.



5

Характеристика обраного маршрутизатора (точки доступу)

Підтримка стандартів – IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax.

Тип антени - чотири внутрішні всеспрямовані антени з коефіцієнтами посилення 4 дВі для 5 ГГц і 3 дВі для 2,4 ГГц.

Максимальна потужність – 20 дБм.

Максимальна площа покриття для частот 2,4 ГГц - 99,58

м². Для частот 5 ГГц – 65,92 м².

Standard	alb/g/n/ac/ax
2.4G	
Full Power	20 dBm
Max Coverage	99.58 m ²
5G	
Full Power	20 dBm
Max Coverage	65.92 m ²

DWL-X8630AP (Опті)

Обране оптимальне місце

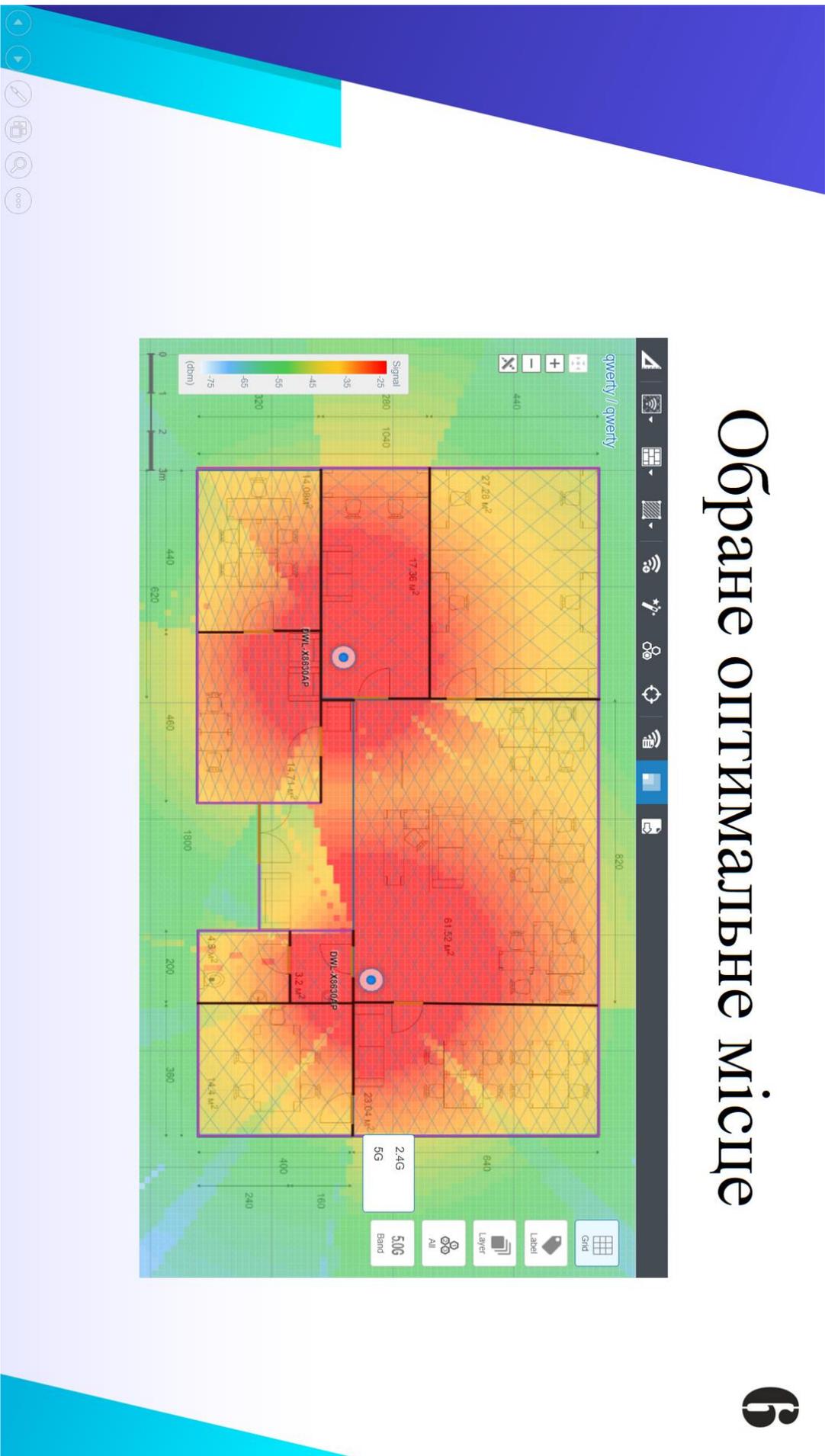
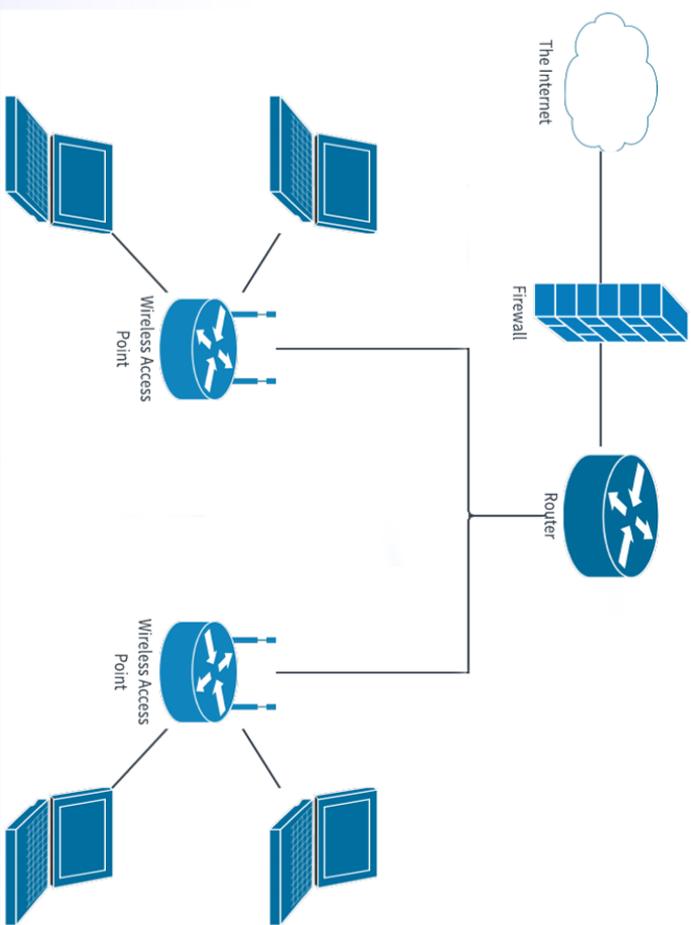
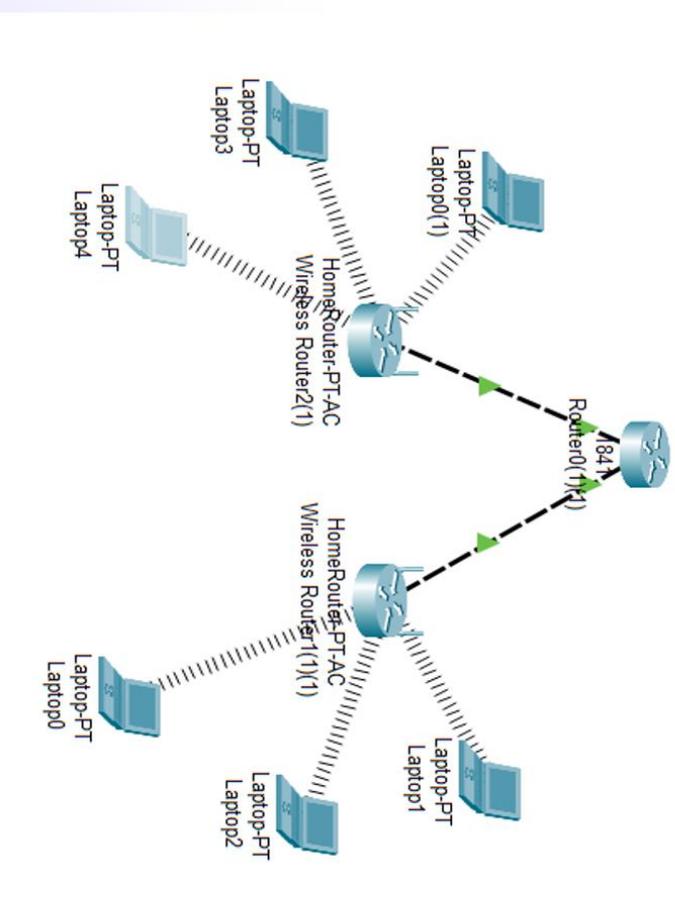


Схема створеної мережі

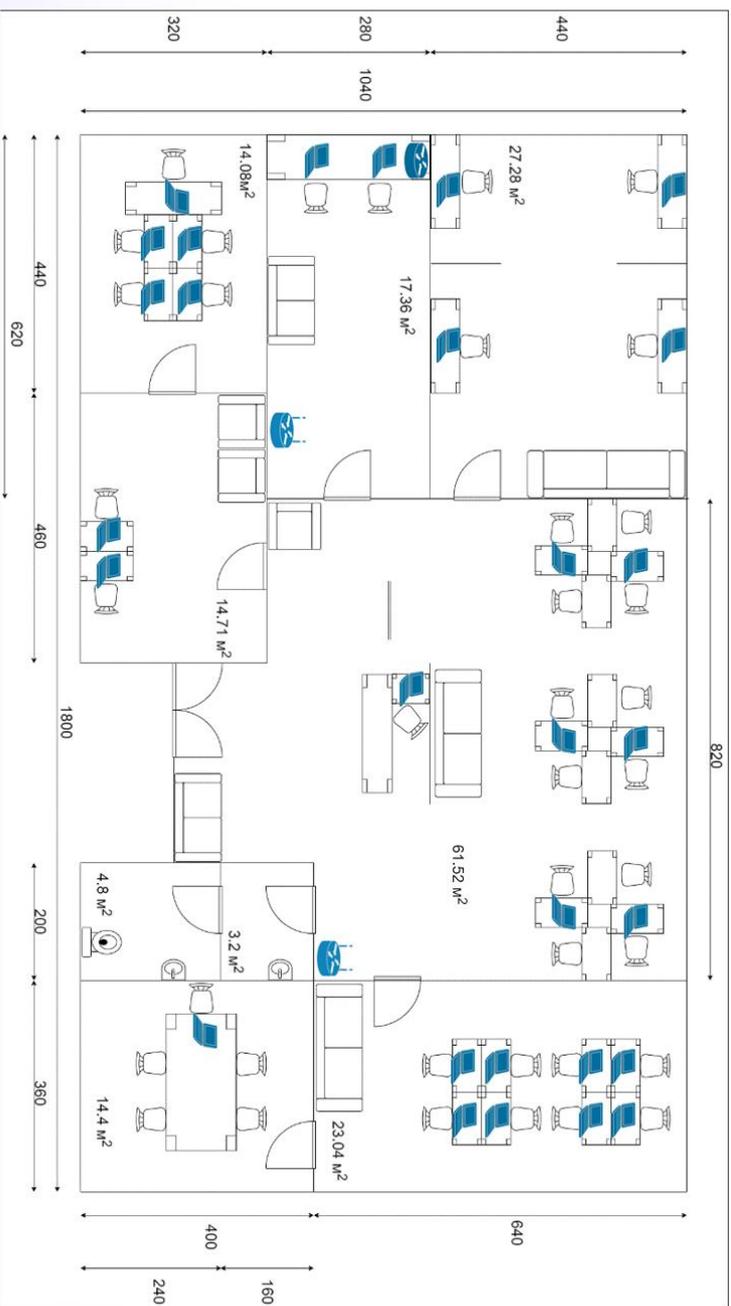
?



Зібрана схема мережі з підключеними пристроями



Розміщення пристроїв та обладнання



Тестування мережі

10

Під час тестування мережі було

перевірено:

- зв'язок між пристроями;
- зв'язок між роутером і пристроєм;
- вихід в інтернет.

При тестуванні було виявлено, що мережа функціонує коректно та виконує всі свої функції.

```
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=31ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=29ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=18ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=37ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 37ms, Average = 28ms

C:\>
```

```
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 210.210.0.2

Pinging 210.210.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=55ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=18ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=35ms TTL=255
Reply from 210.210.0.2: bytes=32 time=24ms TTL=255

Ping statistics for 210.210.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 55ms, Average = 33ms
```

Висновки

II

Локальна радіомережа на основі технології Wi-Fi 6 забезпечує вищу швидкість передачі даних, покращену стійкість до інтерференції, знижену затримку та забезпечує більш ефективне використання радіочастотного спектру, що покращує характеристики продуктивності радіомережі в цілому. Тому вибір моделі безпроводового маршрутизатора з підтримкою технології Wi-Fi 6 забезпечує максимальну швидкість передачі даних та покращує якість підключення для користувачів.