

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**здобувача освіти денної форми навчання
БКС.28.029.000.КРБ**

***УДОТА
ДМИТРА
ВІТАЛІЙОВИЧА***

**м. Одеса
2024 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНАХТ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

До кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: _____

«Дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph»

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 60 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 10 аркушах (слайдах)

Виконавець _____ (Удот Д.В.)

Керівник проекту _____ (Краснієнко Н.В.)

Консультанти:

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Завідувачка кафедри _____ (Іванова Л.В.)

Завідувач відділення _____ (Скорнякова О.В.)

Захист «27» _____ 06 _____ 2024 р.

Протокол ДКК № 3

Оцінка ДКК 4 (добре) 85

Секретар ДКК _____

АНОТАЦІЯ

Мета роботи «Дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph» є включас аспекти: оцнку продуктивності мережі, оптимізацію розміщення точок доступу, визначення оптимальних місць для розміщення точок доступу із використанням теплових карт для візуалізації покриття мережі.

В кваліфікаційній роботі бакалавра проведено наступне:

- 1) обґрунтовано вибір ПЗ TamoGraph Site Survey, яке призначено для розгортання і покриття Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax.
- 2) Досліджено, що точка доступу в діапазоні частот 2,4 ГГц має велику площу покриття і порівняно невелику (з 5 ГГц діапазоном) швидкість передавання даних. Також, завади в вигляді тонких стін мало впливають на швидкість передавання та рівень сигналу.
- 3) Точка доступу в діапазоні частот 5 ГГц, з іншого боку, має невелику площу покриття та дуже високу швидкість передавання. Є дуже чутливою навіть до стін з невеликою товщиною, що призводить до погіршення рівня сигналу і зменшення швидкості.
- 4) Використання точок доступу Aruba 505 стандарту 802.11ax (Wi-Fi 6) пропонує покращену роботу в умовах перевантаження, більшу швидкість передачі даних та меншу затримку.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Ігор Беркань
« 15 » 07 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Здобувачеві (здобувачці) освіти Удому Дмитру Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph

затверджена наказом по коледжу від « 02 » 11 2023 р. № 244-02-ОД

2. Термін задачі кваліфікаційної роботи 10.06.2024

3. Вихідні данні до проекту (роботи)

Об'єкт аналізу – мережа Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax. Програмний засіб – інструмент для проектування, аналізу, оптимізації Wi-Fi мереж TamoGraph Site Survey, обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

1. Вступ. 2. Основний розділ. 3. Охорона праці. Висновки. Перелік використаних джерел. Додаток

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

Презентація-слайди Принцип роботи мережі Wi-Fi Порівняльна таблиця стандартів 802.11. Інструмент для проектування, аналізу, оптимізації та усунення несправностей мереж Wi-Fi TamoGraph Site Survey. Аналіз об'єкту. Проектні характеристики мережі. Висновки

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний розділ	Краснієнко Н.В.		
Розділ охорони праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 15.01.24

Керівник


(підпис)

Завдання прийняв до виконання


(підпис)

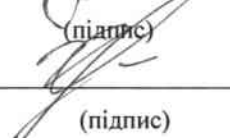
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1	Робота над Вступом	15.05.2024	
	Робота з літературою	17.05.2024	
2	Аналіз засобів проектування	20.05.2024	
	Моделювання об'єкту мережі	22.05.2024	
4	Дослідження характеристик	23.05.2024	
5	Узагальнення результатів моделювання	24.05.2024	
6	Виконання розділу «Охорона праці»	03.06.2024	
7	Виконання графічної частини роботи	10.06.2024	
8	Чистове оформлення пояснювальної ПЗ	11.06.2024	
9	Підготовка доповіді до захисту	13.06.2024	
10	Отримання рецензії, відповіді на зауваження рецензента	14.06.2024	
11	Підготовка мультимедійної презентації	17.06.2024	

Виконавець


(підпис)

Керівник


(підпис)

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	7
1 Основний розділ.....	8
1.1 Аналіз технічного завдання.....	8
1.2 Аналіз програмних засобів для моделювання зони покриття Wi-Fi мережі.....	13
1.3 Планування безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у TamoGraph Site Survey.....	17
1.3.1 Підготовка об'єкту для планування мережі.....	18
1.3.2 Аналіз показників роботи точок доступу.....	22
1.4 Конструкторська реалізація.....	35
1.5 Рекомендації проектування до кабельної інфраструктури.....	45
2 Охорона праці та техніка безпеки.....	47
2.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконанні основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування.....	48
2.1.1 Організація робочого місця користувача ПК	48
2.1.2 Параметри мікроклімату.....	49
2.1.3 Шум та вібрація.....	50
2.1.4 Електробезпека.....	50
2.2 Пожежна безпека	51
Висновки.....	53
Перелік використаних інформаційних джерел.....	54
Додаток А. Слайди мультимедійної презентації.....	56

ВСТУП

Wi-Fi (від. англ. Wireless Fidelity) - бездротова точність дозволяє створити бездротову локальну мережу. Бездротові мережі мають багато переваг. Такі мережі дозволяють створити зручну і ефективну інфраструктуру зв'язку, яка особливо корисна в домашніх та офісних умовах.

Однак, наряду з перевагами, існують деякі недоліки бездротових мереж, такі як залежність від відстані та радіуса зони покриття, вплив перешкод та умов передачі даних. Ці фактори можуть впливати на якість і швидкість зв'язку, зокрема, можуть виникати проблеми зі стабільністю з'єднання або спадом швидкості передачі даних.

Наразі існують програмні засоби для якісної розробки проектів бездротових мереж. Такі програмні засоби можуть включати інструменти для проектування та моделювання мережі, аналізу радіочастотного середовища, управління точками доступу, моніторингу мережевої діяльності та безпеки мережі. Вони допомагають інженерам і адміністраторам мережі розробляти та підтримувати оптимальні і надійні бездротові мережі.

Мета дослідження розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі Tamograph включає аспекти: оцінку продуктивності мережі, оптимізацію розміщення точок доступу, визначення оптимальних місць для розміщення точок доступу із використанням теплових карт для візуалізації покриття мережі.

Таким чином дослідження програмних засобів що сприяють якісній розробці проектів бездротових мереж є актуальною.

У розділі охорони праці розглянуто негативні фактори, що впливають на користувача персонального комп'ютера, враховувані можливі негативні впливи використання бездротових пристроїв на здоров'я користувачів, зокрема, можливість виникнення електромагнітної сумісності, а також відповідність вимогам стандартів безпеки. Дотримання правил і норм безпеки при експлуатації бездротових мереж є важливою частиною охорони праці.

					БКС 28. 29 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз технічного завдання

Наразі Wi-Fi 6 (802.11ax) є однією з останніх версій стандарту бездротових мереж, і вона дійсно відрізняється від попередніх версій, таких як Wi-Fi 5 (802.11ac). Ось деякі основні відмінності між ними:

Швидкість передачі даних: Wi-Fi 6 надає значну покращену швидкість передачі даних порівняно з Wi-Fi 5. Він може обробляти більше даних за один раз і пропонує вищу максимальну швидкість передачі даних, що робить його ідеальним для сучасних вимог щодо високошвидкісного Інтернету та стрімінгу мультимедіа.

Ефективність умов зв'язку: Wi-Fi 6 володіє покращеною ефективністю роботи в умовах високого навантаження мережі. Він може краще керувати багатьма пристроями, які з'єднані з однією точкою доступу, зменшуючи затори та забезпечуючи більш стабільний зв'язок.

Покращена продуктивність у середовищі з багатьма пристроями: Завдяки новим технологіям, таким як OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) і MU-MIMO (Multi-User, Multiple Input, Multiple Output), Wi-Fi 6 може забезпечити покращену продуктивність у середовищах з великою кількістю підключених пристроїв. Це означає, що навіть у густонаселених мережах кожен пристрій може отримати більше доступного часу для передачі даних.

Збільшена енергоефективність: Wi-Fi 6 споживає менше енергії, що дозволяє пристроям працювати довше від акумуляторів та зменшує витрати електроенергії у великих мережах.

Підтримка для ширококутових каналів: Wi-Fi 6 підтримує ширококутові канали, що дозволяють передавати більше даних одночасно, що призводить до покращеного досвіду користувача та забезпечує кращу продуктивність в мережах з високим навантаженням.

Ці відмінності роблять Wi-Fi 6 привабливим вибором для оновлення мережі, особливо для тих, хто шукає покращену швидкість, продуктивність та надійність у своїй бездротовій мережі.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Метою розробки є дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraf для забезпечення максимальної якості зв'язку проєктованої мережі в усіх частинах приміщення.

Об'єктом дослідження є Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax для двох об'єктів: приміщення офісу компанії медичних препаратів та невеликого кафе.

Для організації безконтролерних мереж я обираю точки доступу Aruba.

Предметом дослідження є зона покриття точки доступу бездротової мережі на обладнанні Aruba та її пропускну спроможність під впливом навантаження та колізій.

Доводжу короткий огляд характеристик структури фізичного та канального рівнів моделі ISO/OSI, а саме фізичний та канальний рівні:

Фізичний рівень (Physical Layer):

Передача даних через медіум: Фізичний рівень визначає спосіб, яким дані передаються через фізичні медіуми, такі як мідні кабелі, оптичні волокна або радіохвилі в бездротових мережах.

Характеристики передачі даних: Цей рівень визначає параметри передачі даних, такі як швидкість передачі, модуляція сигналу, довжина хвиль та інші параметри, які впливають на якість та швидкість передачі.

Синхронізація і таймінг: Фізичний рівень відповідає за синхронізацію передачі даних між відправником та отримувачем, а також за забезпечення правильного таймінгу передачі.

Модуляція та кодування: Фізичний рівень включає процеси модуляції та кодування, які перетворюють цифрові дані на сигнали, які можуть бути передані через фізичний канал.

Канальний рівень (Data Link Layer):

Формування кадрів: Канальний рівень відповідає за розділення потоку даних на кадри для передачі. Кадр містить інформацію про адресу відправника та отримувача, а також дані для визначення помилок.

Керування доступом до медіуму: Канальний рівень включає протоколи керування доступом до медіуму, такі як CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

with Collision Detection) або CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), які вирішують конфлікти при доступі до спільного медіуму.

Виявлення та виправлення помилок: Канальний рівень може виявляти та виправляти помилки, що виникають під час передачі даних, за допомогою методів, таких як CRC (Cyclic Redundancy Check).

Керування потоком даних: Канальний рівень включає механізми керування потоком даних, щоб уникнути перевантаження отримувача занадто великою кількістю даних.

Ці два рівні моделі ISO/OSI є основними для забезпечення передачі даних у мережах та включають в себе різноманітні функції, що забезпечують ефективну та надійну комунікацію між пристроями.

Нижче розглянуто основні відмінності стандарту 802.11ax. На рисунку 1.1 представлено характеристики структури фізичного і канального рівня моделі ISO/OSI з використанням стеку протоколів IEEE 802.11, що впливають на швидкість передавання даних.

Канальний рівень	LLC					
	MAC	PCF				
		DCF				
Фізичний рівень	802.11b 2,4 ГГц DSSS з CCK до 11 Мбіт/с	802.11a 5 ГГц 64-QAM до 54 Мбіт/с	802.11g 2,4 ГГц 64-QAM до 54 Мбіт/с	802.11n 2,4 та 5 ГГц 64-QAM до 600 Мбіт/с	802.11ac 5 ГГц 256-QAM до 6933 Мбіт/с	802.11ax 2,4 та 5 ГГц 1024-QAM до 9608 Мбіт/с

Рисунок 1.1. Структура фізичного і канального рівня моделі ISO/OSI з використанням стеку протоколів IEEE 802.11



Стандартна преамбула

Рисунок 1.1. Структура кадру 802.11ах

Для всіх чергових специфікацій (802.11а, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, 802.11ах) є базовим стандарт IEEE802.11.

В таблиці 1.1 приведена узагальнена порівняльна характеристика Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ах.

Таблиця 1.1. Порівняння основних характеристик специфікацій стандарту IEEE 802.11 1997-2019 рр.

Версія стандарту	802.11	802.11b	802.11а	802.11g	802.11n	802.11ac	802.11ах
Рік ратифікації	1997	1999	1999	2003	2009	2014	2017-2019
Робоча частота, ГГц	2,4/IR	2,4	5	2,4	2,4/5	5	2,4/5
Ширина смуги каналу зв'язку, МГц	20	20	20	20	20/40	20/40/80/160	20/40/80/160
Пікова фізична швидкість (PHY), Мбіт/с	2	11	54	54	600	6933	9608
Макс. кількість SU-потоків (SU-Streams)	1	1	1	1	4	8	8
Макс. кількість MU-потоків (MU-Streams)	–	–	–	–	–	4	8
Технологія передавання даних	DSSS, FHSS	DSSS, CCK	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM, OFDMA
Тип модуляції, швидкість кодування	DQPSKD	CCK	64-QAM, 3/4	64-QAM, 3/4	64-QAM, 5/6	256-QAM, 5/6	1024-QAM, 5/6
Макс. кількість підносійних OFDM	–	–	64	64	128	512	2048
Рознесення носійних, кГц	–	–	312,5	312,5	312,5	312,5	78,125

Стандарти IEEE 802.11, які відомі як стандарти Wi-Fi, пройшли довгий шлях еволюції з моменту їх запровадження. Нижче приведено огляд їх розвитку з моменту їх запровадження.

IEEE 802.11 (1997): Перший стандарт Wi-Fi, який визначав бездротову передачу даних з використанням радіохвиль. Він пропонував швидкість передачі даних до 2 Мбіт/с.

IEEE 802.11b (1999): Цей стандарт вдосконалив оригінальний стандарт, забезпечуючи швидкість передачі даних до 11 Мбіт/с. 802.11b став першим широко використовуваним стандартом Wi-Fi.

IEEE Standard	Year Adopted	Frequency	Max. Data Rate	Max. Range
802.11a	1999	5 GHz	54 Mbps	400 ft.
802.11b	1999	2.4 GHz	11 Mbps	450 ft.
802.11g	2003	2.4 GHz	54 Mbps	450 ft.
802.11n	2009	2.4/5 GHz	600 Mbps	825 ft.
802.11ac	2014	5 GHz	1 Gbps	1,000 ft.
802.11ac Wave 2	2015	5 GHz	3.47 Gbps	10 m.
802.11ad	2016	60 GHz	7 Gbps	30 ft.
802.11af	2014	2.4/5 GHz	26.7 Mbps – 568.9 Mbps (depending on channel)	1,000 m.
802.11ah	2016	2.4/5 GHz	347 Mbps	1,000 m.
802.11ax	2019 (expected)	2.4/5 GHz	10 Gbps	1,000 ft.
802.11ay	late 2019 (expected)	60 GHz	100 Gbps	300-500 m.
802.11az	2021 (expected)	60 GHz	Device tracking refresh rate 0.1-0.5 Hz	Accuracy <1m to <0.1m

Рисунок 1.2. Еволюція стандартів IEEE 802.11 1999-2021 рр.

IEEE 802.11a (1999): Введення стандарту 802.11a дозволило використовувати діапазон частот 5 ГГц для передачі даних. Це забезпечило меншу вразливість до перешкод та швидкість до 54 Мбіт/с.

IEEE 802.11g (2003): Стандарт 802.11g об'єднав переваги 802.11a (висока швидкість) і 802.11b (широке поширення). Він пропонував швидкість до 54 Мбіт/с,

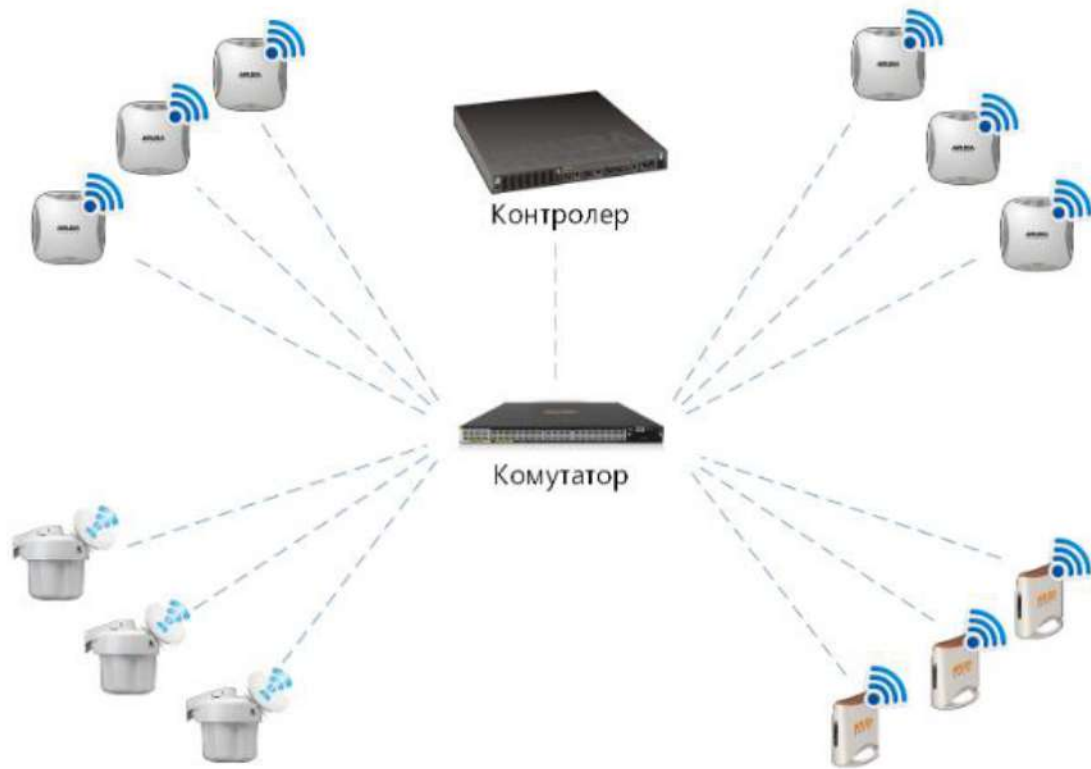


Рисунок 1.3 Узагальнена схема пробудови мережі Wi-Fi

Процес розгортання бездротової мережі може бути простим, якщо дотримуватись кількох ключових етапів. Ось узагальнений алгоритм розгортання бездротової мережі на об'єкті, що складається з однієї будівлі або групи близько розташованих будов, об'єднаних локальною мережею:

Планування та аналіз потреб: визначення потреби об'єкта або будівлі щодо бездротового зв'язку. Це включає визначення областей покриття, кількості пристроїв, що підключаються, та типів даних, що передаються.

Вибір обладнання: вибір відповідного обладнання для мережі, таке як маршрутизатори, точки доступу, антени тощо із врахуванням потужності, стандартів безпеки, швидкості передачі даних та інших функціональних вимог.

Місце розташування обладнання: визначення оптимального місця для розташування маршрутизаторів та точок доступу з урахуванням покриття сигналу та мінімізації перешкод.

Підключення обладнання до джерел живлення та мережевих портів.

Налаштування мережі: встановлення параметрів мережі, таких як ім'я мережі (SSID), тип безпеки (наприклад, WPA3), паролі доступу та інші налаштування

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

відповідно до потреб.

Тестування та оптимізація: проведення тестування зв'язку та покриття сигналу в різних частинах будівлі або об'єкта. Виправлення можливих проблем та оптимізація мережі для досягнення максимальної ефективності.

Підтримка та адміністрування: Забезпечення постійної підтримки мережі, включаючи відстеження пропускну здатності, оновлення програмного забезпечення та вирішення будь-яких проблем, що можуть виникнути.

Дотримуючись цих етапів, фахівець взмозі ефективно розгорнути бездротову мережу на об'єкті та забезпечити надійний бездротовий зв'язок для користувачів.

Сучасна розподілена інтелектуальна архітектура Wi-Fi забезпечує високодоступну, масштабовану та просту в управлінні бездротову мережу.

Інтелектуальні передові точки доступу (AP) управляються як єдина система або кластер і здійснюють контроль та передачу інформації розподіленим та скоординованим чином в архітектурі без контролера. Можна віртуалізувати контролер, розгорнути та запустити його розподіленим чином у точках доступу з просуненим інтелектом.

Це рішення дійсно відкриває нові можливості для управління та контролю бездротовими мережами, забезпечуючи високу доступність, масштабованість та простоту управління.

Впровадження інтелектуальних передових точок доступу, які управляються як єдина система або кластер, дійсно дозволяє забезпечити ефективний контроль та передачу інформації у розподіленому та скоординованому способі. Віртуалізація контролера також відкриває нові можливості для розгортання розподіленого контролю з просунутим інтелектом прямо на точках доступу.

Архітектура з централізованим управлінням та контролем політик дійсно сприяє підвищенню безпеки на кожному етапі, починаючи з межі мережі, що є критичним для сучасних цифрових підприємств.

Підвищення безпеки за допомогою WPA3 та Wi-Fi Enhanced Open дозволяє покращити захист мережі, особливо в умовах зростаючого впливу Інтернету речей

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

та мобільних пристроїв.

Ці інновації дійсно сприятимуть розвитку майбутніх цифрових підприємств та забезпечать їм необхідну гнучкість, мобільність та захищену інфраструктуру для досягнення успіху в сучасному світі.

Технології Wi-Fi 6 (802.11ax) відкривають нові можливості для бездротових мереж, роблячи їх ефективнішими, швидшими і більш надійними.

Aruba є одним з провідних виробників обладнання для корпоративних мереж, їхні точки доступу Aruba Wi-Fi 6 наділені усіма перерахованими технологіями та інноваціями, що робить їх ідеальними для високопродуктивних і енергоефективних бездротових безконтролерних мереж.

Aruba відома своїми інноваційними рішеннями у сфері корпоративних мереж, а їхні точки доступу Aruba Wi-Fi 6 є вражаючим прикладом передових технологій. Wi-Fi 6, також відомий як 802.11ax, відкриває нові горизонти в швидкості, ємності та продуктивності для бездротових мереж.

Технології, які вбудовані в точки доступу Aruba Wi-Fi 6, такі як MU-MIMO (Multi-User, Multiple Input, Multiple Output), OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) та BSS Coloring, допомагають забезпечити високу ефективність передачі даних, навіть в умовах великої кількості підключених пристроїв та високих навантажень.

Крім того, енергоефективність є важливим аспектом сучасних мереж, і точки доступу Aruba Wi-Fi 6 розроблені з урахуванням цього.

Вони використовують різні технології для оптимізації використання енергії, забезпечуючи ефективну роботу мережі при мінімальному споживанні електроенергії.

Усі ці функції роблять точки доступу Aruba Wi-Fi 6 ідеальними для високопродуктивних та енергоефективних безконтролерних мереж, дозволяючи компаніям масштабувати свої бездротові інфраструктури та забезпечувати високу якість обслуговування для своїх користувачів.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.2 Аналіз програмних засобів для моделювання зони покриття

Wi-Fi мережі

Під час проектування і розгортання бездротових мереж розробник стикається з безліччю проблем. Вирішення очікуваних проблем вимагає розробку різних візуальних професійних програмних засобів з метою досягнення високопродуктивних бездротових мереж.

Існує кілька програмних засобів для моделювання зони покриття Wi-Fi мережі, які допомагають інженерам та адміністраторам мережі ефективно планувати та налаштовувати свої бездротові інфраструктури. Деякі з найпопулярніших програмних засобів включають у себе:

EkaHau Site Survey: Це потужне програмне забезпечення для проектування Wi-Fi мережі, яке дозволяє створювати детальні плани зони покриття, враховуючи різноманітні чинники, такі як розташування стін, перешкоди та інші радіочутливі властивості. Воно також має функції вимірювання сигналу та аналізу мережі в реальному часі.

NetSpot: Це інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення для виконання аналізу бездротових мереж на базі macOS та Windows. Воно надає можливість створювати карту покриття Wi-Fi з показниками сигналу, швидкості передачі даних та іншими параметрами.

AirMagnet Survey: Це програмне забезпечення, розроблене компанією NETSCOUT, яке дозволяє інженерам створювати детальні зони покриття Wi-Fi мережі, проводити аудит та виявляти проблеми зі зв'язком.

iBwave Wi-Fi: Це програмне забезпечення для моделювання зони покриття Wi-Fi, спроектоване для використання в середовищі будівельного проектування. Воно дозволяє інженерам розробляти та візуалізувати мережі Wi-Fi в будівлях будь-якої складності.

TamoGraph Site Survey: Це програмне забезпечення для аналізу та планування Wi-Fi мережі, яке дозволяє інженерам вимірювати сигнал, аналізувати інтерференцію та виконувати інші завдання для оптимізації бездротової інфраструктури. Підтримує різні формати звітів та карт.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

NetAlly AirMagnet Survey Pro:

Характеристики: Потужний інструмент для аналізу та оптимізації бездротових мереж, який має великий набір функцій, включаючи моделювання покриття, виявлення перешкод та аналіз пропускну здатності. Підтримує різні типи мереж та пристроїв.

Ці програмні засоби надають широкий спектр функцій для моделювання та аналізу бездротових мереж, дозволяючи користувачам ефективно планувати, налаштовувати та вдосконалювати свої мережі Wi-Fi. Вибір конкретного програмного забезпечення може залежати від потреб конкретного проекту та уподобань користувача.

1.3 Планування безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у ПЗ TamoGraph Site Survey

У якості реалізації прикладу дослідження для стандарту IEEE 802.11ax я використовую ПЗ TamoGraph Site Survey.

TamoGraph – це потужне та зручне програмне забезпечення для бездротового обстеження сайтів для збору, візуалізації та аналізу даних Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax.

- 1) TamoGraph Site Survey - це програмне забезпечення, призначене для проведення комплексного аналізу та планування бездротових мереж на основі стандарту IEEE 802.11, включаючи стандарт 802.11ah.
- 2) В основі програмного забезпечення лежить ряд ключових функцій, спрямованих на максимізацію ефективності мережі та покращення її продуктивності:
- 3) Проведення вимірювань сигналу: TamoGraph Site Survey дозволяє здійснювати вимірювання сигналу на різних точках місцевості, щоб зрозуміти потужність сигналу та його розподіл.
- 4) Аналіз шуму та перешкод: Програмне забезпечення дозволяє виявляти джерела шуму та перешкод, що можуть впливати на якість зв'язку в бездротовій мережі.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- 5) Планування покриття мережі: TamoGraph дозволяє вам визначати оптимальне розташування точок доступу для досягнення найкращого покриття та забезпечення необхідної пропускну здатності.
- 6) Оптимізація мережі: Програмне забезпечення аналізує параметри мережі та надає рекомендації щодо оптимізації розташування точок доступу та інших параметрів для досягнення оптимальної продуктивності.
- 7) Візуалізація результатів: Результати аналізу відображаються у вигляді зрозумілих графіків та карт, що дозволяє оперативно розуміти ситуацію в мережі та приймати відповідні рішення.

Для мереж на основі стандарту IEEE 802.11ah, TamoGraph Site Survey може бути корисним інструментом для забезпечення надійної та ефективної роботи мережі, особливо в умовах, коли потрібно покрити велику площу з обмеженим числом точок доступу.

Програмне забезпечення TamoGraph Site Survey доступне для Windows і macOS.

Нижче приводжу системні вимоги до програмного забезпечення TamoGraph Site Survey, які складаються з таких характеристик:

Операційна система:

Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10 або Windows Server 2008 R2, Windows Server 2012 або Windows Server 2012 R2, Windows Server 2016 або Windows Server 2019.

Процесор:

Рекомендований процесор Intel Core i5 або краще.

Оперативна пам'ять:

Мінімум 4 ГБ оперативної пам'яті (RAM).

Відеокарта:

Відеокарта з підтримкою DirectX 9 або новіше, роздільна здатність екрану не менше 1024x768.

Місце на жорсткому диску:

Мінімум 200 МБ вільного місця на жорсткому диску для встановлення

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

програми.

Інші вимоги:

Wi-Fi адаптер, який підтримується програмою (це може бути вбудований Wi-Fi адаптер на вашому ноутбучі або зовнішній USB Wi-Fi адаптер).

Встановлене програмне забезпечення Java Runtime Environment (JRE) версії 8 або новіше.

Отже, для забезпечення оптимальної роботи TamoGraph Site Survey потрібно виконання цих вмог.

Нижче приводжу особливості програмного продукту TamoGraph Site Survey.

Особливості програмного продукту TamoGraph Site Survey включають:

- 1) Комплексний аналіз бездротових мереж: TamoGraph Site Survey дозволяє проводити детальний аналіз параметрів бездротових мереж на основі стандарту IEEE 802.11, включаючи стандарт 802.11ah.
- 2) Вимірювання сигналу та шуму: Програмне забезпечення дозволяє здійснювати вимірювання потужності сигналу та шуму на різних точках місцевості для оцінки якості покриття мережі.
- 3) Візуалізація результатів: Результати аналізу відображаються у вигляді графіків та карт, що допомагає оперативно оцінити ситуацію та приймати відповідні рішення.
- 4) Планування покриття мережі: TamoGraph Site Survey дозволяє визначати оптимальне розташування точок доступу для максимального покриття та забезпечення необхідної пропускної здатності.
- 5) Аналіз інтерференції та перешкод: Програмне забезпечення виявляє джерела інтерференції та перешкод, що можуть впливати на якість зв'язку в бездротовій мережі.
- 6) Оптимізація мережі: TamoGraph Site Survey надає рекомендації щодо оптимізації розташування точок доступу та інших параметрів мережі для досягнення оптимальної продуктивності.
- 7) Підтримка різних стандартів бездротового зв'язку: Підтримка стандартів бездротового зв'язку, таких як IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/ah, що робить програмне

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

забезпечення універсальним і придатним для різних типів мереж.

- 8) Детальна звітність у форматах PDF, HTML і ODT (Microsoft Word);
- 9) Десятки шаблонів антен дозволяють моделювати точки доступу від основних постачальників WLAN: Cisco, Aruba, Ruckus, Aerohive, Ubiquiti, Meraki та багатьох інших; ці постачальники є серед лідерів на ринку бездротових мереж (WLAN).

Ось коротка інформація про кожного з них:

- 1) Cisco Systems: Cisco є одним з провідних виробників обладнання для мереж, включаючи рішення для бездротових мереж. Вони пропонують широкий спектр продуктів, включаючи точки доступу, контролери мережі, програмне забезпечення управління та аналізу мережі.
- 2) Aruba Networks (Hewlett Packard Enterprise): Aruba, що входить до складу корпорації Hewlett Packard Enterprise, спеціалізується на розробці інноваційних рішень для мереж, включаючи технології бездротового зв'язку. Вони пропонують точки доступу, контролери мережі, програмне забезпечення управління та розумних аналітичних інструментів.
- 3) Ruckus Networks (колишній Brocade): Ruckus Networks, який тепер є частиною компанії CommScope, спеціалізується на виробництві передового обладнання для бездротових мереж. Вони відомі своїми технологіями Smart Wi-Fi, які забезпечують високу продуктивність та надійність мережі.
- 4) Aerohive Networks (Extreme Networks): Aerohive, що тепер є частиною компанії Extreme Networks, пропонує хмарні та контролерні рішення для бездротових мереж. Вони відомі своїми інноваціями в галузі хмарного управління мережею та захисту даних.
- 5) Ubiquiti Networks: Ubiquiti є виробником обладнання для бездротових мереж, яке часто використовується в домашніх та невеликих бізнесових мережах. Вони пропонують доступні та ефективні точки доступу, маршрутизатори та інші мережеві пристрої.
- 6) Cisco Meraki: Meraki, який також є частиною Cisco Systems, відомий своїми хмарними рішеннями.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Загалом, TamoGraph Site Survey - це потужний інструмент для аналізу, планування та оптимізації бездротових мереж, який допомагає забезпечити стабільну та ефективну роботу мережі в будь-яких умовах.

Для дослідження приведу етапи опитування мережі Wi-Fi для планування двох приміщень: офісу і невеликого ресторану.

1) Опитування перед розгортанням:

На цьому етапі необхідне опитування сайту, щоб переконатися, що мережевий план добре працює в реальному середовищі.

Розміщення тимчасових точок доступу та швидке дослідження отриманих характеристик WLAN дозволяють інженеру точно налаштувати розташування точок доступу та антен, визначити оптимальну кількість і типи точок доступу та антен, а також уникнути зон поганого покриття.

2) Опитування після розгортання:

Після розгортання WLAN необхідне повне обстеження місця перевірки, щоб переконатися, що продуктивність і покриття WLAN відповідають вимогам проекту.

На цьому етапі завершується розміщення обладнання Wi-Fi і має бути створений звіт обстеження місця, щоб мати доступ до історичних записів у будь-який час у майбутньому.

3) Регулярні, постійні опитування:

Підтримка високої ефективності та охоплення вимагає регулярних "перевірочних" опитувань.

Нові користувачі, нове обладнання, розширення сайту, сусідні мережі WLAN та інші фактори можуть негативно вплинути на вашу WLAN. За ним слід регулярно стежити.

1.3.1 Підготовка об'єкту для планування мережі

Проводжу планування мережі Wi-Fi 6 на прикладі обладнання стандарту IEEE 802.11 ax для приміщення офісу.

На рисунку 1.4 приведена схема об'єкту.

На початку роботи у програмному забезпеченні TamoGraph Site Survey треба

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Знаходжу відповідний для типа середовища план будівлі.

Для цієї роботи обираю план офісу з перешкодами у вигляді дев'ятисантиметрових перегородок, які виконують функцію стін.

2) Вхідження в масштаб

Цей крок у підготовці до моделювання виконується з використанням функції «Калібрування поточної картки».

Тобто обирається елемент плану будівлі (див. рис. 1.5) та присвоюється відповідний розмір.

Наприклад - дверний отвір.

Припустивши, що стандартна ширина дверей дорівнює 80 сантиметрів, вводимо це значення у відповідне вікно та натискаємо кнопку Прийняти.

В результаті масштабування отримано площу приміщення разом із стінами, яка складає близько $31,29 \times 21,35 (m^2)$.

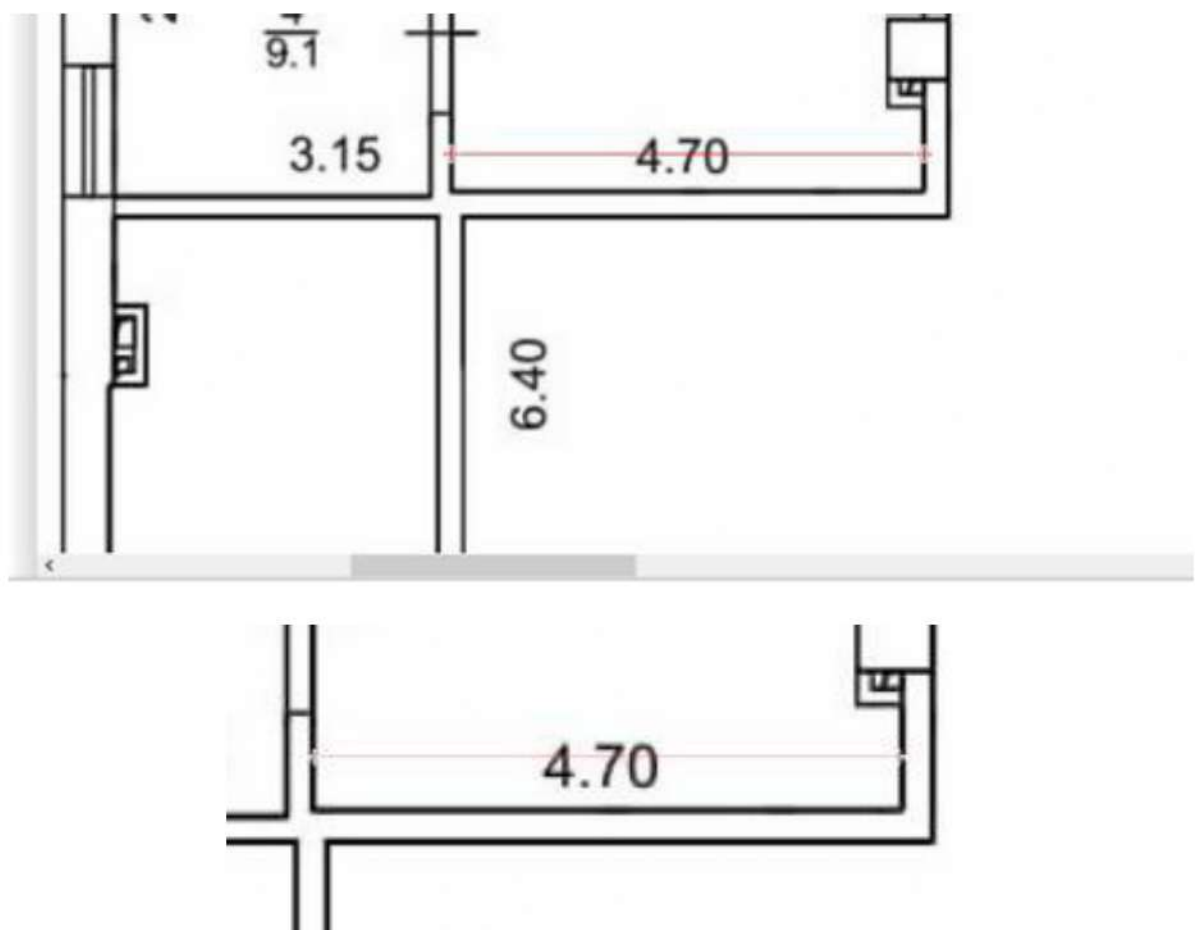


Рисунок 1.5. Вибір масштабу для дверного отвору та будівлі в цілому

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

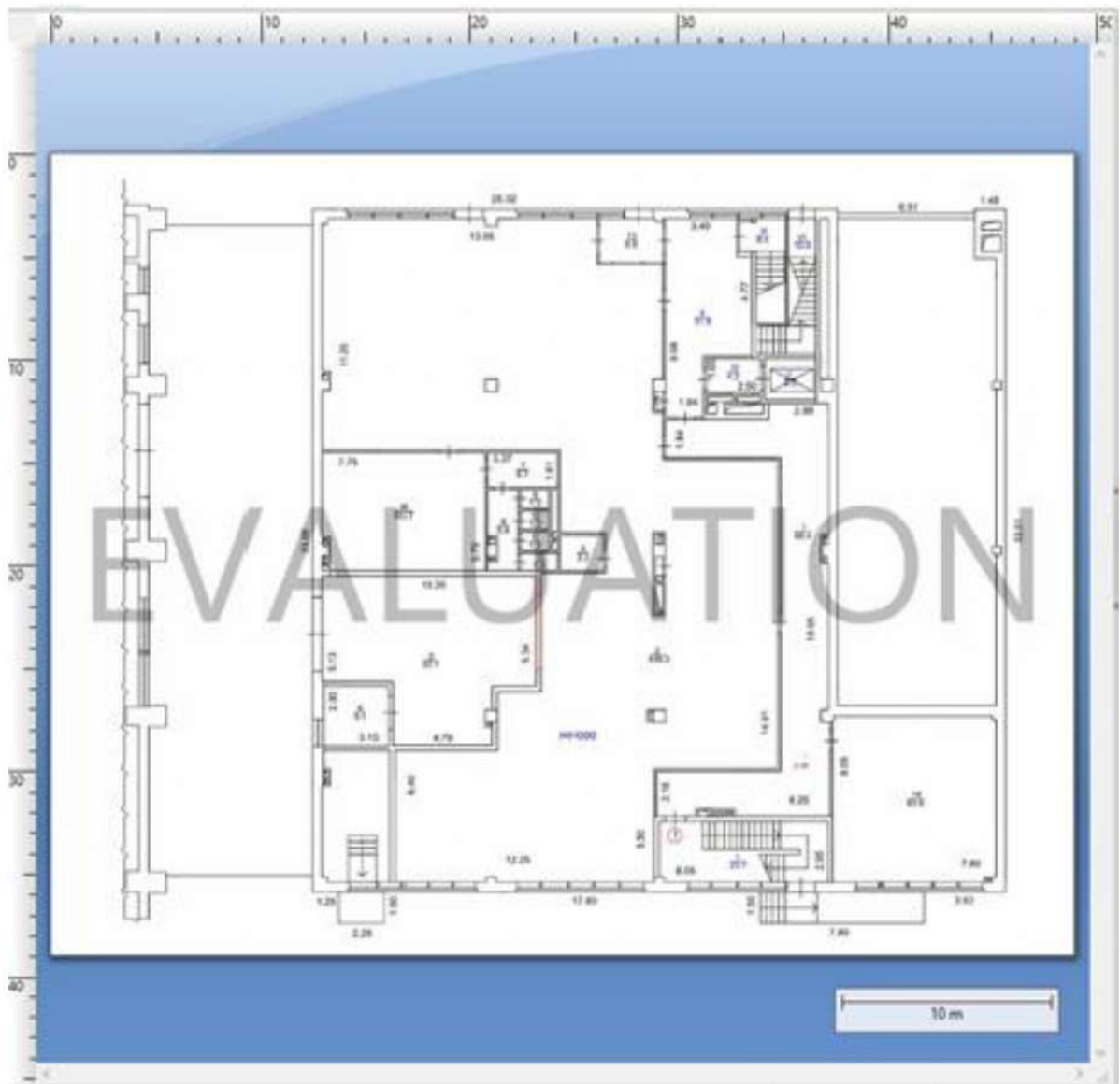


Рисунок 1.6. План приміщення у вікні TamoGraph Site Survey

Для моделювання коректного зображення розповсюдження сигналу в приміщенні, потрібно змодельовати перешкоди, які можуть спричинити завади для сигналу.

Програма TamoGraph Site Survey має велику кількість варіантів матеріалів та товщини для стін, вікон та дверей, які мають свої показники поглинання сигналу (див. рис. 1.7).

У спадному списку обираю для дослідження точку доступу з характеристиками:












Типова дводиапазонна 802.11ах (2.4+5 ГГц).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ

Арк.

25

№№ з/с	Колір	Вид матеріалу
1	2	3
1		Легка перегородка 5 см (2")
2		Внутрішнє офісне вікно 2,5 см (1)
3		Цегляна стіна 9 см (3,5)
4		суцільні дерев'яні двері 4,5 см (1,75")
5		сталеві протипожежні двері 6,4 см (2,5")
6		Зовнішнє подвійне вікно 2,5 см (1")
7		Зовнішнє вікно 1,3 см (0,5")
8		Бетонна стіна 20 см (8")
9		Цегляна стіна 25 см (10")
10		Зовнішня бетонна стіна 69 см (27")
11		Бетонна стіна 45 см (18")

Керування шаблонами:

Режим відрізка



Режим ламаної



Рисунок 1.7. Меню вибору матеріалу

Так, як з внутрішніми цегляними стінами товщиною 9 см (помаранчевий колір) було вирішено, стандартними зовнішніми станами будуть цегляні стіни 25 см (синій колір).

Також, вибір пав на подвійне вікно 2,5 см та дерев'яні двері 4,5 см (жовтий колір).

Предметом розповсюдження Wi-Fi сигналу буде точка доступу з підтримкою специфікації 802.11ax, які працюють в діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц.

Для користування мережею Wi-Fi відвідувачами і персоналом офісу центру, встановимо 2 точки доступу стандарту IEEE 802.11ax.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для проекту обираю стельові внутрішні точки доступу Aruba 505, що сертифіковані в Україні [3].



Рисунок. 1.8. Точка доступу Aruba 505 [4]

Компанія Aruba Networks, яка була заснована в 2002 році в Каліфорнії, дійсно виробляє різноманітне мережеве обладнання, включаючи точки доступу Wi-Fi, роутери, маршрутизатори, антени та інше. Одним із ключових продуктів є їх операційна платформа ArubaOS, яка використовується для управління їхніми пристроями, включаючи Wi-Fi точки доступу Aruba.

У 2015 році Hewlett-Packard (HP) дійсно придбала компанію Aruba Networks, що в результаті створило потужну комбінацію проводових та бездротових технологій. Це об'єднання дозволило HP розширити свої мережеві можливості та конкурувати в сучасному ринку мережевих технологій.

Використання точок доступу Aruba доцільне, якщо у організації збільшується кількість мобільних пристроїв і пристроїв Інтернету речей, а також додатків для потокового відео. Тому 802.11ax точки доступу – це те, що слід застосовувати. На додаток до 4-кратного покращення порівняно з 802.11ac, зворотна сумісність гарантує підтримку існуючих клієнтів 802.11a/b/g/ac та підтримує нових клієнтів 802.11ax (Wi-Fi 6), коли вони потрапляють у мережу.

Цей найновіший стандарт не лише забезпечує вищу швидкість, але й увімкне нові бізнес-послуги та варіанти використання, зокрема:

- Конвергенція IT/IoT і розгортання розумних будівель
- Підтримка додатків у режимі реального часу для відео-співпраці

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

визначити середовище для розповсюдження сигналу.

В даній роботі дослідження проводиться на об'єктах, що мають такі властивості: це приміщення приміщенням з сильним загасанням сигналу. Я обираю цегляні стіни 9 см (3,5).

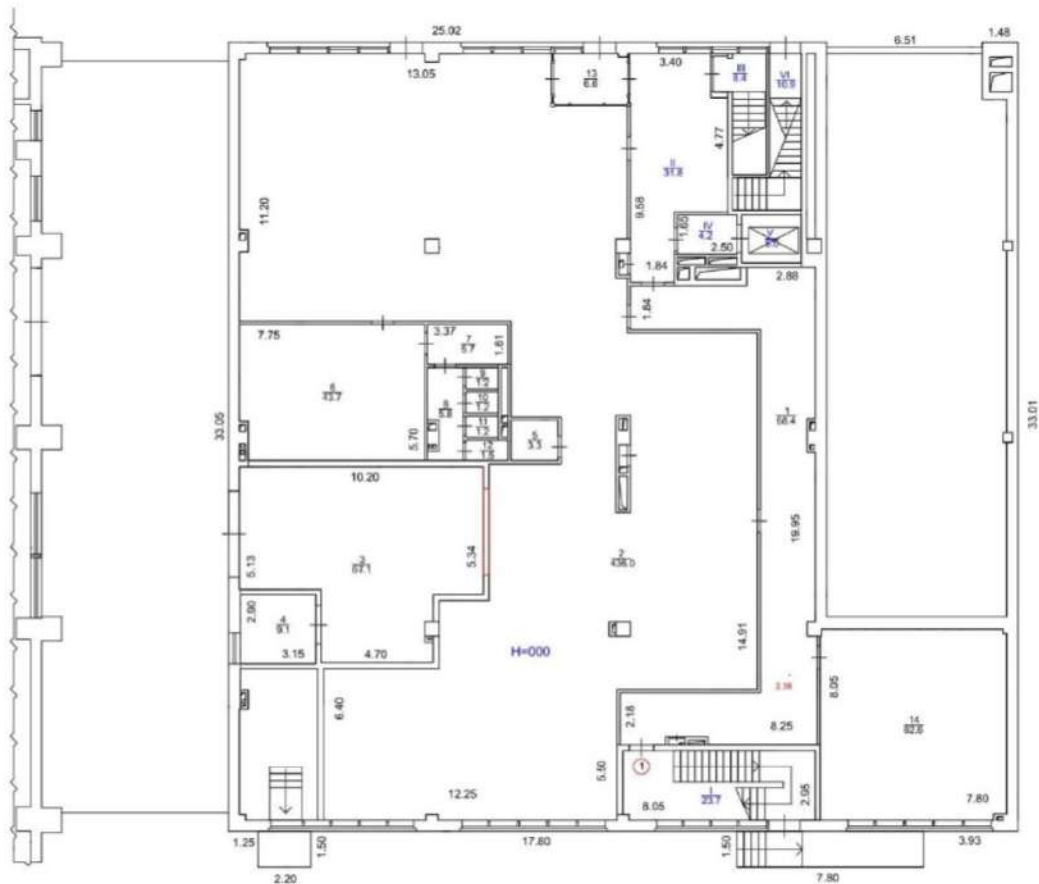


Рисунок 1.4. План-схема об'єкту приміщення офісу

На початку роботи у програмному забезпеченні TamoGraph Site Survey треба визначити середовище для розповсюдження сигналу.

В даній роботі дослідження проводиться на об'єктах, що мають такі властивості: це приміщення приміщенням з сильним загасанням сигналу. Я обираю цегляні стіни 9 см (3,5).

Етапи дослідження приведено нижче.

1) Вибір типу середовища

У програмі TamoGraph Site Survey в меню «Мастер проектів» у спадному списку «Вибір типу оточення» я обираю «У приміщенні із сильним загасанням сигналу».

корпоративного рівня та доповненої або віртуальної реальності

- Безпечний Wi-Fi на підприємстві та у відкритих мережах Aruba змінює правила надання досвіду, орієнтованого на інновації, надаючи клієнтам наступний мережа нового покоління для сучасного нового краю – мережа, яка керується штучним інтелектом, безпечна та розроблена для мобільних пристроїв та Інтернету речей. Це найкраще з обох світів: дивовижні враження з неймовірною простотою.

Бездротова точка доступу (так само має назву "AP" або "WAP", розшифровується Access Point/Wireless Access Point) являє собою міст для з'єднання з інтернетом різних пристроїв. Також ці точки можуть використовуватися для створення нової мережі. Такі точки доступу відіграють ключову роль у створенні бездротових мереж, забезпечуючи з'єднання з Інтернетом для різних пристроїв.

Основні характеристики та переваги бездротових точок доступу, які ви виокремили, включають:

- 1) Мобільність: Точки доступу дозволяють підключатися до мережі з будь-якого місця, де вони розташовані, без необхідності підключення по кабелю.
- 2) Масштабованість: Вони можуть бути легко розміщені та розгорнуті, що дозволяє створювати бездротові мережі різних розмірів - від домашніх до корпоративних.
- 3) Флексібільність: Точки доступу можуть бути використані як для розширення існуючих мереж, так і для створення нових.
- 4) Швидкість та ефективність: Вони працюють в діапазонах радіочастот, визначених стандартами Wi-Fi, що забезпечує швидкий та надійний доступ до Інтернету.
- 5) Зручність підключення: Користувачі можуть підключатися до мережі без необхідності встановлення дротових з'єднань.
- 6) Сумісність: Точки доступу можуть працювати з різними типами пристроїв, включаючи персональні комп'ютери, смартфони, планшети тощо.

Ця технологія стала невід'ємною частиною сучасних мереж, забезпечуючи зручний та ефективний доступ до Інтернету для користувачів у будь-якому місці.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Розглянемо, основні характеристики точки доступу компанії Aruba.

Нижче привожу особливості та переваги точок доступу Wi-Fi Aruba 505, яка забезпечує простий і безпечний доступ для мобільних середовищ.

Рішення Wi-Fi 6, розроблене для внутрішнього середовища, забезпечує швидкість і надійність для невеликих офісів і клінік, а також підтримує зростання.

Точки доступу Aruba 505 створені на основі стандартів Wi-Fi 6, точки доступу серії 500 включають такі функції, як OFDMA та цільовий час пробудження для кращої продуктивності для кількох користувачів, підвищення ефективності та економії екологічної енергії.

Точки доступу Aruba 505 мають можливості Wi-Fi 6 та підтримують дротове та бездротове підключення (в одному пристрої) для бездротової мережі зі швидкістю до 1,5 Гбіт/с і 256 пов'язаних клієнтів на радіо.

Максимальна реальна швидкість 1,5 Гбіт/с (HE80/HE20). Забезпечує швидкість і надійність для роботи та внутрішнього середовища.

Підтримує Wi-Fi 6 для OFDMA плюс Client Match. Обслуговує кілька клієнтів на кожному каналі незалежно від пристрою чи типу трафіку, використовуючи AI для усунення проблем із закріпленим клієнтом.

Здійснює підтримку Bluetooth 5 і Zigbee для IoT. Спрощує розгортання та керування службами локації IoT, службами відстеження активів, рішеннями безпеки, датчиками IoT і включає підтримку сторонніх USB

Використовує динамічну сегментацію та брандмауери із виконанням узгоджених політики у дротових і бездротових мережах.

Використовуючи навчання штучного інтелекту, Air Match забезпечує автоматизовану оптимізацію радіочастот і переглядає аналітику по всій мережі.

Завдяки Air Slice точки доступу серії 500 забезпечують гарантований бітрейт і обмежену затримку з інтелектуальним плануванням.

Варіанти обладнання: AP-504, AP-505

Технічні характеристики Wi-Fi Radio

Тип точки доступу: в приміщенні, подвійне радіо, 5 ГГц і 2,4 ГГц 802.11ax
2x2 MIMO

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Радіо 5 ГГц: двома просторовими потоками для одного користувача (SU) MIMO для швидкості бездротової передачі даних до 1,2 Гбіт/с з окремими клієнтськими пристроями 2SS HE80 802.11ax або з двома клієнтськими пристроями 1SS HE80 802.11ax MU-MIMO одночасно

Радіо 2,4 ГГц: два просторові потоки для одного користувача (SU) MIMO для швидкості бездротової передачі даних до 574 Мбіт/с з окремими клієнтськими пристроями 2SS HE40 802.11ax або двома клієнтськими пристроями 1SS HE40 802.11ax MU-MIMO одночасно

Максимальна кількість пов'язаних клієнтських пристроїв: до 256 пов'язаних клієнтських пристроїв на радіо

Максимальна кількість BSSID: 16 BSSID на радіо

Підтримувані діапазони частот (застосовуються обмеження для окремих країн):

2,400 до 2,4835 ГГц ISM

5,150 до 5,250 ГГц U-NII-1

5,250 до 5,350 ГГц U-NII-2A

5,470 до 5,725 ГГц U-NII-2C

5,725 до 5,850 ГГц U-NII-3/ISM

5,850 до 5,895 ГГц U-NII-4

Доступні канали: залежно від налаштованого регуляторного домену

Підтримувані радіотехнології:

802.11b: розширений спектр прямої послідовності (DSSS)

802.11a/g/n/ac: мультиплексування з ортогональним частотним поділом (OFDM)

802.11ax: множинний доступ з ортогональним частотним поділом каналів (OFDMA) до 8 одиниць ресурсу

Підтримувані типи модуляції:

802.11b: BPSK, QPSK, CCK

802.11a/g/n: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM (власне розширення)

802.11ac: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM (власне

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

розширення)

802.11ax: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM

Підтримка високої пропускної здатності (HT) 802.11n: HT20/40

Підтримка 802.11ac дуже високої пропускної здатності (VHT): VHT20/40/80

Підтримка високої ефективності (HE) 802.11ax: HE20/40/80

Підтримувані швидкості передачі даних (Мбіт/с):

802.11b: 1, 2, 5.5, 11

802.11a/g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54

802.11n: від 6,5 до 300 (MCS0 до MCS15, HT20 до HT40), 400 з 256-QAM

802.11ac: 6,5–867 (MCS0–MCS9, NSS = 1–2, VHT20–VHT80), 1083 із 1024-QAM

802.11ax (2,4 ГГц): від 3,6 до 574 (MCS0 до MCS11, NSS = 1 до 2, HE20 до HE40)

802.11ax (5 ГГц): від 3,6 до 1201 (MCS0 до MCS11, NSS = 1 до 2, HE20 до HE80)

Агрегація пакетів 802.11n/ac: A-MPDU, A-MSDU

Потужність передачі: налаштовується з кроком 0,5 дБм

Максимальна (сукупна, загальна) потужність передачі (обмежена місцевими нормативними вимогами):

Діапазон 2,4 ГГц: +21 дБм (18 дБм на ланцюг)

Діапазон 5 ГГц: +21 дБм (18 дБм на ланцюг)

802.11mc Точне вимірювання часу (FTM):

для точного визначення відстані

Антени Wi-Fi: AP-505:

Дві вбудовані дводіапазонні всеспрямовані антени для 2x2 MIMO з піковим посиленням антени 4,9 дБі на 2,4 ГГц і 5,7 дБі на 5 ГГц. Вбудовані антени оптимізовані для горизонтальної орієнтації точки доступу на стелі. Кут нахилу вниз для максимального посилення становить приблизно 30 градусів.

Об'єднавши діаграми спрямованості кожної з антен радіостанцій MIMO, пікове підсилення комбінованої середньої діаграми спрямованості становить 4,3

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

дБі на 2,4 ГГц і 5,6 дБі на 5 ГГц.

Інші інтерфейси: E0: порт дротової мережі Ethernet (RJ-45):

Автоматичне визначення швидкості з'єднання (10/100/1000BASE-T) і MDI/MDX

PoE-PD: 48 В постійного струму (номінальний) 802.3af/at PoE (клас 3 або 4) 802.3az Energy Efficient Ethernet (EEE)

Інтерфейс живлення постійного струму: 12 В постійного струму (номінальний, +/- 5%), приймає 2,1 мм/5,5 мм центрально-плюсовий круглий штекер довжиною 9,5 мм

Хост-інтерфейс USB 2.0 (роз'єм типу А): здатність подавати до підключеного пристрою до 1 А / 5 Вт

Радіо Bluetooth Low Energy (BLE5.0) і Zigbee (802.15.4):

BLE: потужність передачі до 7 дБм (клас 1) і чутливість прийому -93 дБм (1 Мбіт/с)

Zigbee: потужність передачі до 6 дБм і чутливість прийому -96 дБм
Вбудована вертикально поляризована всеспрямована антена з нахилом приблизно 30 градусів вниз і піковим посиленням 3,3 дБі

Візуальні індикатори (два різнокольорових світлодіоди): для стану системи та радіо

Кнопка скидання: скидання до заводських налаштувань, керування світлодіодним режимом (нормальний/вимкнений)

Послідовний інтерфейс консолі: власний фізичний роз'єм micro-B USB

Слот безпеки: слот безпеки Kensington

Джерела живлення та енергоспоживання: Джерела живлення та енергоспоживання

Точка доступу підтримує пряме живлення постійного струму та живлення через Ethernet

Точка доступу підтримує пряме живлення постійного струму та живлення через Ethernet

Якщо доступні як джерела живлення постійного струму, так і PoE, живлення

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		32

постійного струму має пріоритет над блоками PoE

Джерела живлення продаються окремо; подробиці див. у посібнику із замовлення серії 500

При живленні від постійного струму або 802.3at (клас 4) PoE точка доступу працюватиме без обмежень

При живленні від 802.3af (клас 3) PoE і з вимкненою функцією IPM точка доступу вимкне порт USB. У тій самій конфігурації, але з увімкненим IPM, точка доступу запускатиметься в необмеженому режимі, але може динамічно застосовувати обмеження залежно від бюджету PoE та фактичної потужності. Обмеження функцій і порядок можна запрограмувати.

Максимальне (у найгіршому випадку) енергоспоживання (без/з підключеним USB-пристроєм):

Постійний струм: 8,9 Вт / 14,2 Вт

Живлення через PoE (802.3at): 11,0 Вт / 16,5 Вт

Живлення через PoE (802.3af): 11,0 Вт / 13,5 Вт

Це передбачає, що до під'єданого USB-пристрою подається до 5 Вт

Максимальне (найгірше) енергоспоживання в режимі очікування: 4,3 Вт (постійний струм) або 6,1 Вт (PoE)

Максимальне (найгірше) енергоспоживання в режимі глибокого сну: 1,7 Вт (постійний струм) або 3,3 Вт (PoE)

Механічні характеристики

Деталі кріплення: На задній панелі точки доступу попередньо встановлено монтажний кронштейн. Цей кронштейн використовується для кріплення точки доступу до будь-якого комплекту кріплення HPE Aruba Networking (продається окремо); подробиці дивіться в розділі інформації про замовлення нижче.

Екологічні характеристики: Умови роботи:

Температура: від 0°C до +50°C / від +32°F до +122°F

Вологість: від 5% до 93% без конденсації

AP призначений для використання в приміщеннях для обробки повітря

ETS 300 019 клас 3.2 середовища

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Умови зберігання та транспортування:

Температура: від -40°C до +70°C / від -40°F до +158°F

Вологість: від 5% до 93% без конденсації

ETS 300 019 класи 1.2 і 2.3 середовища

Надійність: Середній час напрацювання на відмову (MTBF): 1,3 млн годин (148 років) при робочій температурі +25°C

Відповідність нормам і техніці безпеки: AP-504: APIN0504

AP-505: APIN0505

Мінімальний випуск ArubaOS: ArubaOS і Aruba InstantOS 8.6.0.0

Відповідність нормативним вимогам (для отримання додаткової нормативної інформації та схвалень для певної країни зверніться до свого представника HPE Aruba Networking):

FCC/ISED

Маркування CE

Директива RED 2014/53/EU

Директива щодо електромагнітної сумісності 2014/30/ЄС

Директива про низьку напругу 2014/35/ЄС

UL/IEC/EN 60950

EN 60601-1-1, EN60601-1-2

Залізничні сертифікати (лише AP-505):

EN 50155:2017 – Застосування на залізниці

EN 50121-1:2017 – Залізнична електромагнітна сумісність

EN 50121-3-2 – Залізнична електромагнітна сумісність

EN 50121-4:2016 – Стійкість до залізниці

IEC 61373 ed2:2008 – Удари та вібрація на залізниці

Сертифікати:

Рейтинг пленуму UL2043

Альянс Wi-Fi:

СЕРТИФІКАЦІЯ Wi-Fi a, b, g, n, ac

Wi-Fi CERTIFIED 6 (ax)

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

WPA, WPA2 і WPA3 – Enterprise з опцією CNSA, Personal (SAE), Enhanced Open (OWE)

WMM, WMM-PS, W-Fi Agile Multiband

Passpoint (випуск 2)

Розташування Wi-Fi

Bluetooth SIG

Ethernet Alliance (PoE, пристрій PD, клас 4)

Мінімальна версія програмного забезпечення операційної системи: ArubaOS і Aruba InstantOS 8.6.0.0

ArubaOS 10.1.0.0

Гарантія: Обмежена довічна гарантія Aruba на обладнання

Всі ці переваги покладено в вибір мережевого обладнання розроблюваного проекту для офісу.

1.3.2 Аналіз показників роботи точок доступу

У кваліфікаційній роботі бакалавра для кожного діапазону частот я проводжу дослідження роботи точок доступу із врахування 3-х ситуацій: рівень сигналу, відношення сигнал/шум, прогнозована фізична швидкість.

По-перше, розглядаю ситуацію роботи точок доступу на частотному діапазоні 5 ГГц.

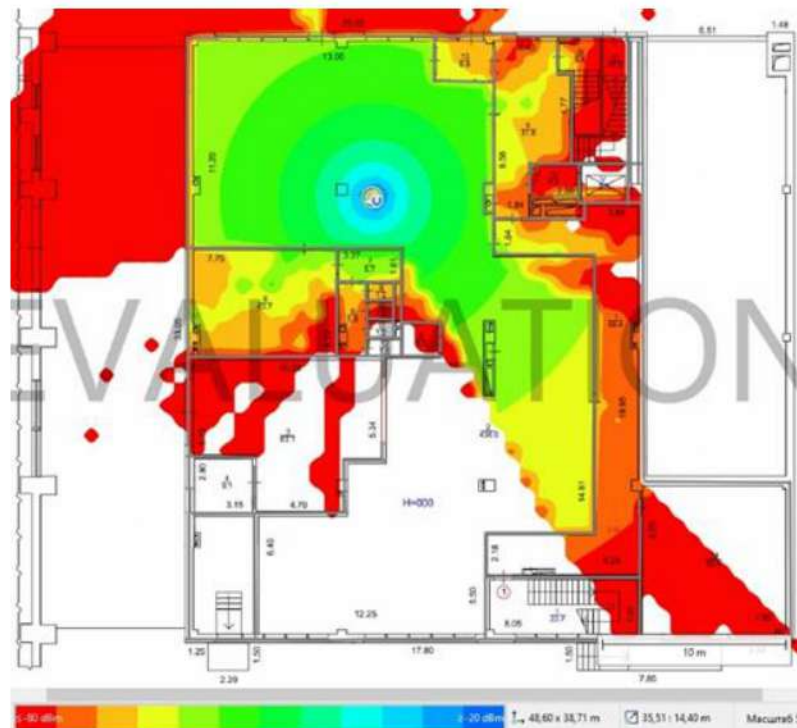
Для зручності опису назвемо першу точку доступа, що встановлена у (Level Part), а другою – (Right Part).

Рисунки, на яких приведено аналіз роботи поодиночі або двох точок доступу в частотному діапазоні 5ГГц - зони та рівень сигналу (див. рис 1.11-1.12).

При чому розглядається робота точок доступу поодиночі та разом.

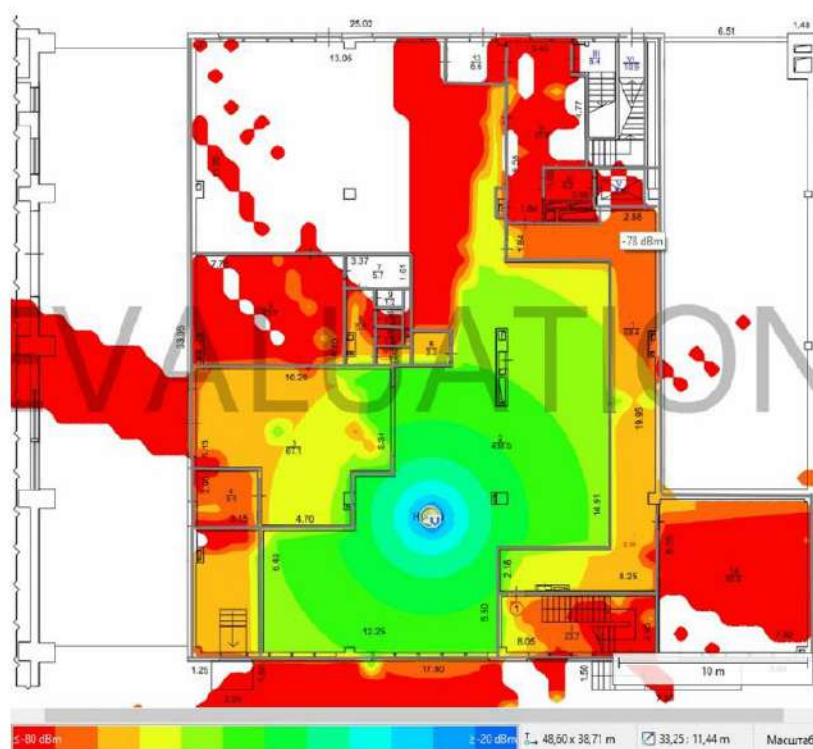
Рівень сигналу першої точки доступу в діапазоні 5 ГГц може варіюватися залежно від різних факторів, таких як відстань від пристрою до точки доступу, наявність перешкод (наприклад, стіни), технічні характеристики точки доступу та бездротового адаптера пристрою. Зазвичай, високий рівень сигналу (сильний сигнал) вказує на якісне підключення, а слабкий сигнал може свідчити про віддаленість від точки доступу або наявність перешкод.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



а)

Рисунок 1.10. . Рівень сигналу першої точки а)



б)

Рисунок 1.11. Рівень сигналу другої точки б) доступу в діапазоні 5 ГГц.

Рівень сигналу вимірюється в децибелах міліватт (dBm). Оптимальний

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ

Арк.

37

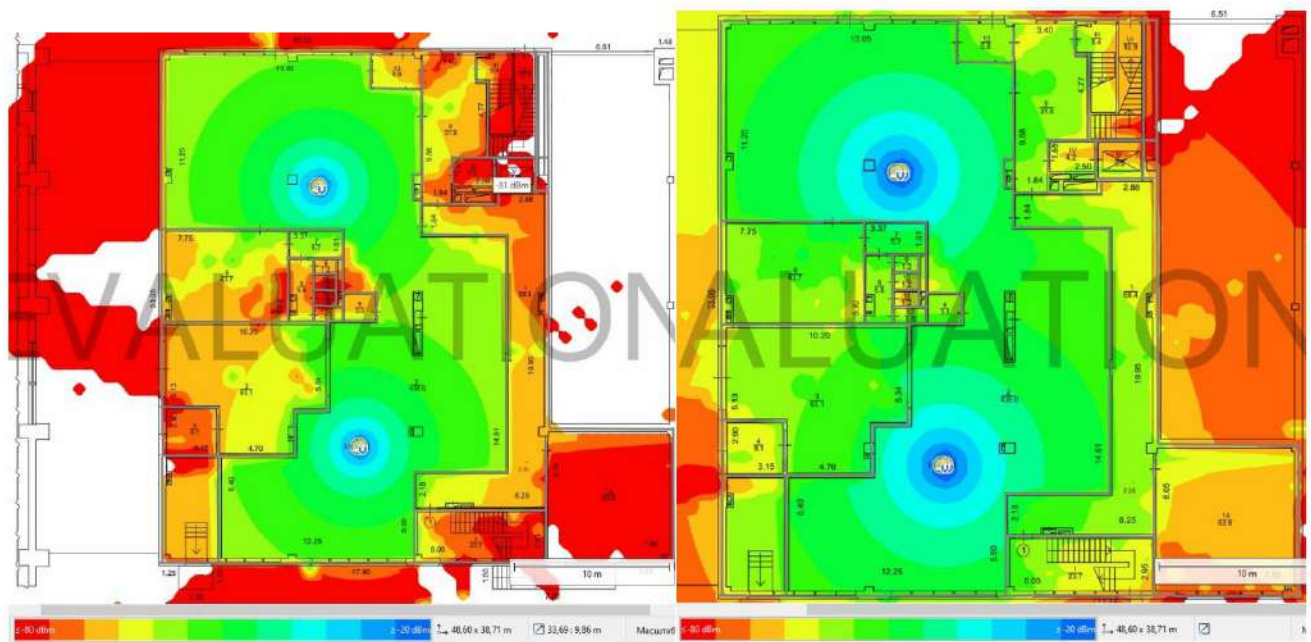
рівень сигналу для найкращої якості бездротового з'єднання знаходиться в діапазоні від -30 до -50 dBm.

Рівень сигналу в бездротових мережах, вимірюваний у децибелах на міліватт (-dBm), є важливим показником сили зв'язку між пристроями і точками доступу.

Якщо рівень сигналу вищий за -50 dBm, це вказує на дуже сильний сигнал, що може бути спричиненим тим, що пристрій знаходиться дуже близько до точки доступу. Це може вказувати на дуже стабільний і швидкий зв'язок.

З іншого боку, якщо рівень сигналу опускається нижче -70 dBm, це може призвести до погіршення якості з'єднання. При цьому можуть спостерігатися переривання в зв'язку, зниження швидкості передачі даних або навіть втрата з'єднання.

Отже, збалансований рівень сигналу дуже важливий для забезпечення надійного та ефективного бездротового з'єднання.



а)

б)

Рисунок 1.12. Рівень сигналу роботи двох точок доступу в діапазоні: а) 5 ГГц, б) 2,4 ГГц

Така шкала кольорів може бути корисною для візуального представлення

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

якості роботи точок доступу в бездротовій мережі. Зазвичай синій колір вказує на найвищу якість сигналу і зв'язку, червоний - на найнижчу, а зелений - на оптимальні умови. Кольорове кодування дозволяє швидко оцінити стан мережі, аналізуючи її графічне представлення. Це особливо корисно для адміністраторів мережі, які шукають проблемні зони або хочуть забезпечити рівномірне покриття сигналом у всьому приміщенні.

Проаналізувавши зображення на рис.1.11-1.12 можна зробити висновок, що одна точка доступу, яка працює в діапазоні частот 5 ГГц не в змозі забезпечити якісним сигналом приміщення офісу в цілому.

Результат моделювання роботи 2-х точок доступу демонструє кращий результат згідно шкали і відповідає характеристикі 40 dBm, тобто пісилювач Wi-Fi сигналу не потрібен.

На рисунках 1.13 зображено відношення сигнал/шум для даних точок доступу.

На рисунку 1.14 представлено співвідношення сигнал/шум для двох точок доступу яке складає приблизно 50 дБ.

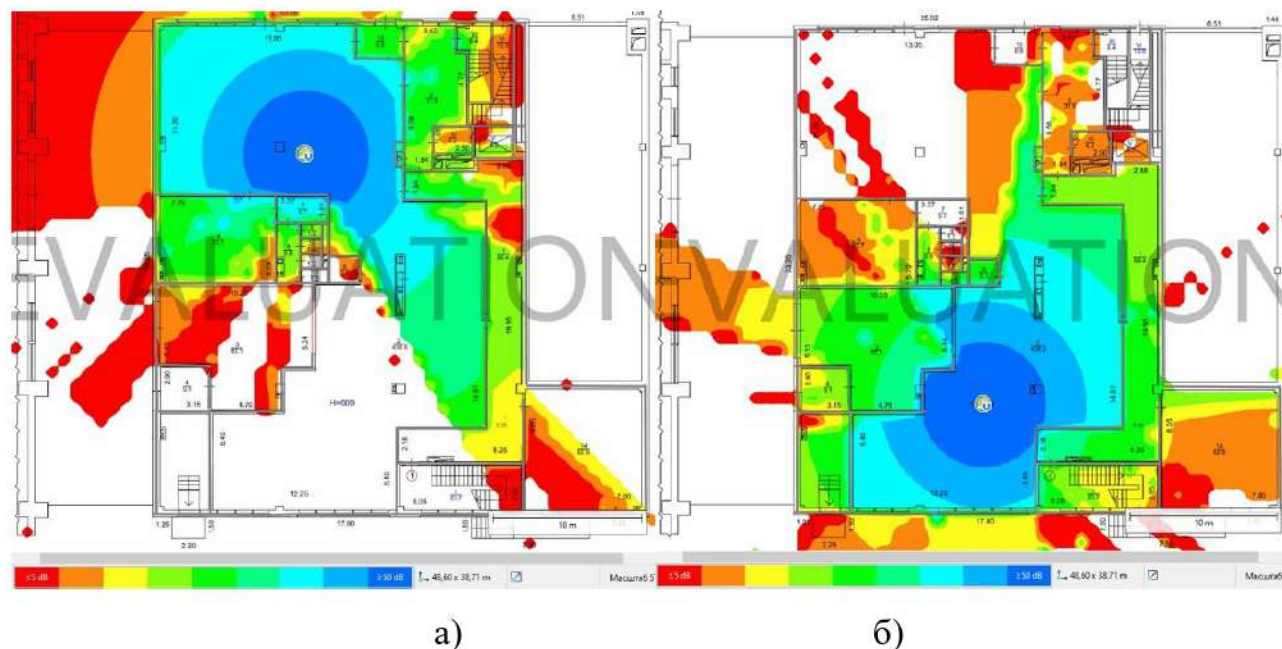
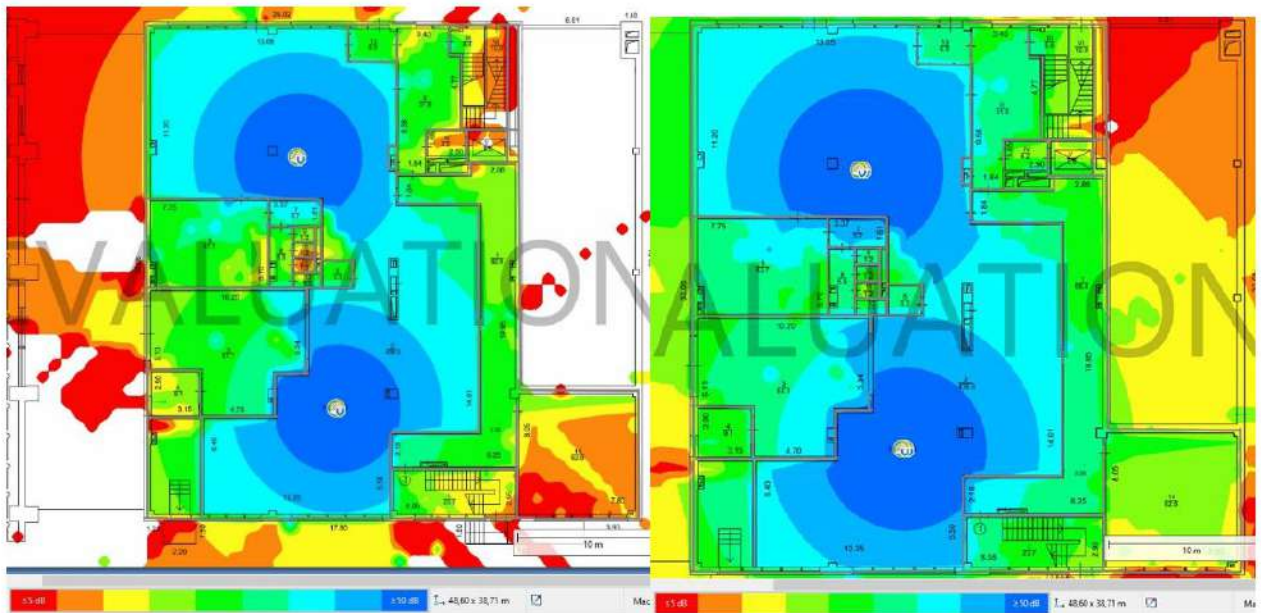


Рисунок 1.13. Відношення сигнал/шум для першої точки доступу а) та для другої точки доступу б) в діапазоні 5 ГГц



а)

б)

Рисунок 1.14. Відношення сигнал/шум для двох точок доступу а) в діапазоні 5 ГГц; б) в діапазоні 2,4 ГГц

На рисунках 1.15 – 1.16 позовово зображено прогнозовану фізичну швидкість для даних точок доступу. Зважаючи на велику кількість перешкод в кав'ярні, можна побачити, що використання однієї точки доступу недостатньо для забезпечення усієї площі приміщення хорошою швидкістю передавання.

Для 1-ї точки доступу Level Part швидкість роботи складає біля точки доступу >900 Mbps

У віддаленому районі Right Level швидкість роботи – близько 1 Mbps.

Для 2-ї точки доступу Right Level швидкість роботи складає біля точки доступу >900 Mbps

У віддаленому районі Level Part швидкість роботи – близько 1 Mbps.

Якщо працюють обидві точки доступу то швидкість роботи в приміщенні кав'ярні складає >900 Mbps.

Відношення сигнал/шум (Signal-to-Noise Ratio, SNR) є важливим параметром для оцінки якості бездротового з'єднання. Воно вимірюється в децибелах (dB) і вказує на те, наскільки сильний сигнал порівняно з рівнем шуму

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

в мережі. Чим вище значення SNR, тим краще якість з'єднання.

Щоб розрахувати SNR для двох точок доступу (AP1 та AP2) в діапазоні 5 ГГц, потрібно знати значення сигналу та шуму для кожної точки доступу. Давайте припустимо, що ми маємо такі значення для обох точок доступу:

Для AP1: Сигнал: -60 dBm Шум: -90 dBm

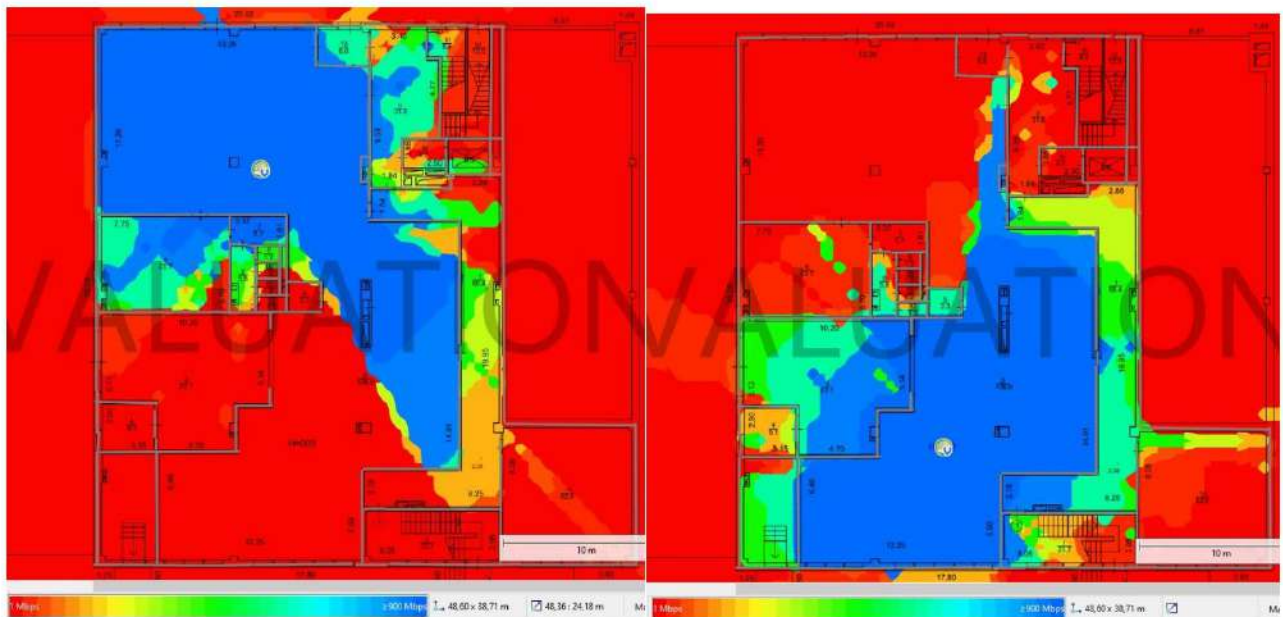
Для AP2: Сигнал: -55 dBm Шум: -95 dBm

Тоді SNR для кожної точки доступу можна розрахувати як різницю між рівнем сигналу та рівнем шуму:

Для AP1: $SNR = -60 \text{ dBm} - (-90 \text{ dBm}) = 30 \text{ dB}$

Для AP2: $SNR = -55 \text{ dBm} - (-95 \text{ dBm}) = 40 \text{ dB}$

Ці значення SNR показують, що якість з'єднання з AP2 є кращою, оскільки вона має більший рівень SNR. Тобто, при з'єднанні з AP2 буде менше шуму в порівнянні з сигналом, що сприяє стабільнішому та ефективнішому з'єднанню



а)

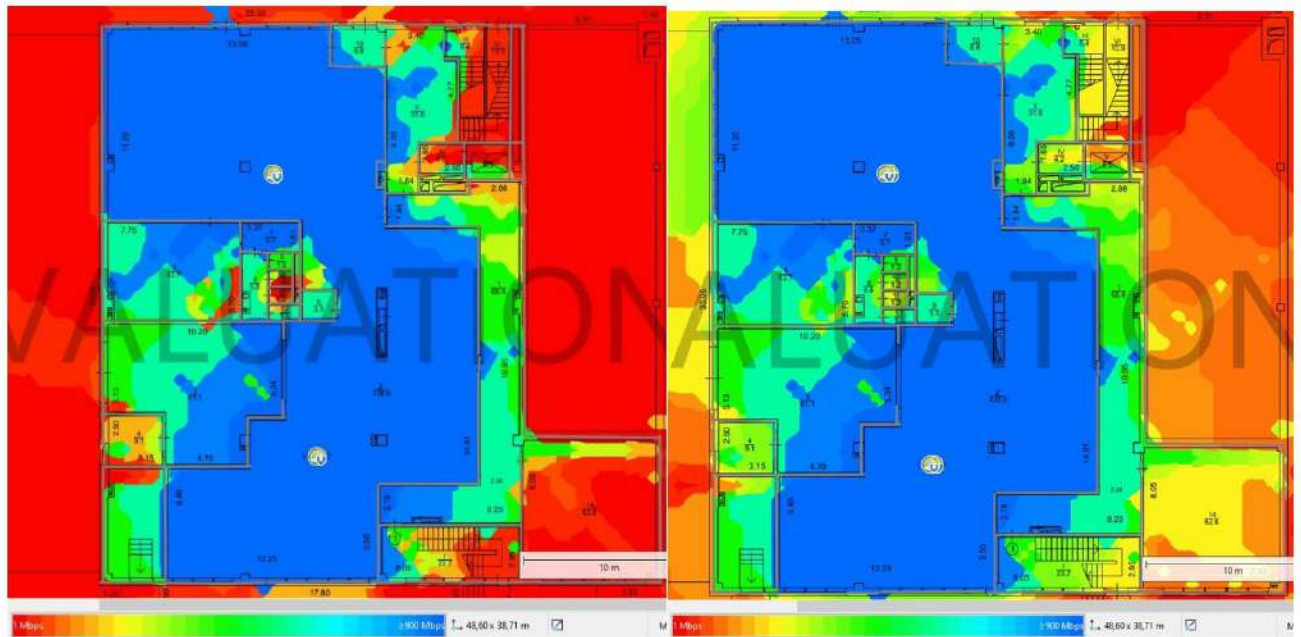
б)

Рисунок 1.15. Прогнозована швидкість для роботи а) першої точки доступу та б) другої в діапазоні 5 ГГц

Прогнозована швидкість для роботи першої точки доступу (маршрутизатора) в діапазоні 5 ГГц залежить від кількох факторів, таких як

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

технічні характеристики маршрутизатора, середовище в якому він працює, використані канали Wi-Fi, взаємодія з іншими бездротовими пристроями тощо. Однак, маршрутизатор Wi-Fi 6 здатний до високих швидкостей передачі даних, які можуть сягати кількох гігабіт на секунду.



а)

б)

Рисунок 1.16. Прогнозована швидкість для роботи двох точок доступу а) в діапазоні 5 ГГц; б) в діапазоні 2,4 ГГц

Аналогічно розглянемо роботу роутерів на частотному діапазоні 2,4 ГГц.

На частотному діапазоні 2,4 Гц працює велика кількість пристроїв.

Це пов'язано з використанням одного і того самого каналу зв'язку.

В порівнянні з діапазоном частот 5 ГГц, у якого 17 каналів та доволі низька ступінь використання, діапазон 2,4 ГГц має тільки 13 каналів та велику кількість користувачів.

На рисунку 1.17 проілюстровано відношення сигнал/інтерференція двох точок доступу. На цьому рисунку показано вплив роботи точок доступу на одному каналі.

Результат проектування показав, що на якість роботи впливає перенасичення ефіру точками доступу.

Це впливає на підвищення скорості користування послугами мережі. Тому у

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Годину найбільшого навантаження користувачів Wi-Fi послуг у офісі медичного центру доречно використовувати одну точку доступу, яка розташована у більш зайнятій частині.

Згідно технічних характеристик точок доступу Aruba AP22 (R4W02A) стандарту Wi-Fi 6 (802.11ax) підтримують одночасну роботу в двох діапазонах 2,4ГГц і 5 ГГц.

Отже, як відомо, в процесі розгортання та експлуатації Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax швидкість передавання зменшується із-за багатьох факторів. Для прикладу, розглянемо точку доступу з характеристиками MIMO 2x2. Методом підрахунку можна визначити початкову фізичну швидкість: $9608:8 = 1201$ Мбіт/с (базова швидкість для SISO) та множимо її на 2 просторових потоки і отримуємо $1201 \times 2 = 2402$ Мбіт/с.

За технічними характеристиками точок доступу специфікація 802.11ax і дозволяє використовувати ширину каналу 160 МГц, однак навіть в реальних умовах ширину каналу 80 МГц дуже рідко використовують через інтерференції, яка пошкоджує ефір всім сусіднім мережам та самому користувачу. 40 МГц допускається тільки для діапазону частот 5 ГГц у випадку сприятливих умов в мережі та невеликої кількості сусідніх мереж.

Наразі найбільш розповсюдженим є використання каналу шириною 20 МГц.

В моделюванні було використано канал шириною 40 МГц, тому фізична швидкість буде розрахована наступним чином: коефіцієнти для каналів шириною 40, 80 та 160 МГц відповідно 2.1, 4.5 та 9.0.

Ділимо залишок фізичної швидкості після MIMO на коефіцієнт для 160 МГц, для знаходження одиничного значення: $2402:9 = 266,8$ МГц та множимо на коефіцієнт для ширини каналу 40 МГц ($266,8 \times 2.1 = 560$ Мбіт/с).

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

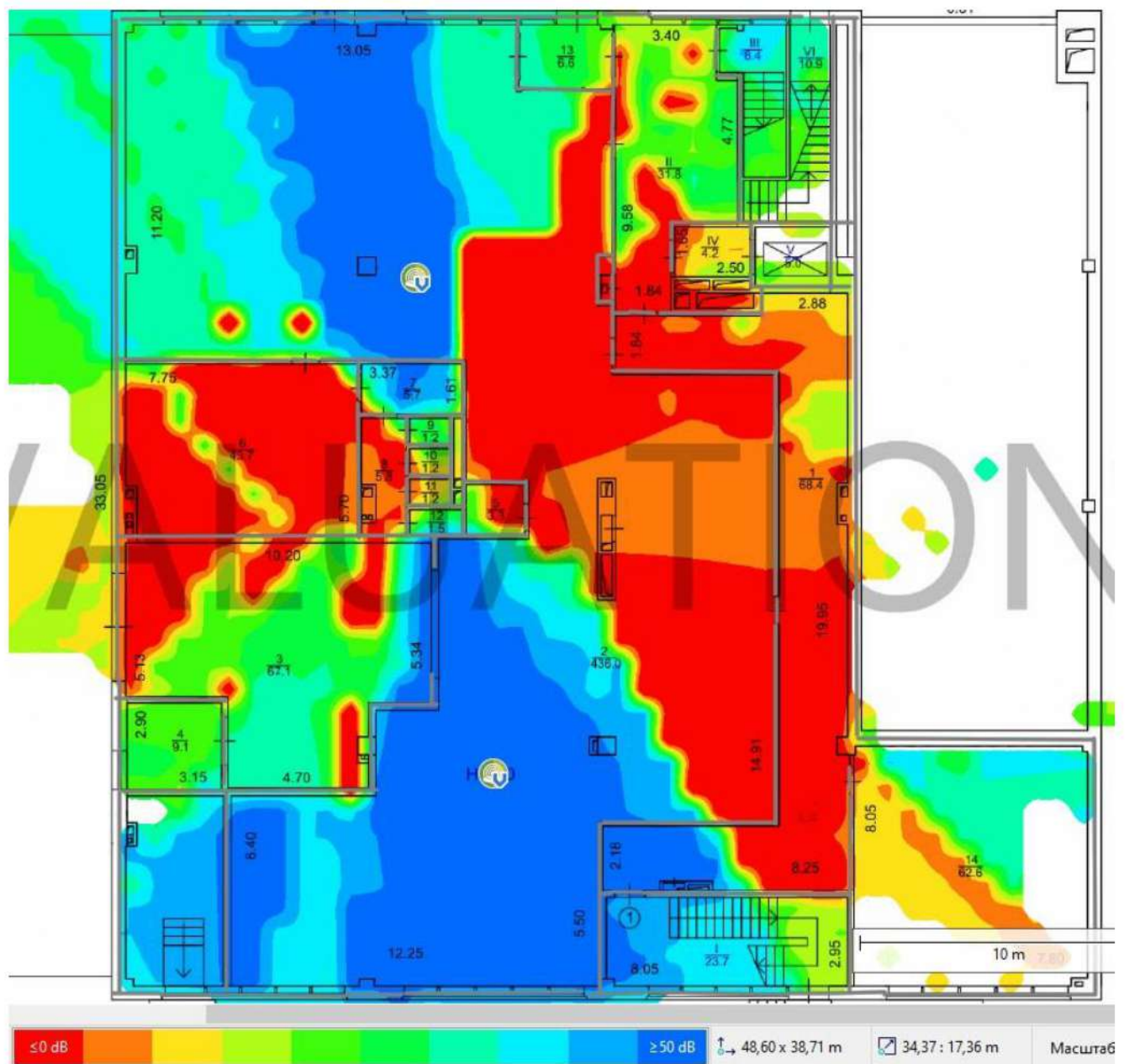


Рисунок 1.17. Відношення сигнал/інтерференція двох точок доступу на одному каналі

У специфікації 802.11ax передбачена модуляція 1024QAM. Наразі це характеристика модуляції найвищого порядку.

Вона висуває дуже високі вимоги до якості сигналу, тому для повсякденного використання буде застосовуватися модуляція нижчого порядку – 64QAM. Скориставшись таблицею залежності швидкості передавання даних від методу модуляції для специфікації 802.11ax та модуляції 64QAM 5/6 отримаємо середні значення швидкості передавання 325 Мбіт/с. Це реальне значення є близьким до змодельованого. Розрахована швидкість в 325 Мбіт/с буде ділитись порівну для

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ

Арк.

44

другого і більше пристрою в мережі.

У підсумку, обстеження бездротового зв'язку рекомендується за необхідне з метою передбачення поширення радіохвиль у закритому просторі.

Враховуючи широке поширення бездротової інфраструктури перешкоди від сусідніх бездротових мереже Wi-Fi відіграють дуже важливу роль опитування Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax під час розгортання та обслуговування мережі за допомогою програмного засобу TamoGraph Site Survey.

1.4 Конструкторська реалізація

На рис.1.18 приведена схема мережі з двома маршрутизаторами Wi-Fi 6 і доступом в Інтернет.

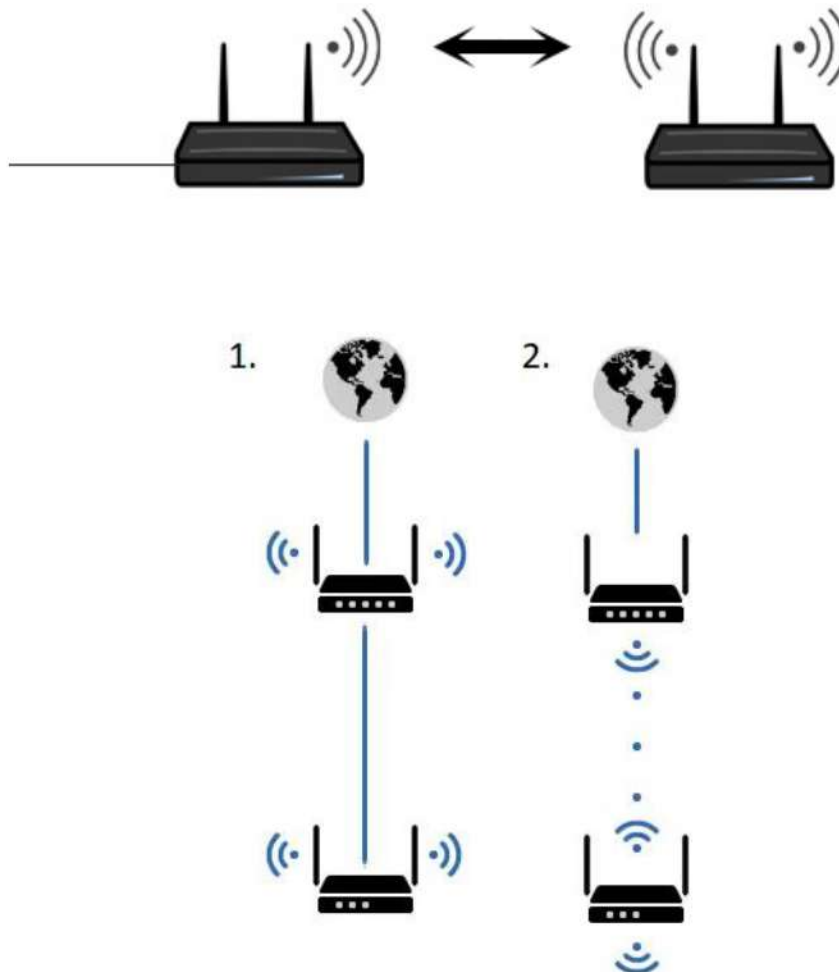


Рисунок 1.18. Схема мережі на 2 точки доступу Wi-Fi 6 із доступом в інтернет

Ця схема дозволяє створити бездротову мережу з використанням технології Wi-Fi 6 і забезпечує доступ до Інтернету для всіх підключених пристроїв.

Схема мережі працює наступним чином:

- 1) Модем/Шлюз: Це пристрій, який забезпечує доступ до Інтернету, отримуючи сигнал від вашого постачальника Інтернету і перетворюючи його на формат, зрозумілий для мережі.
- 2) Точка доступу 1: Цей маршрутизатор підключений до модема/шлюза і розподіляє Інтернет-з'єднання між пристроями, що підключені до нього через Wi-Fi або провідну мережу. Він також може виконувати функції маршрутизації, направляючи мережевий трафік між різними пристроями.
- 3) Точка доступу 2: Цей маршрутизатор підключений до першого маршрутизатора і може розширювати покриття Wi-Fi мережі або створювати окрему підмережу. Він також може допомагати в розподілі мережевого трафіку та забезпечувати підключення до Інтернету для підключених пристроїв.
- 4) Комп'ютери та бездротові пристрої: Ці пристрої підключені до мережі через будь-який з маршрутизаторів і отримують доступ до Інтернету через модем/шлюз та маршрутизатори Wi-Fi 6.

Отже, модем/шлюз забезпечує з'єднання з Інтернетом, перший маршрутизатор розподіляє це з'єднання між підключеними пристроями, а другий маршрутизатор допомагає в розширенні мережі та покриття Wi-Fi, а також управлінні мережевим трафіком

В табл.1.3 приведено перелік обладнання мережі для медичного центру.

Точка доступу Aruba AP22 (R4W02A), що підтримує стандартний Wi-Fi 6 (802.11ax)

Назва обладнання	Кількість
Точка доступу Aruba 505 стандартний Wi-Fi 6 (802.11ax)	2 або 1
Мережеве обладнання з ПЗ та Інтернет та кабельною інфраструктурою	Комплект

1.5 Рекомендації проектування до кабельної інфраструктури

Для максимізації ефективності бездротових пристроїв Wi-Fi 6 і Wi-Fi 6E через кабельну інфраструктуру рекомендується дотримуватися наступних принципів проектування:

- 1) Планування мережі Wi-Fi: Потрібно ретельно розробити план розміщення точок доступу Wi-Fi 6 і Wi-Fi 6E для забезпечення оптимального покриття і мінімізації перекриття сигналів.
- 2) Використання кабельної інфраструктури: Підключення точок доступу до мережі за допомогою кабельної інфраструктури (Ethernet) дозволяє забезпечити стабільне та швидке з'єднання для кожного пристрою.
- 3) Використання кращих кабелів: Використовуйте високоякісні Ethernet-кабелі для мінімізації втрат сигналу і забезпечення стабільного з'єднання з точками доступу.
- 4) Врахування підтримки PoE: Якщо це можливо, вибирайте точки доступу, які підтримують технологію Power over Ethernet (PoE), щоб спростити установку та забезпечити безперебійне живлення.
- 5) Розділова стійка: Розмістіть точки доступу відповідно до розподільного плану, уникайте перекриття сигналів і забезпечте рівномірне покриття на всій площі.
- 6) Використання різних діапазонів частот: Використання різних діапазонів частот (2,4 ГГц та 5 ГГц) дозволяє підтримувати підключення для різних типів пристроїв і уникнути перенаселеності на одному діапазоні.
- 7) Оновлення обладнання: Підтримуйте своє обладнання в актуальному стані, встановлюючи оновлення програмного забезпечення та замінюючи застаріле обладнання на нові точки доступу Wi-Fi 6 і Wi-Fi 6E, щоб забезпечити максимальну продуктивність та безпеку мережі.

Ці принципи допоможуть забезпечити ефективну кабельну інфраструктуру, яка підтримуватиме вимоги і потреби сучасних бездротових мереж Wi-Fi 6 і Wi-Fi 6E.

					БКС 28. 29 001. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

В Україні діє Закон "Про охорону праці", який є одним з найважливіших актів законодавства про охорону праці.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Робочим місцем програміста, що розроблює та підтримує програмне забезпечення для розробки Wi-Fi мереж стандарту IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/ax є персональний комп'ютер.

Тому нижче розглянемо основні питання, що виникають при експлуатації персонального комп'ютеру.

2.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконанні основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування

Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів користувача персонального комп'ютеру (ПК) та програміста слід починати з аналізу дотримання вимог, встановлених санітарними правилами і нормами для

					БКС 28. 29 002. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

виробничих приміщень та робочих місць.

На робочому місці користувача персонального комп'ютера (ПК) виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші.

Робота з ПК супроводжується також підвищеним ступенем напруженості трудового процесу.

Нормативними документами, які визначають нормалізацію умов праці користувачів ПЕОМ, є ДНАОП 0.00-1.31-99. «Правила охорони праці при експлуатації електронно-обчислювальних машин» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

2.2.1 Організація робочого місця

При розміщенні робочих столів з персональними комп'ютерами слід дотримуватись таких вимог.

Відстань від тильної поверхні одного персонального комп'ютера до екрана іншого 1,5 – 2м. За потреби особливої концентрації уваги під час виконання робіт суміжні робочі місця операторів необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5 - 2м.

Конструкція робочого місця користувача персонального комп'ютера має забезпечення підтримання оптимальної робочої пози офісного працівника. Конструкція робочого столу має відповідати сучасним нормам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів. Висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680 – 800 мм, а ширина і глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600 – 1400мм, глибина – 800 – 1000мм).

Робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600мм, завширшки не менше ніж 500мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450мм,

					БКС 28. 29 002. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

на рівні простягнутої ноги не менше ніж 650мм.

Робочий стілець має бути підйомна-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край – заокругленим.

Монітор має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600-700мм, але не ближче ніж за 600мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів.

Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100-300мм від краю, звернутого до працюючого.

Робоче місце з персональним комп'ютером слід обладнати шопітром для документів, що легко переміщується.

2.1.2 Параметри мікроклімату

Нормування параметрів проводиться в залежності від періоду року та категорії важкості виконуваних робіт.

Для постійних робочих місць, якими є робочі місця операторів ПК, встановлені оптимальні параметри мікроклімату, а за неможливості їх дотримання використовують допустимі параметри:

Холодний:

- 1) температура повітря в приміщенні 22...24°C;
- 2) відносна вологість 40... 60%;
- 3) швидкість руху повітря до 0,1...0,2 м/с

Теплий:

- 1) температура повітря в приміщенні 23...25 °C;
- 2) відносна вологість 40...60%;
- 3) швидкість руху повітря 0,1...0,2 м/с.

Виміряні за допомогою приладів температура, вологість та швидкість руху повітря відповідають теплого та холодного періоду року.

Але для холодного періоду року температура повітря зависока, хоча вологість і швидкість руху повітря відповідають нормі.

					БКС 28. 29 002. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

2.1.3 Шум та вібрація

Допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця оператора складає 65 дБА. Зниження рівня шуму у приміщенні можна здійснити шляхом використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках. Джерелами шуму при роботі з ПК є жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, вентилятор, розташований на процесорі, механічні сканери, пересувні механічні частини принтера та ін. При роботі вентиляційної системи ПК, яка забезпечує оптимальний температурний режим електронних блоків, створюється аеродинамічний шум.

Крім того, діють інші зовнішні джерела шуму, не пов'язані з роботою ПК.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, обладнаних ПК, мають відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98, ДСН 3.3.6-037-99.

Під час виконання робіт з ПК у виробничих приміщеннях значення характеристик вібрації на робочих місцях мають не перевищувати допустимі відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98, ДСН 3.3.6-039-99.

2.1.4 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників.

Персональні комп'ютери і периферійні пристрої повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Не допускається підключати персональні комп'ютери та периферійні пристрої до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі з використанням перехідних пристроїв.

					БКС 28. 29 002. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

2.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці.

Норми належності первинних засобів пожежогасіння для об'єктів слід установлювати згідно з нормами технологічного проектування, типовими нормами належності вогнегасників (НАПБ Б.ОЗ.001-2004) та Правилами пожежної безпеки в Україні.

Приміщення з персональними комп'ютерами рекомендується оснащувати вуглекислотними вогнегасниками (ВВК 3,5 (ОУ-5)) з урахуванням гранично допустимої концентрації вогнегасної речовини, або порошковими (ВП-5 (ОП-5))

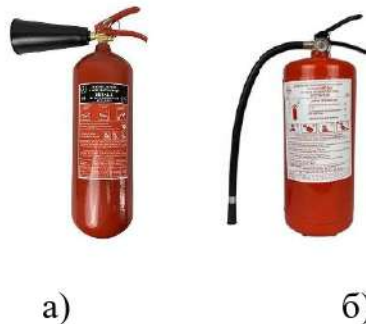


Рисунок 2.1. Вогнегасник

а) вуглекислотний ВВК-3,5 (ОУ-5); б) порошковими (ВП-5 (ОП-5))

Для зазначення місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння слід установлювати відповідні знаки згідно з чинними державними стандартами. Знаки слід розміщувати на видних місцях на висоті 2-2,5 м від рівня підлоги як у середині, так і поза приміщеннями (у разі потреби). Навішування вогнегасників на кронштейни, розміщення їх у тумбах або пожежних шафах повинне забезпечувати можливість прочитання маркувальних написів на корпусі.

Експлуатація та технічне обслуговування вогнегасників повинно здійснюватися відповідно до вимог Правил експлуатації вогнегасників (НАПБ Б.01.008-2004).

У підсумку можна зазначити, що впровадження комфортних й безпечних умов праці - один з основних факторів, що впливає на здоров'я працівників та продуктивність їхньої праці.

					БКС 28. 29 002. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра вирішено завдання, що полягало в дослідженні актуального програмного засобу - планувальника бездротових мереж TamoGraph Site Survey, яке призначено для розгортання і покриття Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax. Для дослідження я обрав тріальну безкоштовну версію TamoGraph Site Survey, що діє 30 днів та отримав такі результати:

– точка доступу в діапазоні частот 2,4 ГГц має велику площу покриття і порівняно невелику (з 5 ГГц діапазоном) швидкість передавання даних. Також, завади в вигляді тонких стін мало впливають на швидкість передавання та рівень сигналу. Цей варіант підійде для великих офісів або будинків з малою кількістю точок доступу;

– точка доступу в діапазоні частот 5 ГГц, з іншого боку, має невелику площу покриття та дуже високу швидкість передавання. Є дуже чутливою навіть до стін з невеликою товщиною, що призводить до погіршення рівня сигналу і зменшення швидкості. Такий вид мережі підходить для людей, яким потрібна стабільна робота з передавання відео контенту з високою якістю або для особистого користування в густонаселеному районі/ будинку;

– використання точок доступу Aruba 505 стандарту 802.11ax (Wi-Fi 6) пропонує покращену роботу в умовах перевантаження, більшу швидкість передачі даних та меншу затримку. Прогнозована досяжна швидкість передавання для одного пристрою в ідеальному для цього середовищі в діапазоні частот 5 ГГц буде досягати величини більш ніж 325 Мбіт/с (в залежності від досягнутої кількості просторових потоків).

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглянуто питання охорони праці користувачів персонального комп'ютеру. Впровадження комфортних й безпечних умов праці - один з основних факторів, що впливає на здоров'я працівників та продуктивність їхньої праці.

					БКС 28. 29 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Про інформацію: Закон України// Відомості Верховної Ради України. - 2001.- № 11.- С. 25-27.
- 2) Міністерство соціальної політики України НАКАЗ 14.02.2018 № 207 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за № 508/31960 Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18#Text> (Дата звернення 10.06.24)
- 3) Aruba: в авангарді Wi-Fi 6. Кому і для чого потрібні точки доступу нового покоління [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу: <https://www.telesphera.net/news/aruba-v-avangarde-wi-fi-6/> (Дата звернення 10.06.24)
- 4) HPE Aruba Networking інструкція Точка доступу ARUBA 505 [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу: <https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/indoor-access-points/500-series/> (Дата звернення 10.06.24)
- 5) НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php (Дата звернення 10.06.24)
- 6) Комплексні рішення для організації безпроводних мереж [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу <https://ukrinfosystems.com.ua/uk/catalogue/d-link/wireless-equipment> (Дата звернення 10.06.24)
- 7) Конспект лекцій з дисципліни «ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ» О.А. Толок, 2015р. [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу:

					БКС 28. 29 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

<http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/10/5-10-k125.pdf> (Дата звернення 10.06.24)

8) Wi-Fi. [Електронний ресурс]–Режим доступу до ресурсу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> (Дата звернення: 10.06.24).

9) НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс]–Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php (Дата звернення 10.06.24)

					БКС 28. 29 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Слайди мультимедійної презентації

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему:
**Дослідження способу розгортки
безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі
TamoGraph**

ВИКОНАВ: УДОТ Д.В.

ГР. 4КС-57

КЕРІВНИК: КРАСНІЄНКО Н.В.

Слайд 1

**ПЗ для моделювання зони покриття
бездротових точок доступу Wi-Fi мереж**

EkaHau Site Survey;

TamoGraph Site Survey;

D-link Wi-Fi Planner PRO;

NetAlly AirMagnet Survey Pro.

Слайд 2

План-схема приміщення офісу



Слайд 3

Початок роботи у програмі **TamoGraph Site Survey**



Слайд 4

Меню вибору матеріалу будівлі

№№ уч	Колір	Вид матеріалу
1		3
1	■	Легка перегородка 5 см (2")
2	■	Внутрішнє офісне навію 2,5 см (1")
3	■	Цегляні стіни 9 см (3,5")
4	■	суцільні дерев'яні двері 4,5 см (1,75")
5	■	сталі протизмовні двері 6,4 см (2,5")
6	■	Зовнішнє офісне навію 2,5 см (1")
7	■	Зовнішнє навію 1,3 см (0,5")
8	■	Бетонна стіна 20 см (8")
9	■	Цегляні стіни 25 см (10")
10	■	Зовнішнє бетонна стіна 49 см (27")
11	■	Бетонна стіна 45 см (18")

Картинки шпильки:

Решка відрізка

Решка лінійної

Рисунки 1.7. Меню вибору матеріалу



Слайд 5

Точка доступу Aruba 505

ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД



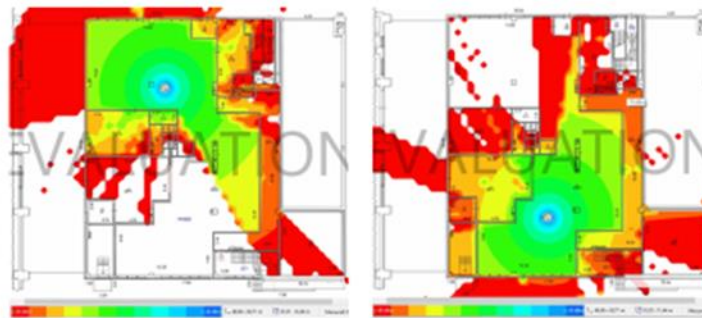
ХАРАКТЕРИСТИКИ

Стандарт Wi-Fi 6 (802.11ax)

- забезпечує високошвидкісне бездротове з'єднання;
- підтримує одночасну роботу в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц;
- має: Порти 1xGigabit Ethernet з підтримкою PoE (Power over Ethernet 802.3af);
- Wi-Fi антена. Всеспрямовані антени 2x2 MIMO

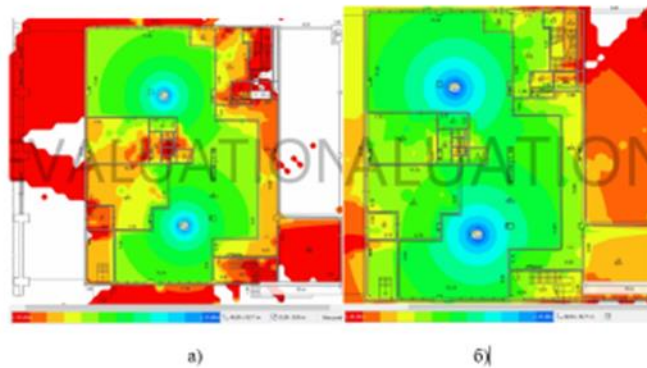
Слайд 6

Дослідження рівня сигналу кожної точки доступу у діапазоні 5 ГГц



Слайд 7

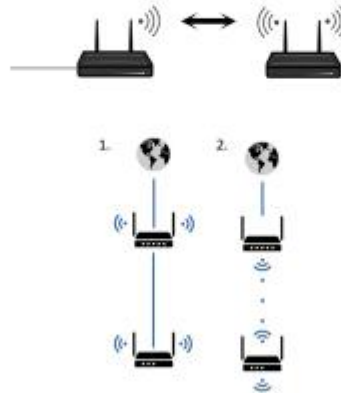
Рівень сигналу роботи двох точок доступу в діапазоні: а) 5 ГГц, б) 2,4 ГГц



Слайд 8

Схема мережі на 2 точки доступу

Wi-Fi 6 із доступом в Інтернет



Слайд 9

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра вирішено завдання, що полягало в дослідженні актуального програмного засобу - планувальника бездротових мереж TamoGraph Site Survey, яке призначено для розгортання і покриття Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax. Для дослідження я обрав тріальну безкоштовну версію TamoGraph Site Survey, що діє 30 діб та отримав такі результати:

- точка доступу в діапазоні частот 2,4 ГГц має велику площу покриття і порівняно невелику (з 5 ГГц діапазоном) швидкість передавання даних. Також, завади в вигляді тонких стін мало впливають на швидкість передавання та рівень сигналу. Цей варіант підійде для великих офісів або будинків з малою кількістю точок доступу;

- точка доступу в діапазоні частот 5 ГГц, з іншого боку, має невелику площу покриття та дуже високу швидкість передавання. Є дуже чутливою навіть до стін з невеликою товщиною, що призводить до погіршення рівня сигналу і зменшення швидкості. Такий вид мережі підходить для людей, яким потрібна стабільна робота з передавання відео контенту з високою якістю або для особистого користування в густонаселеному районі/ будинку;

- використання точок доступу Aruba 505 стандарту 802.11ax (Wi-Fi 6) пропонує покращену роботу в умовах перевантаження, більшу швидкість передачі даних та меншу затримку. Прогнозована досяжна швидкість передавання для одного пристрою в ідеальному для цього середовищі в діапазоні частот 5 ГГц буде досягати величини більш ніж 325 Мбіт/с (в залежності від досягнутої кількості просторових потоків).

Слайд 10

ВІДГУК

керівника на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Удота Дмитра Віталійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Тема дипломного проекту: Дослідження способу розгортки
безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Кваліфікаційну роботу бакалавра виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 60 сторінок. У пояснювальній записці виконано опис предметної області, проведено аналіз публікацій на тему способів розгортки та покриття WiFi 6 мереж. Проведено експериментальне дослідження покриття сигналом Wi-Fi у приміщенні за допомогою TamoGraph Site Survey. Графічна частина складається з 10 слайдів мультимедійної презентації. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувач освіти Удот Д.В. поступово та послідовно виконував всі етапи розробки. Всі роботи здобувач освіти виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника.

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Удот Д.В. під час роботи над дипломним проектом вивчив достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою.

Вважаю, що теоретична підготовка дипломника добра і він готовий до захисту дипломного проекту

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____

Під час дипломного проектування здобувач освіти Удот Д.В. мав змогу самостійно приймати рішення з аналізу даних та реалізації розгортки безконтролерних WiFi 6 мереж, показав вміння організовано працювати над поставленим завданням, складати схеми та проводити розробку коду за допомогою актуальних для теми комп'ютерних програмних засобів.

Оцінка розрахункової частини	Добре
Оцінка графічної частини	Добре
Загальна оцінка	Добре

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____
Краснієнко Наталія Володимирівна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач
кафедри комп'ютерної інженерії

Підпис _____

« 13 » 06 2024 р.

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
відділення комп'ютерних систем

Удота Дмитра Віталійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Напрямку підготовки 123 «Комп'ютерна інженерія»

Керівник кваліфікаційної роботи

Краснієнко Наталія Володимирівна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи

Дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph

Обсяг пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини проекту 10 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

а) заключення про ступінь відповідності виконаної роботи завданню

Робота відповідає технічному завданню до комплексної роботи. Виконана у відповідності з вимогами.

б) характеристика виконання кожного розділу роботи

При виконанні комплексної роботи здобувач продемонстрував уміння використовувати останні досягнення науки та техніки, уміння працювати з літературою. Грамотно досліджено та проаналізовано ПЗ для розгортання і покриття Wireless LAN Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax

в) оцінка якості виконання графічної (презентаційної) частини роботи і пояснювальної записки

Графічна частина відповідає вимогам, виконана якісно та відображає основні елементи дослідження мережі. Містить етапи дослідження точок доступу в приміщенні з сильним загасанням сигналу

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016242948

Дата перевірки:
10.05.2024 20:38:06 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
10.05.2024 20:40:26 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКС-28_Дмитро Удот

Кількість сторінок: 54 Кількість слів: 8708 Кількість символів: 62913 Розмір файлу: 7.15 MB ID файлу: 1016026346

14.7% Схожість

Найбільша схожість: 6.09% з Інтернет-джерелом (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38545/1/MykytenkoOV_magist..)

14.7% Джерела з Інтернету

652

Сторінка 56

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

6

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,
Удот Дмитро Віталійович
здобувач освіти гр. 2БКС-28, та
Краснієнко Наталія Володимирівна
керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Дослідження способу розгортки безконтролерних Wi-Fi 6 мереж у програмі TamoGraph» (автор роботи – Удот Д.В, керівник роботи – Краснієнко Н.В.)

виконаної у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Удот Д.В. /

Керівник  / Краснієнко Н.В. /

« 12 » 06 2024 р.

г) перелік позитивних якостей роботи _____

Тема роботи є актуальною, виконана у достатньому обсязі, якісно, відповідно до поставленого завдання. Досліджена зона покриття точки доступу бездротової мережі та її пропускна спроможність під впливом навантаження та колізій у програмі TamoGraph Site Survey

д) основні недоліки роботи. Проблеми з масштабуванням: Масштабування мережі після її початкового розгортання може вимагати значних змін у попередньому плані. Додавання нових точок доступу чи зміна конфігурацій може вплинути на існуючу мережу, що потребує нових розрахунків і пере налаштувань. , Для підвищення ефективності дослідження можна було б провести порівняння із застосуванням вітчизняних програмних засобів

Оцінка розрахункової частини _____ Добре _____

Оцінка графічної (презентаційної) частини _____ Добре _____

Загальна оцінка _____ Добре _____

Прізвище, ім'я та по батькові рецензента _____ к.т.н. Селіванова Алла Віталіївна _____

Місце роботи і посада рецензента Одеський національний технологічний університет, декан факультету комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту

«19» 06 2024 р.

(підпис)



(прізвище та ініціали рецензента)

Селіванова А.В.