

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

Другий (Магістерський)

Освітній рівень

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему «Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi»

ДРТР.215039.01.08ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, група ТРм-19-1


підпис

А.В. Гадомський

Ініціали, прізвище

Керівник: к-т техн. наук, доц.


підпис

А.А. Таранчук

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.


підпис

С.К. Підченко

Ініціали, прізвище

17.12.2020 р.

Хмельницький національний університет

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Освітній рівень другий (магістерський)

Галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Освітня-професійна програма Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ТМІТ

3.09.2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Гадамському Андрію Володимировичу

1 Тема роботи: «Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN WI-FI»

керівник роботи Таранчук Алла Анатоліївна, к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «1» вересня 2020 р. №118

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 16.12.2020 р.

3 Вихідні дані (характеристика об'єкта, умов дослідження та ін.)

Мета роботи: удосконалення методу моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi двох кафедр університету.

Об'єкт дослідження: процеси поширення сигналу в мережах WLAN Wi-Fi.

Предмет дослідження: безпроводові мережі WLAN Wi-Fi.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1. Огляд загальних характеристик та показників ефективності безпроводових систем зв'язку WLAN WI-FI.

2. Стандарти IEEE 802.11 та розрахунки умов поширення сигналу.

3. Удосконалення методу організації, моніторингу та аудиту безпроводової мережі WLAN Wi-Fi.

4. Вибір та обґрунтування телекомунікаційного обладнання мережі WLAN Wi-Fi

Завдання отримав _____

Науковий керівник _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел	14.09.2020 р.	<i>виконано</i>
2	Написання 1 розділу ДР	25.09.2020 р.	<i>виконано</i>
3	Визначення проблеми дослідження	29.09.2020 р.	<i>виконано</i>
4	Написання 2 розділу	20.10.2020 р.	<i>виконано</i>
5	Розробка моделі	27.10.2020 р.	<i>виконано</i>
6	Написання тез конференції	2.11.2020 р.	<i>виконано</i>
7	Написання 3 розділу ДР	7.11.2020 р.	<i>виконано</i>
8	Теоретичне та практичне моделювання	10.11.2020 р.	<i>виконано</i>
9	Написання 4 розділу ДР	24.11.2020 р.	<i>виконано</i>
10	Оформлення пояснювальної записки до ДР	30.11.2020 р.	<i>виконано</i>
11	Оформлення презентаційних матеріалів	10.12.2020 р.	<i>виконано</i>

Студент


Підпис

Гадомський А.В.

Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Таранчук А.А.

Ініціали, прізвище

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ	
ЕФЕКТИВНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СИСТЕМ ЗВ’ЯЗКУ WLAN WI-FI	9
1.1 Загальна характеристика радіотехнічних систем передачі інформації	9
1.2 Огляд та класифікація стандартів безпроводних систем передачі інформації групи IEEE 802.11	16
1.3 Кількісні метрики та показники ефективності безпроводних систем зв’язку	20
Висновки до першого розділу	24
2 СТАНДАРТИ IEEE 802.11 ТА РОЗРАХУНКИ УМОВ ПОШИРЕННЯ	
СИГНАЛУ	25
2.1 Розрахунок дистанції безпроводного зв'язку.....	25
2.2 Оцінка ефективності безпроводних систем стандарту IEEE 802.11	28
2.3 Розрахунки умов поширення сигналів.....	32
2.3.1 Розрахунок загасання радіосигналу	32
2.3.2 Розрахунок балансу потужностей	34
2.3.3 Розрахунок зони Френеля	35
Висновки до другого розділу.....	36
3 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ, МОНІТОРІНГУ ТА АУДИТУ	
БЕЗПРОВОДОВОЇ МЕРЕЖІ WLAN WI-FI.....	37
3.1 Комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi	37
3.2 Розробка імітаційної моделі оцінки інформаційної ефективності в середовищі D-Link Wi-Fi planner PRO	39
3.3 Моніторинг мережі Wi-Fi для 2,4 ГГц і 5 ГГц.....	45
Висновки до третього розділу	51
4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖІ WLAN WI-FI	53

4.1 Порівняльні характеристики безпроводових точок доступу виробника	
D-Link	53
4.2 Комплектація та технічні характеристики маршрутизатора.....	61
DAP-2690	61
Висновки до четвертого розділу	66
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	69

ВСТУП

Телекомунікаційні системи передачі інформації зазнали чималих змін впродовж історії їх становлення та розвитку. В основі їх ефективного та безперебійного функціонування лежать фундаментальні відкриття та винаходи науковців та інженерів-дослідників. Протягом останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до збільшення робочого частотного діапазону безпроводних радіотехнічних систем зв'язку, підвищення ефективності, пропускної здатності та надійності передачі інформації.

Актуальність обраної теми обумовлена широким розповсюдженням безпроводних технологій передачі інформації в умовах обмеженості фізичних ресурсів середовища поширення радіосигналів. Одночасне зростання навантаження на безпроводні комунікації і відсутність глобальних можливостей розширення ресурсів безпроводних каналів зв'язку вимагає підвищення інформаційної ефективності безпроводні системи передачі, тому питання, що розглядаються в даній роботі є актуальні.

Метою роботи є: удосконалення методу моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi двох кафедр університету.

Об'єктом роботи є: процеси поширення сигналу в мережах WLAN Wi-Fi.

Предметом дослідження є: безпроводні мережі WLAN Wi-Fi.

Наукова новизна отриманих результатів: Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, за допомогою якого отримані характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу. Використання спеціального програмного забезпечення D-Link Wi-Fi planner PRO, дозволило дослідити середовище планування та визначити його характеристики перед розгортанням мережі WLAN Wi-Fi. Удосконалений

метод моніторингу та аудиту мережі дозволяє спроектувати і оптимізувати безпроводову мережу Wi-Fi ще на етапі її проектування, а також значно зменшити витрати на обладнання при її розгортанні або розширенні.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Запропоновано ряд критеріїв для оцінки ефективності безпроводних систем засобів зв'язку. Показано, що ефективність безпроводової передавальної системи може бути виражена через показник частотної ефективності безпроводової системи передачі, коефіцієнт використання частотної смуги каналу зв'язку, показник енергетичної ефективності та коефіцієнт використання потужності сигналу.

2. Проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ. Виконані розрахунки характеристик поширення сигналу, які показали, що при розгортанні безпроводних мереж стандарту IEEE 802.11 необхідно враховувати усі умови поширення сигналу безпроводних середовищем, включаючи будівельні характеристики закритих приміщень.

3. Проведена комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету. Показано, що дальність передавання інформації залежить від потужності передавача Wi-Fi, наявності і характеристик перешкод та типу антен.

4. Проведений вибір та наведено обґрунтування вибору точки доступу – маршрутизатора фірми D-Link DAP-2690, що є ідеальним рішенням та дозволяє створити безпроводову мережу з заданими вимогами, завдяки його одночасній роботі в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, підтримки PoE, кільком режимам роботи і надійним функціям безпеки. DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних

SSID за допомогою однієї ТД. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію 802.1Q VLAN Tagging, що дозволяє використовувати віртуальні SSID для сегментації трафіку з метою підвищення продуктивності і безпеки.

Апробація результатів дослідження: Результати досліджень представлені у вигляді доповіді на науково-практичній інтернет - конференції молодих науковців і студентів «Інтелектуальний потенціал-2020».

Дипломна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, висновку, списку посилань. Загальний обсяг роботи складає 71 сторінку комп'ютерного тексту, у тому числі: 33 рисунків та 8 таблиць, список посилань вміщує 33 найменувань.

1 ОГЛЯД ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ WLAN WI-FI

1.1 Загальна характеристика радіотехнічних систем передачі інформації

Телекомунікаційні системи передачі інформації зазнали чималих змін впродовж історії їх становлення та розвитку. В основі їх ефективного та безперебійного функціонування лежать фундаментальні відкриття та винаходи науковців та інженерів-дослідників. Протягом останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до збільшення робочого частотного діапазону безпроводних радіотехнічних систем зв'язку, підвищення ефективності, пропускної здатності та надійності передачі інформації.

Аналогові системи передачі інформації, хотя й досі широко використовуються, все більше витісняються системами цифрового зв'язку із тимчасовим розділенням каналів [2]. Це спонукало до розробки плезіохронної цифрової ієрархії (ПЦІ, Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH). В ієрархії PDH базовим для передачі інформаційного сигналу є канал зі швидкістю 64 кбіт/с, що є цифровим аналогом каналу зв'язку тональної частоти в аналогових системах передачі. Перехід до цифрових систем передачі і заміна мідних кабелів на волоконно-оптичні супроводжувалися збільшенням пропускної спроможності і істотним поліпшенням експлуатаційних характеристик систем передачі.

На зміну плезіохронним цифровим системам прийшли системи синхронної цифрової ієрархії (СЦІ, Synchronous Digital Hierarchy, SDH), швидкість передачі яких становить 100-1000 Мбіт/с. Такі системи були розраховані на широке застосування волоконнооптичних кабелів.

Безпроводові широкосмугові технології були розроблені з метою надання послуг зв'язку, аналогічних дротовим системам.

Радіотехнічні телекомунікаційні пристрої приймання та обробки сигналів представляють собою систему вузлів і блоків, за допомогою яких здійснюються такі операції:

- перетворення електромагнітного поля сигналу (завад) в електричний сигнал і забезпечення просторової і поляризаційної вибіркової корисного радіосигналу за допомогою приймальної антени;

- виділення корисних радіосигналів із сукупності інших сигналів і перешкод, що діють на виході прийомної антени і не збігаються за частотою з корисним сигналом. Ця операція називається фільтрацією по частоті і здійснюється частотно-вибірковими пристроями;

- підсилення сигналів з метою забезпечення якісної роботи демодулятора, декодера, схем захисту приймача від перешкод і зворотного ЕФП (вирішального або виконавчого пристрою);

- демодуляція прийнятого сигналу з метою виділення інформації (модуючої функції), що міститься в корисному радіосигналі;

- обробка сигналів з метою ослаблення завад штучного і природного походження. Подібна операція передбачає введення в приймач засобів завадозахищеності і ефективну обробку сигналів і завад, при якій досягається найкраще виявлення сигналів або оцінка прийнятої інформації (повідомлення) за будь-яким критерієм оптимальності приймача відповідно до цільового змістом розв'язуваної практичного завдання.

Незалежно від призначення телекомунікаційної системи, вся необхідна для отримувача інформація відображається в параметрах радіосигналу на вході радіоприймального пристрою. Тому всі основні операції, пов'язані з просторовою і частотною вибірковою корисного радіосигналу, його підсиленням, демодуляцією і обробкою, можуть вирішуватися в рамках єдиної

теорії аналізу і синтезу приймальних трактів і однакових принципів їхньої схемотехнічної реалізації.

На рисунку 1.1 зображена спрощена схема системи радіозв'язку. Її призначення полягає в найбільш точному відтворенні переданого інформаційного сигналу на виході радіоприймача. Повідомлення подається у формі модулюючого сигналу, який представляє собою змінюється в часі напругу (або струм), що несе корисну інформацію.

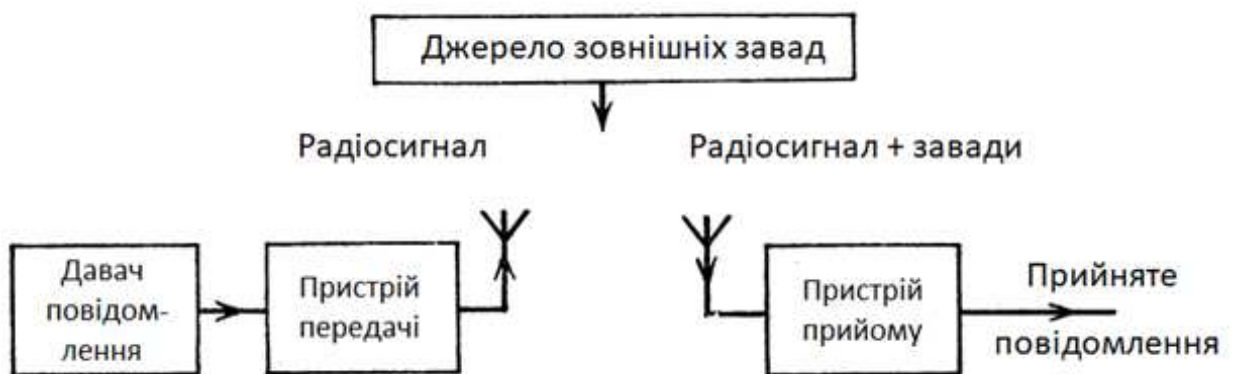


Рисунок 1.1 – Спрощена структурна схема радіотехнічної телекомунікаційної системи

За допомогою модулюючого сигналу модулюється один з параметрів високочастотного коливання. Таке модульоване коливання називається радіосигналом. Радіосигнал формується в передавальному пристрої і випромінюється в навколишній простір. Очевидно, що точність відтворених радіоприймачем повідомлень залежить від спотворень, яким піддається радіосигнал при проходженні вузлів системи радіозв'язку. Ці спотворення обумовлені наступними причинами:

- технічною недосконалістю апаратури системи радіозв'язку;
- неоднорідністю середовища, в якому відбувається поширення радіосигналу;

- вплив зовнішніх завад (атмосферних, промислових, спеціально організованих тощо);

- вплив власного шуму радіоприймального пристрою.

У відповідності до основних функцій пристроїв приймання та обробки радіосигналів, на рисунку 1.2 представлена узагальнена структурна схема радіоприймача.

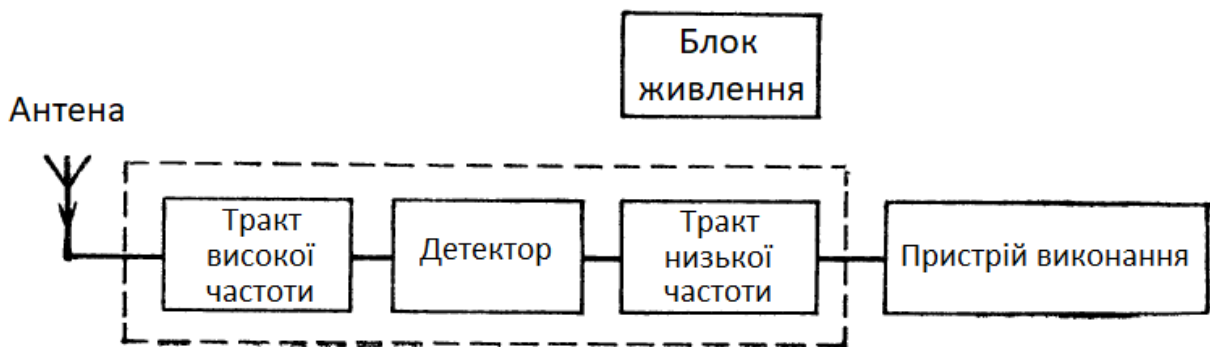


Рисунок 1.2 – Узагальнена структурна схема радіоприймача

Основна обробка прийнятого сигналу проводиться в трьох основних блоках радіоприймального пристрою: в високочастотному (ВЧ) тракті, детекторі і низькочастотному (НЧ) тракті. Цю частину (вона виділена на рисунку 1.2 пунктиром) прийнято називати радіоприймачем. В залежності від способу реалізації високочастотного тракту, радіоприймачі поділяються на два основних типи: приймачі прямого підсилення і супергетеродинні приймачі.

Структурна схема приймача прямого посилення (рис. 1.3) складається з вхідного кола (ВК), підсилювача радіочастоти (ПРЧ), демодулятора (Д), підсилювач низької частоти (ПНЧ). Функціональні блоки ВК, ПНЧ та разом утворюють тракт радіочастоти (ТРЧ), а блок ПНЧ – тракт модулюючої (низької) частоти (ТЧМ).

З приймальної антени (А) напруга сигналу і завад надходить у вхідне коло, призначення якого – узгодження виходу антени з ПНЧ для отримання

максимальної потужності сигналу з антени, а також забезпечення фільтрації сигналу від перешкод до входу блоку ПРЧ. Для зниження рівня власних шумів приймача і визначення його чутливості при необхідності між ВК і ПРЧ використовують мал шумні підсилювачі (МШП, на рисунку не показано). ПРЧ є основним блоком, що забезпечує підсилення і фільтрацію сигналу за частотою від завад. Рівень його підсилення визначається напругою на виході ВК (або МШУ) і величиною сигналу, необхідного для нормальної роботи демодулятора. Виділена після демодулятора модулююча функція, яка містить корисну інформацію, підсилюється і фільтрується від завад та інших комбінаційних частот блоці ПНЧ. Рівень підсилення визначається напругою (потужністю), яку необхідно підвести до кінцевого пристрою (КП) для його нормальної роботи.

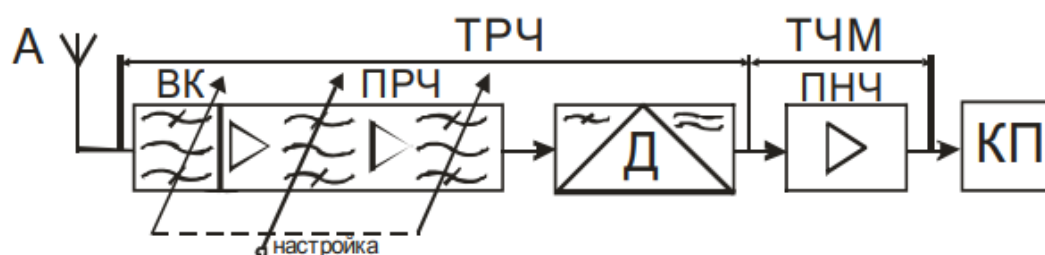


Рисунок 1.3 - Структурна схема приймача прямого підсилення

Приймачі прямого підсилення застосовують у випадках невеликих вимог до чутливості і вибіркової здатності. Для підвищення чутливості в діапазоні НВЧ застосовують МШУ, а для підвищення вибіркової здатності – складні частотно-вибіркові системи. І все ж подібна структура приймача в діапазоні НВЧ, як правило, має невисоку і неоднакову частотну вибірку і підсилення при роботі в широкому діапазоні частот. Налаштування на корисний сигнал здійснюється перебудовою за частотою вхідного кола, МШУ і ПРЧ, що важко здійснити синхронно. У діапазоні СВЧ технічно важко узгодити смуги

пропускання приймача з шириною спектра корисного сигналу для фільтрації останнього від завад, що не співпадають по частоті із сигналом.

Із зазначених факторів впливають головні недоліки приймачів прямого підсилення:

- практично неможливо виділити один канал, який відповідає корисному повідомленню;

- із зростанням частоти вхідного сигналу падає підсилувальна здатність підсилювача радіочастоти, внаслідок чого зменшується можлива кількість прийнятих повідомлень.

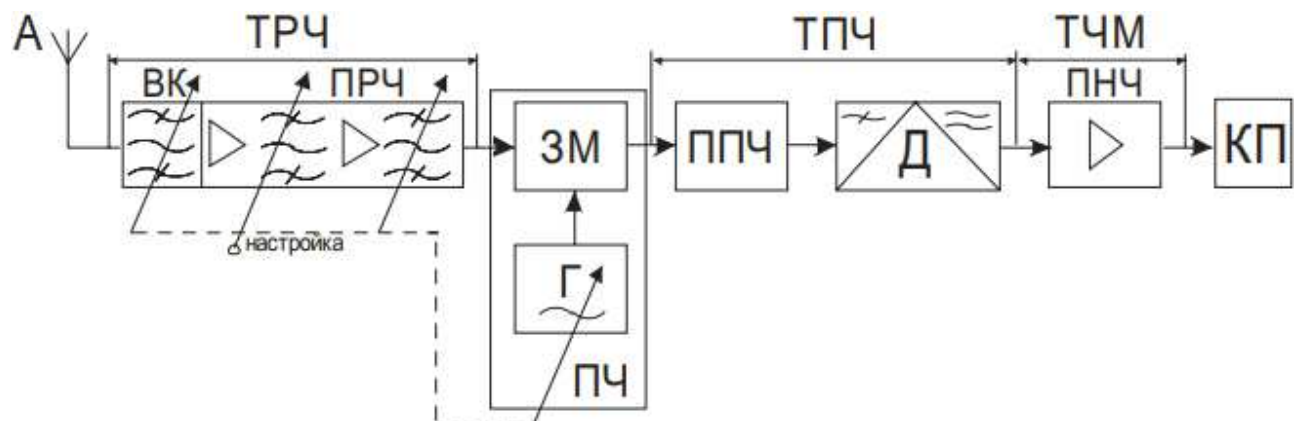


Рисунок 1.4 – Структурна схема приймача супергетеродинного типу

Погіршення електричних характеристик приймача прямого підсилення пов'язане з необхідністю перебудови і роботою на високих частотах. Коли прийом проводиться на фіксованій і досить низькій частоті, приймач прямого підсилення позбувається вказаних недоліків, тому подальше вдосконалення пристроїв прийому радіосигналів пов'язане з принципом зміни частоти прийнятого сигналу. Ця властивість лежить в основі методу супергетеродинного прийому радіосигналів.

Структурна схема супергетеродинного приймача показана на рисунку 1.4. Основне підсилення і частотну вибірковість приймача забезпечує так званий

підсилювач проміжної частоти (ППЧ). Сигнал з проміжною частотою утворюється в одному з перших каскадів супергетеродинного приймача – в перетворювачі частоти (ПЧ).

Особливістю супергетеродинного приймача є те, що незалежно від частоти прийнятого сигналу проміжна частота фіксована і її величину вибирають так, щоб забезпечити необхідний рівень підсилення і вибірконості. Таким чином, супергетеродинний приймач є комбінацію каскаду перетворювача частоти (ПЧ) і приймача прямого підсилення, що працює на фіксованій частоті. Роль такого приймача виконує ППЧ та каскади, що за ним слідує, при цьому ППЧ, зображений на рисунку 1.7, не обов'язково входить до складу супергетеродинного приймача.

Розглянемо в загальних рисах процес перетворення частоти сигналу. Каскад ПЧ складається з двох пристроїв: змішувача (ЗМ) і гетеродина (Г), що представляє собою малопотужний генератор. Сигнал основної частоти f_c перетвориться в коливання проміжної частоти f_n при одночасному впливі сигналу і гетеродинної напруги на змішувач. Вибір типу змішувача визначається конкретними вимогами до приймача, а також багато в чому залежить від частотного діапазону, в якому повинен працювати приймач.

По відношенню до сигналу, в силу невеликої його амплітуди, змішувач можна розглядати як лінійне пристрій, параметри якого змінюються в часі з частотою під впливом гетеродинної напруги. У вихідних колах змішувача утворюється безліч коливань з комбінаційними частотами:

$$f_n = |mf_e \pm nf_c|, \quad (1.1)$$

де $m, n = 1, 2, 3, \dots$

Одне з цих коливань використовується в якості напруги проміжної частоти і виділяється на навантаженні змішувача, що представляє собою резонансну систему, налаштовану на вибране значення.

Очевидно, що побічними каналами прийому в тракт супергетеродинного приймача потрапляють завади, загальна формула яких має вигляд:

$$f_3 = \frac{|mf_2 \pm f_n|}{n} \quad (1.2)$$

1.2 Огляд та класифікація стандартів безпроводних систем передачі інформації групи IEEE 802.11

Технологія безпроводних мереж WLAN (Wireless LAN) розвивається досить швидко. Ці мережі зручні для рухливих засобів в першу чергу, але знаходять застосування і в інших областях динамічні мережі фірм, лікарні і так далі.

Найбільш перспективним видається проект IEEE 802.11, який повинен грати для радіомереж таку ж інтегруючу роль як 802.3 для мереж Ethernet і 802.5 для Token Ring. У протоколі 802.11 використовується алгоритм доступу, схожий на 802.3, але тут замість сполучного кабелю використовуються радіохвилі. Вживані тут модеми можуть працювати і в інфрачервоному діапазоні, що буває привабливе, якщо усі машини розміщені в загальному залі. Застосування 802.11 в лікарні описано в [7] і [8] (розглянуті і аспекти безпеки).

Існують канали, що працюють в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль (850 або 950 нм). Тут можливі дві швидкості передачі 1 і 2 Мбіт/с. При швидкості 1 Мбіт/с використовується схема кодування з групуванням чотирьох біт в 16-бітове кодове слово, що містить 15 нулів і одну 1. При передачі із

швидкістю 2 Мбіт/с 2 біта перетворюються в 4-бітовий код, що містить лише одну 1 (0001, 0010, 0100 і 1000).

У стандарті 802.11n окрім діапазону 2,4ГГц , використовується 5 ГГц діапазон і техніка об'єднання суміжних 20-мегагерцних каналів, що дозволяє практично подвоїти смугу пропускання. Слід враховувати, що діапазон 5 ГГц допускає виділення до 23 каналів, але вимагає ліцензування. Тут застосовується також технологія об'єднання пакетів, яка дає помітний вигравш при передачі даних, але не застосовна для мультимедіа, оскільки може збільшити затримки.

За топологією локальна мережа IEEE 802.11b будується навколо базової станції, через яку робиться зв'язок з Інтернет. Але можливі схеми з декількома базовими станціями. В цьому випадку використовується протокол STP (Spanning - Tree Protocol), щоб унеможливити формування циклічних структур. Базові станції мають можливість функціонувати в однакових або різних частотних діапазонах. Для організації спільної роботи базових станцій використовуються сигнальні кадри (beacon), які служать для цілей синхронізації. Деякі сучасні ноутбуки мають вбудований Wi-Fi- адаптер.

Протокол Wi-Fi уразливий для різних мережесих атак. Щоб гарантувати безпеку на прийнятному рівні був розроблений стандарт IEEE 802.11i. Стандарт IEEE 802.11i , відомий під назвою WPA2 (Wi - Fi Protected Access), є доповненням до стандарту 802.11 і специфікує механізми забезпечення безпеки для безпроводних мереж. Проект стандарту був прийнятий 24 червня 2004, і замінює попередню специфікацію WEP (Wired Equivalent Privacy), яка мала певні слабкості. Алгоритм захищеного доступу Wi-Fi (WPA) був розроблений альянсом Wi-Fi в якості проміжного рішення проблеми безпеки. WPA використовує підмножину регламентацій 802.11i. Альянс Wi-Fi схвалив регламентації WPA2, як повністю сумісні з 802.11i. Стандарт 802.11i використовує блоковий шифр AES (Advanced Encryption Standard); WEP і WPA використовують потоковий шифр RC4.

Архітектура 802.11i містить наступні компоненти: 802.1x для аутентифікації, RSN (Robust Security Network) для відстежування асоціацій, що базується на алгоритмі шифрування AES. Іншим важливим елементом процесу аутентифікації є чотириходовий діалог.

Подібно до WPA, 802.11i має режим pre-shared key (режим PSK, відомий також як персональний режим), який призначений для застосування у квартирах і в невеликих офісних мережах, які не можуть собі дозволити застосування сервера 802.1x аутентифікації. Кожен користувач для діставання доступу в мережу повинен ввести пароль. Пароль зазвичай запам'ятовується в машині користувача, так що його досить ввести лише один раз. Паролі повинні мати не менше 8 символів, проте рекомендується 20 символів. Стандарт IEEE 802.11i допускає строгіші PSK, що містять до 63 шістнадцятиричних символів.

В таблиці 1.1 наведено перелік стандартів IEEE 802.11 з роками їх впровадження [33].

Таблиця 1.1 – Стандарти IEEE 802.11

Стандарт	Особливості	Рік впровадження
1	2	3
IEEE 802.11	Швидкість 1-2 Мбіт/с, 2,4 ГГц стандарту RF та IR	1997
IEEE 802.11a	54 Мбіт/с, 5 ГГц, стандарт PHY	1999
IEEE 802.11b	Удосконалення 802.11 для підтримки швидкості 5,5 та 11 Мбіт/с	1999
IEEE 802.11c	Мостова процедура обробки (тепер включена в стандарт IEEE 802.1D)	2001
IEEE 802.11d	Розширення роумінгу між країнами	2001
IEEE 802.11e	Покращення: система QoS, включаючи розрив пакетів	2005
IEEE 802.11f	Протокол точки доступу	2003
IEEE 802.11g	54 Мбіт/с, 2,4 ГГц, обернена сумісність з версією b	2003
IEEE 802.11h	Керований спектром 802.11a (5 ГГц) для сумісності з країнами Європи	2004

Таблиця 1.1 (продовження)

1	2	3
IEEE 802.11i	Покращена безпека	2004
IEEE 802.11j	Розширена підтримка для Японії	2004
IEEE 802.11k	Покращення вимірювання радіоресурсів	2007
IEEE 802.11m	Ревізія стандарту	
IEEE 802.11n	Підвищення пропускної здатності за допомогою MIMO	2009
IEEE 802.11p	WAVE – безпроводовий доступ для транспортного середовища	2010
IEEE 802.11r	Швидкий перехід BSS (FT)	2008
IEEE 802.11s	Мережеві мережі, розширений набір послуг (ESS)	2011
IEEE 802.11t	Безпроводове передбачення продуктивності (WPP) – тестові методи та показники Рекомендація [скасовано]	2011
IEEE 802.11u	Покращення, пов'язані з Hot Spots та авторизацією сторонніх розробників клієнтів	2011
IEEE 802.11v	Управління бездротовою мережею	2011
IEEE 802.11w	Захищені рамки управління	2009
IEEE 802.11y	3650–3700 МГц Робота в США	2008
IEEE 802.11z	Розширення для налаштування прямого посилення	2010
IEEE 802.11aa	Надійна трансляція потоків аудіо-відео транспорту	2012
IEEE 802.11ad	Дуже висока пропускна здатність 60 ГГц	2012

Таблиця 1.1 (кінець)

1	2	3
IEEE 802.11ae	Розміщення пріоритетів у рамках управління	2012
IEEE 802.11ac	Дуже висока пропускна здатність <6 ГГц; покращення порівняно з 802.11n: краща схема модуляції (очікувана ~ 10% пропускна здатність більшення), ширші канали, багатокористувацький MIMO.	2014
IEEE 802.11af	Телебачення	2014
IEEE 802.11ah	Мережа датчиків під 1 ГГц, розумне вимірювання.	2016
IEEE 802.11ai	Швидке початкове налаштування посилення	2015
IEEE 802.11mc	Підтримка стандарту	2015
IEEE 802.11aj	Міліметровий діапазон для Китаю	2016

1.3 Кількісні метрики та показники ефективності безпроводних систем зв'язку

Приймемо в якості узагальненого показника ефективності системи передачі інформації з позиції пропускної здатності та інформаційної ефективності наступну величину [11-14]:

$$\eta = \frac{R_d}{C_n}, \quad (1.3)$$

де R_d – ефективність дискретного каналу зв'язку,

C_H – пропускна спроможність неперервного каналу зв'язку.

Величина, яка обчислюється згідно виразу (1.3), кількісно характеризує швидкість передачі даних з урахуванням пропускної здатності каналу зв'язку [13].

Коефіцієнт інформаційної ефективності лежить у межах $0 \leq \eta \leq 1$. Значенню $\eta = 1$ відповідає ідеальний канал зв'язку без завад з максимальною ефективністю передачі даних коли використовується уся пропускна спроможність каналу зв'язку. У реальних системах передачі інформації слід намагатися досягти якомога ближчого до одиниці значення даного критерію, наприклад, за рахунок ефективного розподілу ресурсів каналу зв'язку.

Частотна ефективність безпроводової системи передачі інформації показує ефективність використання ресурсів каналу в залежності від частотних та часових характеристик даної передавальної системи.

Отже, коефіцієнт використання смуги частот каналу обчислюється згідно наступного виразу:

$$\gamma = \frac{R_d}{\Delta F}, \quad (1.4)$$

ΔF – робоча смуга полоса частот.

Енергетична ефективність безпроводової передавальної системи здійснюється за допомогою коефіцієнту ефективного використання потужності сигналу та обчислюється згідно наступного співвідношення:

$$\beta = \frac{R_d}{\alpha} = \frac{R_d}{P_{\text{перс}}/N_0}, \quad (1.5)$$

N_0 – спектральна густина потужності для білого шуму,

$P_{\text{прм}}$ – потужність сигналу в точці його прийому.

Отже, величина β характеризує ефективність системи передачі відносно її енергетичних можливостей. Даний показник є особливо важливим у разі обмежених ресурсів потужності системи передачі.

За допомогою співвідношення для оцінки пропускної спроможності гаусівського каналу зв'язку Можливості системи щодо передачі

Пропускную спроможність каналу зв'язку можна оцінити згідно виразу [21]:

$$C = \Delta F \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right), \quad (1.6)$$

Середні потужності корисного сигналу та шумів в частотній смузі обчислюються згідно виразів (1.6, а-б) відповідно.

Середня потужність сигналу:

$$P_c = E_{\sigma} B \quad (1.6, \text{ а})$$

де E_{σ} – енергія, що необхідна для передачі одного біту інформації;
 $B = \frac{1}{T_{\sigma}}$ – швидкість передачі інформації джерела сигналу; T_{σ} – час передачі джерелом інформаційного сигналу одного біту інформації.

Середня потужність шумів в частотній смузі ΔF :

$$P_{\text{ш}} = N_0 \Delta F \quad (1.6, \text{ б})$$

Для реальних засобів передачі інформації $B \leq C$. Співвідношення (1.6) еквівалентно такому:

$$B \leq \frac{Y}{2^Y - 1}, \quad (1.7)$$

$$\text{де } B = \frac{1}{h_{\Sigma}^2} = \frac{N_0}{E_{\sigma}}. \quad (1.8)$$

Отже, інформаційна ефективність гаусівського безпровідного каналу може бути обчисленою згідно формули і бути використана в якості базового показника ефективності системи передачі інформації:

$$\eta = \frac{Y}{\log_2\left(\frac{K}{Y}+1\right)}, \quad (1.9)$$

Висновки до першого розділу

В першому розділі магістерської роботи було зроблено наступне:

- 1) проведено огляд загальних характеристик та структурних схем радіотехнічних пристроїв передачі та прийому інформації (на базі приймачів прямого підсилення та гетеродинних приймачів);
- 2) проведено огляд та опис основних стандартів безпроводних систем зв'язку Wi-Fi групи IEEE 802.11;
- 3) запропоновано та теоретично обґрунтовано ряд кількісних критеріїв для оцінки ефективності безпроводних систем зв'язку.

2 СТАНДАРТИ IEEE 802.11 ТА РОЗРАХУНКИ УМОВ ПОШИРЕННЯ СИГНАЛУ

2.1 Розрахунок дистанції безпроводного зв'язку

Інформацію про дальність дії Wi-Fi роутера, насправді не так-то просто визначити. Зазвичай наводяться відомості про потужність передавача, також можна дізнатися, як зміниться інтенсивність радіохвиль при установці тієї або іншої антени. Проблема полягає в тому, що використати досконалішу антену, або навіть підсилювач, можна тільки на стороні роутера, але не абонентського пристрою. У такому пристрої, як смартфон, встановлена внутрішня антена Wi-Fi, і замінити її не можна. Тому, немає сенсу нарощувати потужність передавача роутера - останній все одно "не почує" сигнал, що витікає від малопотужного випромінювача смартфон (рисунок 2.1). Спробуємо визначити, чому дорівнює дальність безпроводного зв'язку для облаштувань різних класів. Згідно з чинним законом, потужність передавача в абонентському пристрої не може перевершувати 100 мВт.



Рисунок 2.1 - Схема побудови Wi-Fi – мережі

Для точок доступу, у тому числі вбудованих в роутер, це значення не повинне перевищувати 250 мВт. За шкалою дБм (децибел на 1 мікровольт) ці значення виражаються іншими цифрами: 20 і 24 дБм. Нас цікавитиме, як залежить швидкість безпроводного з'єднання від дистанції між роутером і стандартним абонентським пристроєм, за умови, що виконані вимоги закону. Припустимо, безпроводний зв'язок працює, коли відстань між точкою доступу і смартфоном рівна N метрів за відсутності перешкод на шляху сигналу, як показано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Модель роботи Wi-Fi точок для 2,4 ГГц без перешкод

Таблиця, з якої можна з'ясувати, в скільки разів знижується інтенсивність при проходженні тієї або іншої перешкоди, є на декількох сайтах. В той же час, відомо, що зниження інтенсивності в 2 рази (на 3 децибелі) еквівалентне зменшенню ефективної відстані N в корінь з двох разів. Все просто - квадрат відстані обернено пропорційний до інтенсивності. За проходження сигналом через скляне вікно інтенсивність сигналу зменшується якраз на 3 дБ, тобто ефективна відстань зменшується в $\sqrt{2}$ рази.

Припустимо, N дорівнює 400 м. Тепер між роутером і смартфоном "поміщаємо" одну панельну стіну, як показано на рисунку 2.3. Склавши децибелі (15+9 дБ), отримуємо 24 дБ. За логарифмічною шкалою - 24, а по лінійній це еквівалентно зниженню інтенсивності в 251 раз. Тепер, обчислюємо, чому дорівнює корінь з 251 (це 15,84). Ділимо 400 метрів на 16, отримуємо 25 м.



Рисунок 2.3 – Модель роботи Wi-Fi точок з перешкодою (бетонна стіна)

Ефективна відстань без перешкод, дорівнює значенню N при повній відсутності перешкод залежно від вибору діапазону Wi-Fi. Якщо потужність передавача роутера дорівнює 40 мВт, а його антена "посилає" сигнал в горизонтальній площині на 3 дБ то, згідно інформації значення N складає 400 метрів. У роутер встановлений менш потужний передавач, чим в смартфоні, але він використовує багатоланкову антену. Для діапазону 2,4 ГГц зв'язок між двома облаштуваннями Wi-Fi з потужністю передавача 100 мВт і звичайною антеною упевнено підтримується на відстані до 400 м.

Зрозуміло, що для діапазону 5 ГГц значення N буде менше, а міра впливу перешкод виявиться більше. Потужність передавача смартфона помітно менше, ніж 100 мВт. Потрібно 100 розділити на дійсну потужність в міліватах, і вчислити корінь квадратний з отриманого числа. І отримаємо корегуючий коефіцієнт, на який вимагається поділити відстань, значення якої отримане за розглянутою методикою.

Вже на третьому поверсі будівлі, де встановлено точка доступу, мережу Wi-Fi відсутній. Хвиля здолала 2 залізобетонні перекриття, тобто ми втратили 30 дБ - і все, зв'язку немає. Насправді, вважайте, що при проходженні двох перекриттів втрачається 35 дБ. Значить, саме таке загасання для 100 мВт є критичним. Зону прямої видимості випромінювача пробуємо упіймати сигнал на вулиці. На відстані 150-180 метрів наявність мережі можна помітити. Але це вірно, якщо знаходитися навпроти вікна кімнати, де встановлено точка доступу. А стабільний зв'язок залишається на відстані 100 метрів.

Застосування секторних і багатоланкових антен все одно буде ефективно, і ось чому. Маршрутизатори та інші випромінювачі радіохвиль можуть знаходитись не тільки у одній квартирі, але і у сусідів теж. А звужуючи сектор захоплення, можна позбавити маршрутизатор від сторонніх радіочастотних шумів.

2.2 Оцінка ефективності безпроводних систем стандарту IEEE 802.11

Стандарти групи IEEE 802.11 використовуються для оцінки ефективності систем безпроводової передачі інформації. Усі стандарти IEEE 802.11 стосуються частотних діапазонів, які не потребують ліцензування.

В таблиці 2.1 показані канали Wi-Fi для діапазону частот 2,4 ГГц [19].

Таблиця 2.1 – Частотні смуги та канали Wi-Fi для діапазону 2,4 ГГц

№ Каналу	Нижня частота, МГц	Центральна частота, МГц	Верхня частота, МГц
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	2401	2412	2423
2	2406	2417	2428
3	2411	2422	2433
4	2416	2427	2438
5	2421	2432	2443
6	2426	2437	2448
7	2431	2442	2453
8	2436	2447	2458
9	2441	2452	2463
10	2446	2457	2468
11	2451	2462	2473
12	2456	2467	2478
13	2461	2472	2483

В цій частотній смузі доступно три канали, які не перекривають один одного: 1, 6, 11 (рисунок 2.1). Дане виділення будується згідно вимоги IEEE щодо забезпечення мінімуму в 25 МГц для рознесення центрів частотних каналів Wi-Fi, які не перекриваються (рисунок 2.2). При цьому ширина каналу становить 22 МГц.

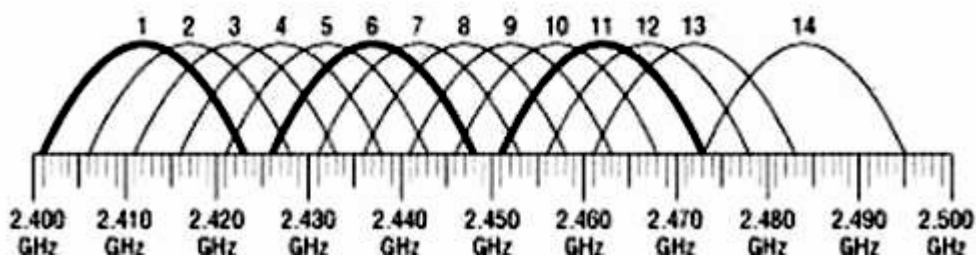


Рисунок 2.1 - Загальна діаграма покриття частотних каналів Wi-Fi в 2,4 ГГц [20]

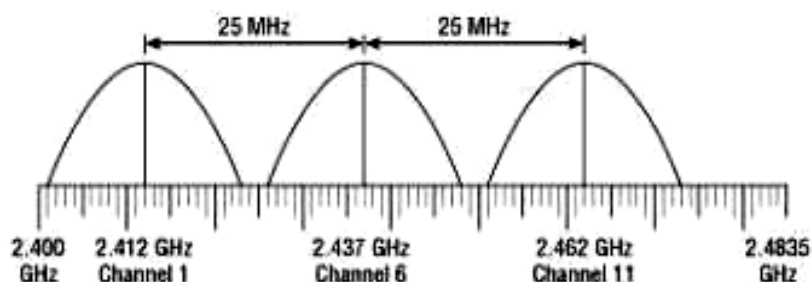


Рисунок 2.2 - Діаграма покриття частотних каналів, що не перекриваються Wi-Fi в 2,4 ГГц

Розглянемо ще таблицю 2.2 у якій представлені канали в діапазоні 5 ГГц.

Таблиця 2.2 – Частотні смуги та канали Wi-Fi для діапазону 5 ГГц

№ Каналу	Центральна частота, МГц	№ Каналу	Центральна частота, МГц
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
34	5170	124	5620
36	5180	128	5640
38	5190	132	5660
40	5200	136	5680
42	5210	140	5700

Таблиця 2.2 (кінець)

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
44	5220	147	5735
46	5230	149	5745
48	5240	151	5755
50	5250	152	576
52	5260	153	5765
54	5270	155	5775
56	5280	157	5785
58	5290	159	5795
116	5058	177	5885
120	5600	180	5905

Середня частота каналу WiFi обчислюється згідно виразу:

$$f_n = 5000 + 5 \cdot (N - 1) \quad (2.1)$$

де N – номер каналу Wi-Fi.

З точки зору енергетики, можна представити інформацію для різних діапазонів частот у такому вигляді [22]:

- узагальнені умови застосування в смугах радіочастот від 2400 до 2483,5 МГц:

Для передавання даних у системі за допомогою шумоподібного сигналу, формула для сітки центральних частот каналів матиме вигляд:

$$f_n = 2412 + 5 * (N - 1), \quad (2.2)$$

де $n=1,2, \dots,13$.

2.3 Розрахунки умов поширення сигналів

2.3.1 Розрахунок загасання радіосигналу

Згасання сигналу в децибелах (ослаблення при поширенні) обчислюється згідно формули [20]:

$$L_p = X \log\left(\frac{4\pi d f}{c}\right), \quad (2.3)$$

де X - коефіцієнт ослаблення, рівний 20 для відкритого простору; d - відстань від точки передачі; f - частота сигналу; c - швидкість світла.

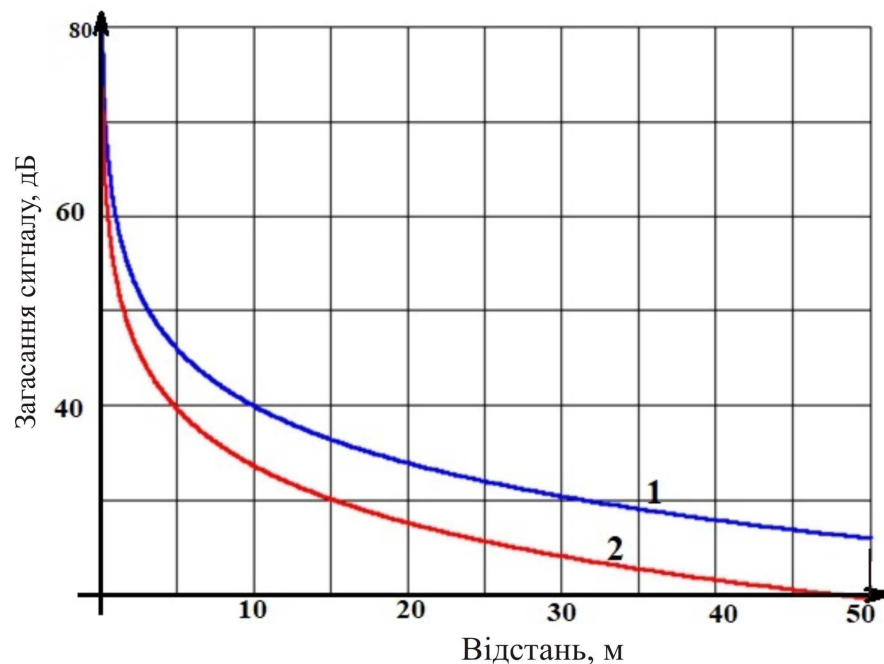


Рисунок 2.1- Залежність загасання сигналу Wi-Fi від відстані до точки доступу

З формули (2.2) випливає, що при збільшенні частоти переданого сигналу збільшується і його загасання. Так, при поширенні сигналу в відкритому просторі з частотою 2,4 ГГц він згасає на 60 дБ при віддаленні від джерела на 10 м. Якщо ж частота дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при віддаленні на 10 м складе вже 66 дБ. На рисунку 2.1 наведено графіки отриманих розрахунків загасання сигналу в залежності від відстані до точки доступу Wi-Fi при частотах сигналу - 2,4 ГГц (1) та 5 ГГц (2).

На рівень сигналу Wi-Fi впливають перешкоди. Радіохвиля, яка працює на частоті 2,4 ГГц, має відносно невелику дифракцію, оскільки вона є досить короткою. Десятків сантиметрів, які становить довжина такої радіохвилі, недостатньо, щоб обігнути класичні перешкоди приміщення: стіни, меблі, техніку [27].

З цієї причини, коли сигнал проходить від роутера до підключеного пристрою через стіни і вищевказані предмети, енергія частково поглинається, а частково відбивається. До адресата підключеного до WI-FI пристрою доходять лише залишки сигналу.

Те, скільки поглине перешкода, залежить від матеріалу, з якого вона зроблена. Найбільшу кількість децибел поглинає бетон і носійна стіни 20-25. Ефективна відстань процентне значення радіуса хвилі після того, як вона пройде перешкоду в цьому випадку становить 15%, як показано у таблиці 2.3 [21].

Таблиця 2.3 - Загасання сигналу WI-FI при проходженні через перешкоди

Перешкода	Втрати сигналу, дБ	Ефективна відстань, %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Повітря	0	100
Вікно без тонування	3	70
Вікно з тонуванням	5-8	50

Таблиця 2.3 (кінець)

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Стіна з дерева	10	30
Стіна міжкімнатна	15-20	15
Бетонна стеля/підлога	15-25	10-15
Монолітне залізобетонне покриття	20-25	10

2.3.2 Розрахунок балансу потужностей

Для нормального функціонування системи безпроводового зв'язку необхідно, щоб сумарна посилення системи було більше, ніж сумарна ослаблення сигналу. Рекомендований запас по потужності (fade margin) становить 10-15 дБ. Це дозволить бути впевненим, що система буде функціонувати і при поганих погодних умов [24].

Таблиця 2.4 - Значення для розрахунку в діапазоні 2,4 ГГц

Параметри	Значення	Одиниці вимірів
Посилення передачі	20	дБ
Втрати по кабелю	0,25	дБ/м
Втрати на один вхід	0,5-0,7	дБ
Підсилення передавальної антени	25	дБі (параболічна решітка)
Втрати в середовищі	100	дБ (відстань до 1 км)
Підсилення приймальної антени	25	дБі (параболічна решітка)
Чутливість	-85	дБм

Сума "посилення передавача - втрати в кабелі і розняття + посилення передавальної антени - втрати в середовищі поширення + посилення приймальні антени - загасання в кабелі і розняття на приймальній стороні + чутливість приймача" повинна становити 10-15 дБ. При підрахунку посилення підставляють в формулу зі знаком "+", а затухання, відповідно, зі знаком "-" (таблиця 2.4).

2.3.3 Розрахунок зони Френеля

Для нормального функціонування радіолінії недостатньо наявності тільки прямої видимості в зв'язку з тим, що основна електромагнітна енергія зосереджена в деякому еліпсоїді обертання близько лінії візування, званому зоною Френеля.

Достатньою умовою можливості встановлення радіозв'язку є наявність відкритого інтервалу, тобто відсутності перешкод в зоні Френеля, або, хоча б в 80% радіуса зони. Радіус зазначеної зони розраховується за формулою [22]:

$$R = 17,3 \sqrt{\frac{d}{4f}}, \quad (2.4)$$

де d – відстань між двома антенами, f - частота (ГГц), на якій здійснюється передача.

Таблиця 2.5 – Зони покриття для 2,4 ГГц та 5 ГГц

Відстань d	Зона Френеля для $F=2,4$ ГГц	Зона Френеля для $F=5$ ГГц
10	0,56	0,38
30	0,97	0,67
50	1,25	0,87

Висновки до другого розділу

В другому розділі магістерської роботи було зроблено наступне:

1) розглянуті стандарти IEEE 802.11 та історія їх розвитку. Основними характеристиками і параметрами вказаних стандартів є: використовувані частоти та допустимі значення енергетики, що використовуються для оцінки інформаційної ефективності. Зроблено порівняння їх між собою та виділено особливості кожного з них.

2) проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ.

Отже, виконані розрахунки балансу потужностей, загасання сигналу та зони Френеля показали, що при розгортанні безпроводових мереж стандарту IEEE 802.11 необхідно враховувати усі умови поширення сигналу безпроводовим середовищем, включаючи будівельні характеристики закритих приміщень.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОРГАНІЗАЦІЇ, МОНІТОРІНГУ ТА АУДИТУ БЕЗПРОВОДОВОЇ МЕРЕЖІ WLAN WI-FI

3.1 Комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi

В сучасних умовах зростання обсягу трафіку інтернет мереж необхідно забезпечувати користувачів якісним абонентським доступом до мережі Wi-Fi та покращувати і розвивати цю сферу послуг.

При плануванні та подальшому розгортанні мереж WLAN часто використовують спеціальні програми для моніторингу. Вони дозволяють оперативного реагувати на аномальну діяльність в межах локальних мереж Wi-Fi, відслідковувати всі мережеві процеси та автоматизувати частину рутинної діяльності мережевого адміністратора. Одним з таких засобів програмних продуктів для планування та розгортання Wi-Fi мереж всередині приміщень є програмне забезпечення NetSpot Pro [25].

За допомогою програмного забезпечення (ПЗ) NetSpot Pro можна отримати розрахунки зони покриття для подальшої розстановки точок доступу Wi-Fi у лабораторіях кафедри «Телекомунікацій та радіотехніки» (рисунок 3.1) та провести комплексну візуалізацію покриття безпроводової мережі перед її фактичним розгортанням.

Програмне забезпечення NetSpot Pro дозволяє дослідити [25]:

– відношення сигнал / шум за допомогою побудови теплової карти покриття, що дозволить дослідити проблемні зони в приміщенні з низьким рівнем сигналу (рисунок 3.2). Причинами слабого сигналу можуть бути занадто велика відстань від Wi-Fi шлюзу до кінцевого пристрою користувача, або наявність фізичних перешкод в зоні поширення сигналу між шлюзом і пристроєм;

– наявність високого рівня шуму по тепловій карті. Шум може бути викликаний електронними пристроями, безпроводними телефонами, пристроями мережі Bluetooth та безпроводними відеокамерами;

– перекриття каналів. Теплова карта перекриття каналів показує відношення сигнал / завада. Цей вид перешкод може викликатися іншими радіопередавачами, такими як безпроводові мережі сусідів інших мереж;

– низьку швидкість Інтернет. При активному скануванні мережі, можна виявити області з повільною швидкістю Інтернет-з'єднань.

SSID	BSSID	Alias	Graph	Signal	%	Min.	Max.	Average	Level	Band	Channel	Width	Vendor	Security	Mode	Last seen
4-236-3	00:22:80:44:F3:53			-70	30	-74	-56	-67		2,4	6	20	D-Link	Open	n	6 s ago
free	56:D9:E7:DB:10:1B			-74	26	-79	-62	-73		2,4	1	20	-	Open	n	6 s ago
khnu_free	46:D9:E7:DB:10:1B			-77	22	-95	-60	-74		2,4	1	20	-	Open	n	6 s ago
[Hidden SSID]	66:D9:E7:DB:10:1B			-77	22	-96	-62	-74		2,4	1	20	-	WPA2 Personal	n	6 s ago
Nasoloda	F8:32:E4:AB:49:F1			-80	19	-96	-79	-79		2,4	5	20	ASUSTek	WPA2 Personal	n	6 s ago
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:6B:A3			-81	17	-96	-80	-84		2,4	6	20	Ubiquiti	Open	ac	6 s ago
Hello World	E2:63:DA:3A:6B:A3			-81	17	-96	-80	-83		2,4	6	20	-	Open	ac	6 s ago
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:68:93			-82	16	-92	-78	-84		2,4	11	20	Ubiquiti	Open	ac	6 s ago
Hello World	E2:63:DA:3A:68:93			-83	15	-89	-78	-84		2,4	11	20	-	Open	ac	6 s ago
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:68:93			-83	15	-90	-79	-85		2,4	11	20	-	WPA2 Personal	n	6 s ago
[Hidden SSID]	56:D9:E7:DB:10:28			-85	13	-96	-83	-86		2,4	1	20	-	WPA2 Personal	n	6 s ago
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:6B:A3			-86	12	-96	-80	-85		2,4	6	20	-	WPA2 Personal	n	6 s ago
Hello World	46:D9:E7:DB:10:28			-87	10	-96	-76	-85		2,4	1	20	-	Open	ac	6 s ago
Hello World	E2:63:DA:3A:64:90			-88	9	-96	-86	-89		2,4	11	20	-	Open	ac	6 s ago
free	56:D9:E7:4F:D2:4F			-88	9	-96	-76	-87		2,4	1	20	-	Open	n	6 s ago
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:64:90			-89	8	-96	-86	-88		2,4	11	20	Ubiquiti	Open	ac	6 s ago
X_204	64:EE:B7:C2:D1:36			-90	7	-96	-90	-93		2,4	10 - 1	40	Netcore	WPA2 Personal	n	6 s ago
dlink	00:15:E9:F8:7B:0E			-90	7	-96	-79	-92		2,4	6	20	D-Link	Open	n	6 s ago
Wi-Fi	D8:32:14:06:80:F8			-92	5	-96	-83	-91		2,4	11 - 1	40	Tenda	WPA2 Personal	n	6 s ago
panda 2.4	64:EE:B7:A3:61:5D			-92	5	-92	-92	-92		2,4	11 - 1	40	Netcore	WPA2 Personal	n	6 s ago
khnu_free	46:D9:E7:DB:10:11			-93	3	-96	-90	-93		2,4	6	20	-	Open	n	6 s ago
khnu_free	46:D9:E7:4F:D2:4F			-93	3	-96	-71	-85		2,4	1	20	-	Open	n	6 s ago
k104-dlink	00:21:91:0D:7D:47			-93	3	-93	-93	-93		2,4	8	20	D-Link	Open	n	6 s ago
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:64:90			-93	3	-96	-86	-89		2,4	11	20	-	WPA2 Personal	n	6 s ago
TP-LINK_6D4608	F8:1A:67:8D:46:08			-94	2	-96	-93	-94		2,4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	6 s ago
khnu.km.ua	E0:63:DA:3B:68:93			-94	2	-95	-93	-95		5	36	40	Ubiquiti	Open	ac	6 s ago

Рисунок 3.1 - Кількість точок Wi-Fi (2,4 ГГц) на 2-му поверсі ХНУ

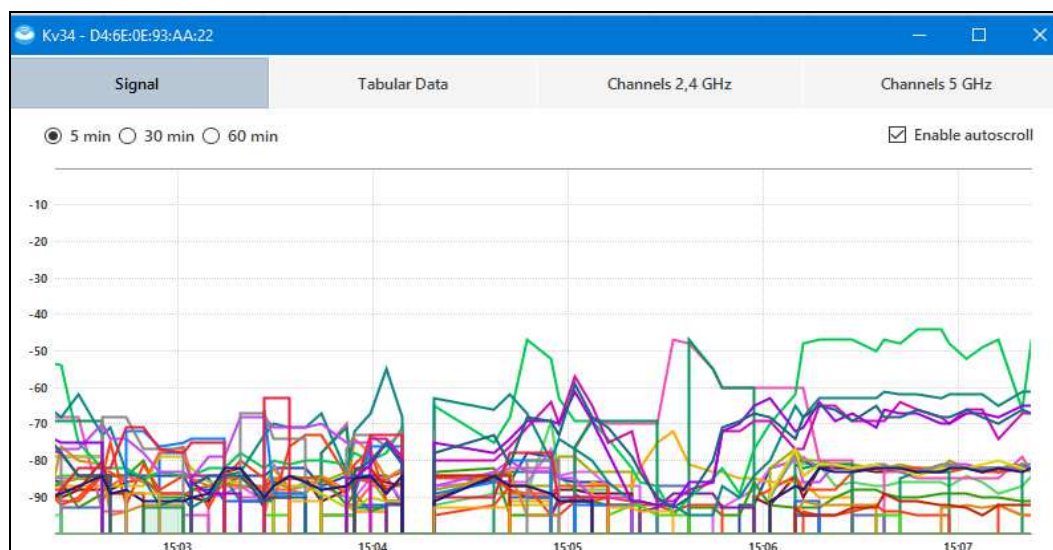


Рисунок 3.2 - Графік потужності сигналу прийомо - передавачів Wi-Fi

3.2 Розробка імітаційної моделі оцінки інформаційної ефективності в середовищі D-Link Wi-Fi planner PRO

До переваг імітаційного моделювання можна віднести [32]:

- значно більше областей дослідження, ніж аналітичне моделювання;
- висока адекватність між фізичною суттю описуваного процесу і його моделлю;
- відсутність обмежень на відображення в моделі залежностей між параметрами моделі;
- отримання великого числа даних про досліджуваний об'єкт (функцію розподілу випадкової величини багато іншого);

Щоб правильно розподілити точки доступу Wi-Fi в приміщенні або на території, яку Ви хочете покрити безпроводовою мережею, необхідно врахувати багато чинників: тип приміщення, площа покриття, перешкоди на шлях поширення сигналу і т.д., це можна зробити за допомогою Wi-Fi Planner PRO (WFP). Для цього [26] :

1. За посиланням <http://dlink.ru/tools/Wi-Fi/> переходимо на домашню сторінку D-Link.
2. Встановлюємо Wi-Fi Planner PRO для проектування безпроводових мереж (рисунок 3.3).

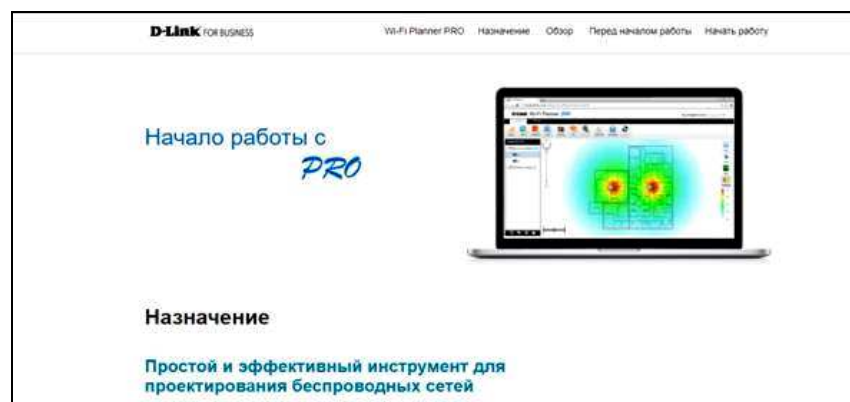


Рисунок 3.3 – Головне вікно ПЗ Wi-Fi Planner PRO (копія з екрану)

3. Натискаємо кнопку «Почати роботу».

4. У вікні (рисунок 3.4) вводимо логін та пароль (User name і Password), облікового запису і натискаємо (Log in).

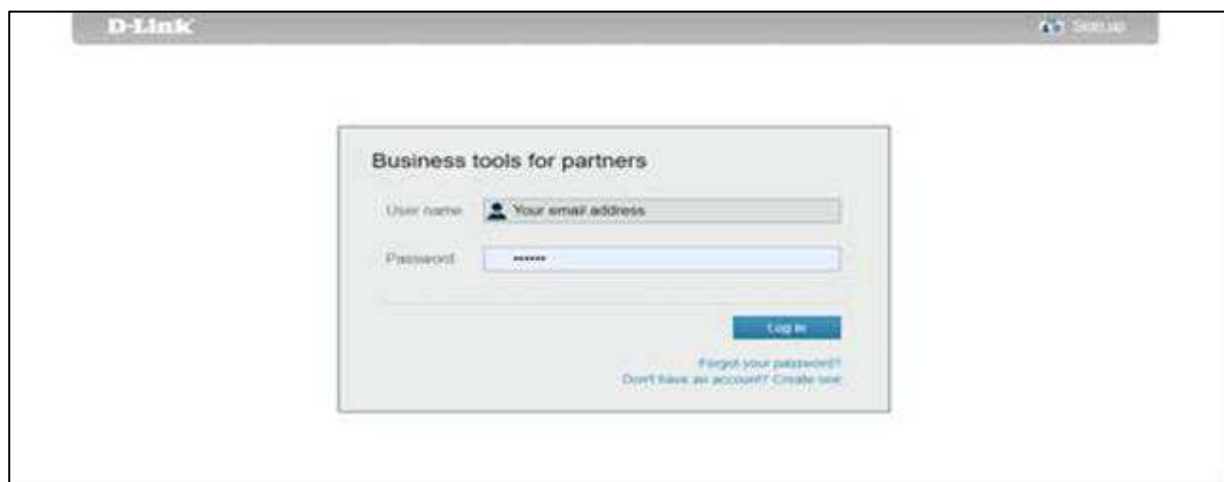


Рисунок 3.4 – Вікно авторизації ПЗ Wi-Fi Planner PRO

5. Обираємо інтерфейс Wi-Fi Planner PRO (рисунок 3.5).

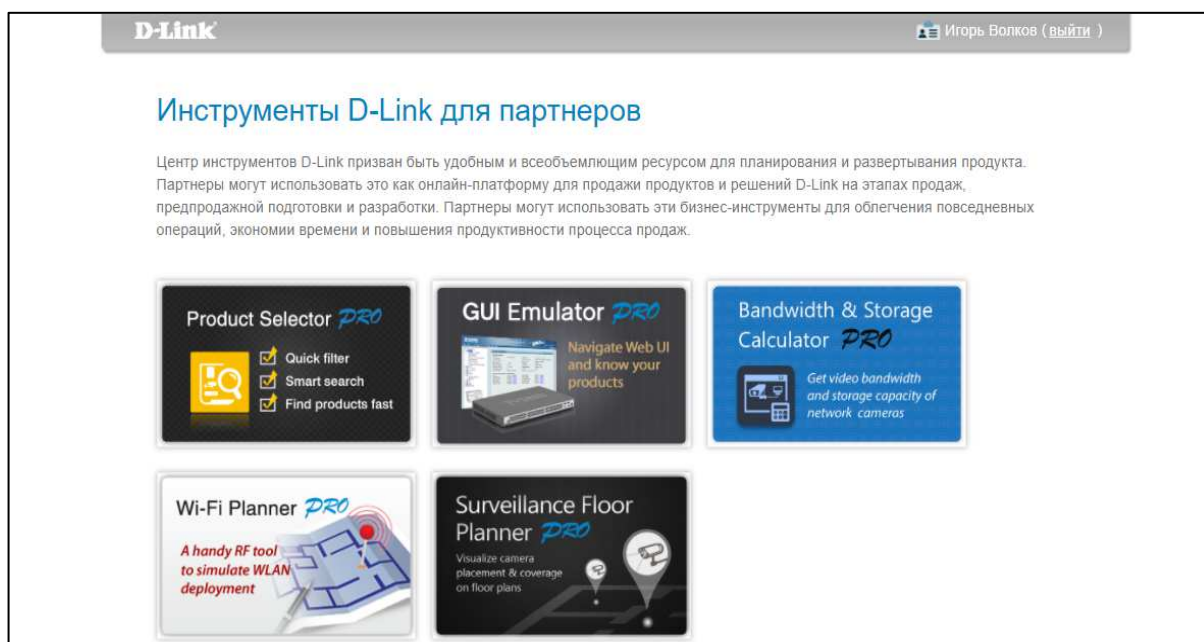


Рисунок 3.5 – Вікно вибору ПЗ Wi-Fi Planner PRO

6. У вікні Create Project, в рядку (Name) задаємо назву проекту (рисунок 3.6).

10. Після розмітки зон - є необхідність в розмітці стін, дверей, покриттів і так далі. Натиснувши (Add obstacles), де у випадяючому списку будуть вказані основні типи об'єктів: (Dry wall) - гіпсокартон; (Plastic wall) - пластикова панель; (Brick wall) - цегляна стіна ; (Wood wall) - дерев'яна стіна; (Glass wall) -

скляна стіна; (Concrete wall) - бетонна стіна; (Light door) - міжкімнатні двері; (Heavy door) - важкі двері; (Metal door) - металеві двері; (Thin window) - тонке вікно; (Thick window) – склопакет.

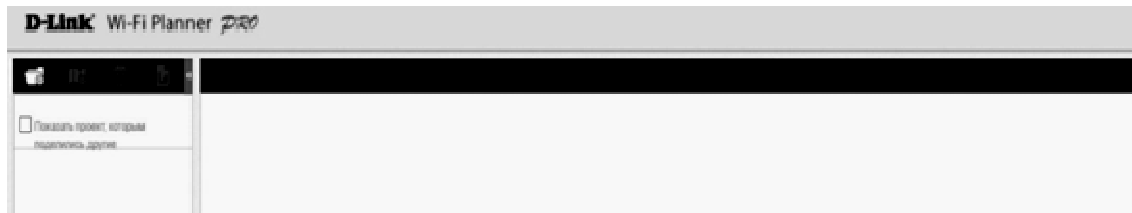


Рисунок 3.6 – Вікно програми для створення проекту

7. Додаємо план приміщення – (Add floor plan). У рядку (Name) задаємо назву плану. Натискаємо кнопку (Browse) і вказуємо шлях до плану приміщення. Формат плану повинен бути у форматах: png, .jpg, .gif і мати розмір до 10 МБ (рисунок 3.7).

8. Після завантаження плану приміщення задаємо масштаб – (Scale floor plan). Вказуємо розміри сторін та периметр приміщення (рисунок 3.7).

9. За допомогою кнопки (Define Wi-Fi zone) відмічаємо області, які необхідно покрити та ті, в який покриття необов'язково. На рисунку 3.8 (Coverage Zone) - необхідна зона покриття, а (AP Exclusion Zone) - область, де покриття не потрібно. Проводимо розмітку плану (рисунок 3.8).

Кожен тип об'єкта має свій коефіцієнт загасання, і чим точніше розмітити план - тим точнішим буде результат (рисунок 3.9).

11. Вказуємо в Advisor: (AP Model for Auto-place) - модель точки доступу; (Wi-Fi Coverage of Defined Area) - покриття визначеної площі; (Radio Band for Coverage calculation) -діапазон для якого буде розраховуватися область покриття; (Transmit Power (дБм)) - потужність передавача; (Minimum Signal Strength (дБм)) - мінімальний рівень сигналу (рисунки 3.10, 3.11).

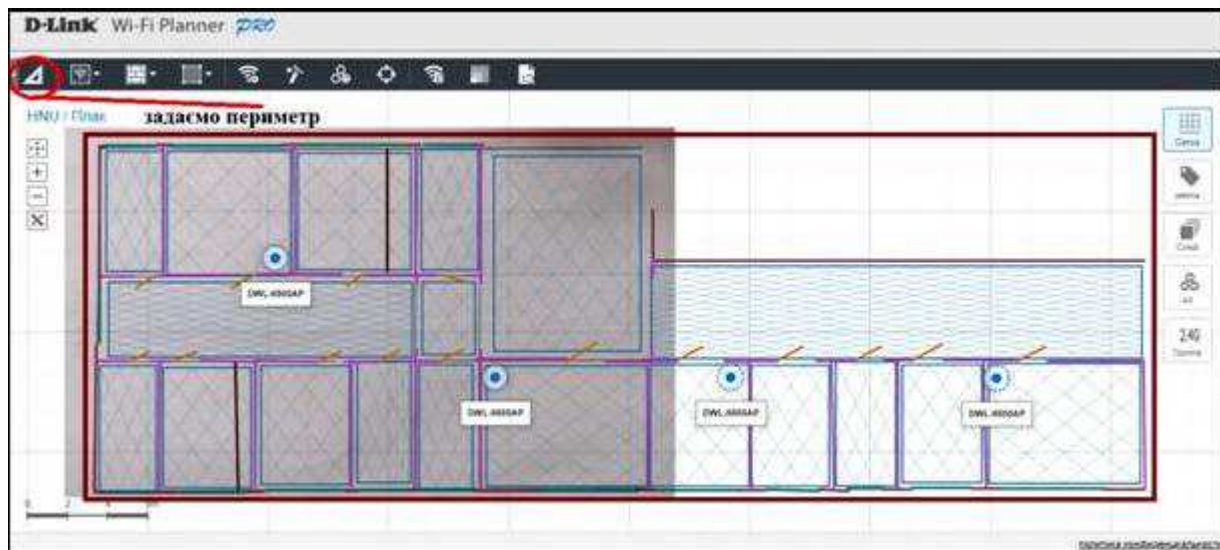


Рисунок 3.7 – Вікно завдання розмірів сторін та периметру аудиторій 2-х кафедр другого поверху ХНУ

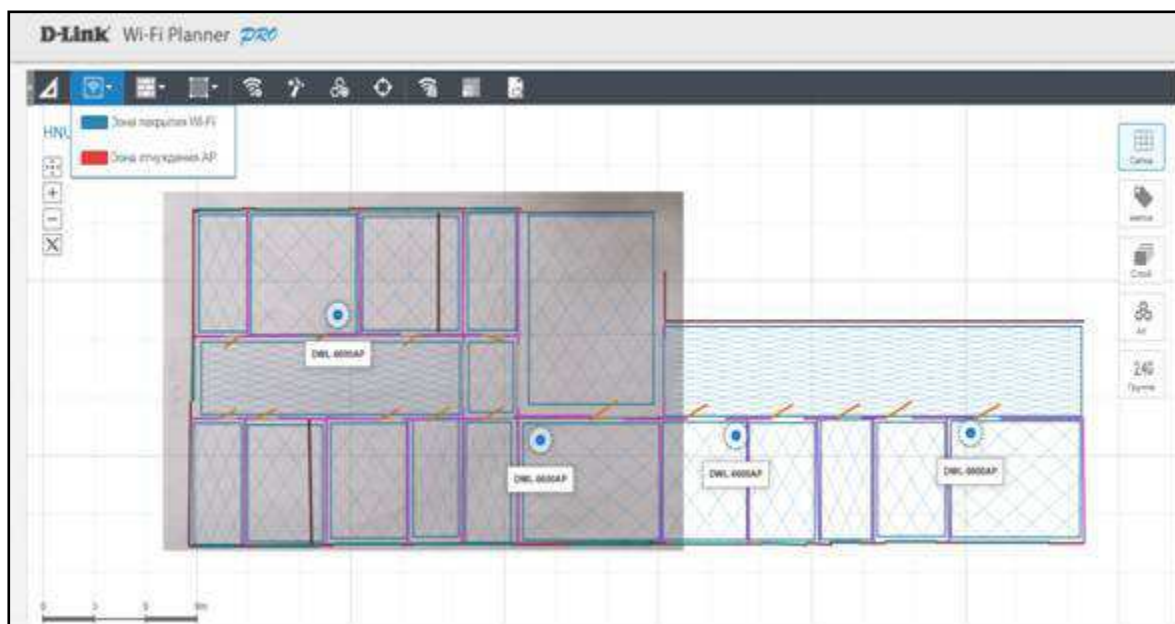


Рисунок 3.8 – Демонстрація зон покриття Wi-Fi

12. Встановлюємо (Add External Antenna) - якщо не влаштовує область покриття при використанні штатних антен, або вагаємось в покупці нових антен і не знаємо яка буде більш оптимальною. У цьому випадку - скористаємось даною кнопкою і у вікні зможемо вибрати модель антени, де

додатково буде зазначена діаграма спрямованості антени по горизонталі і вертикалі.

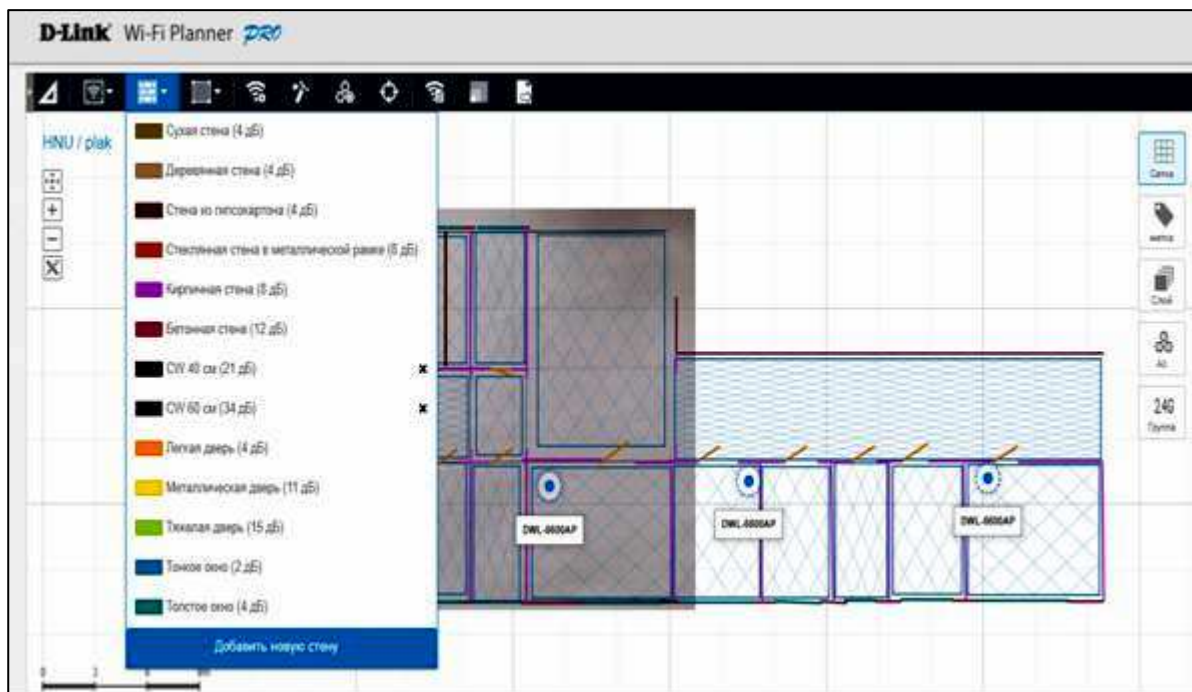


Рисунок 3.9 – Демонстрація випадаючого списку (Add obstacles)

Чим значення ближче до 0, тим суворіше вимоги до розміщення точки доступу, і рівень в межах площі покриття буде більш високий, якщо виставляти ближче до -72, то навпаки (рисунок 3.12).

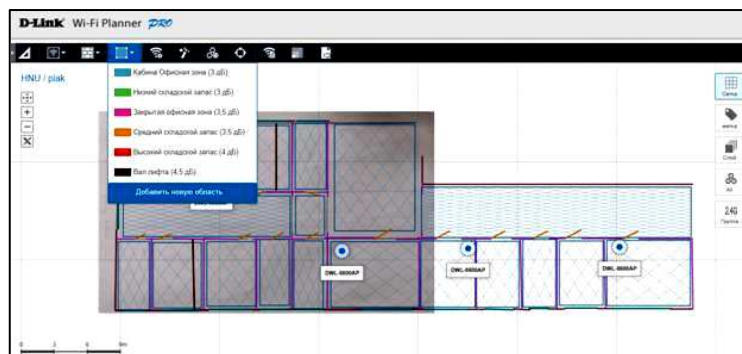


Рисунок 3.10 – Меню Advisor: (AP Model for Auto-place) - моделі точки доступу та завдання її параметрів

Спочатку, будемо карту для діапазону 2,4 ГГц, щоб переглянути карту для діапазону 5 ГГц – (HeatMap), де потрібно буде вибрати в розділі 5G (All Channels) або якийсь певний канал який плануємо виставити. Зони покриття діапазону 2,4 ГГц і 5 ГГц можуть відрізнятися в силу технічних специфікацій (рисунок 3.12)

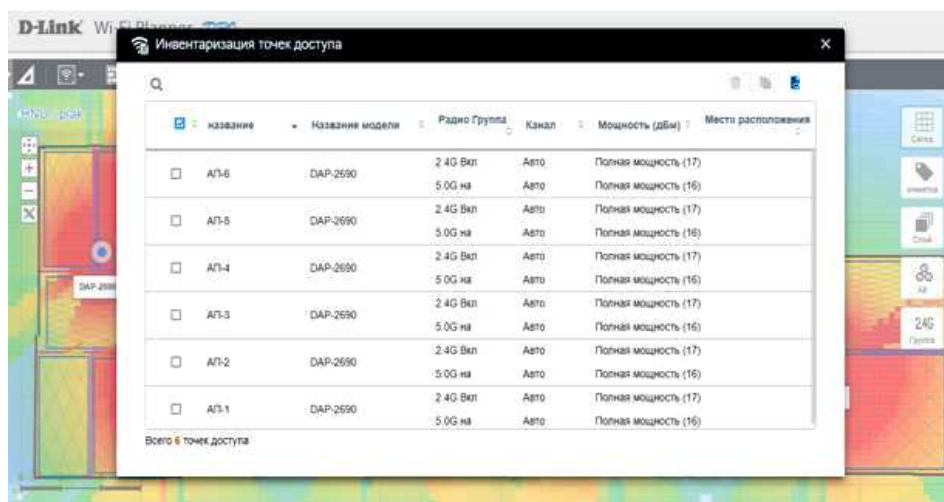


Рисунок 3.11 – Демонстрація випадаючого вікна - інвентаризація точок доступу

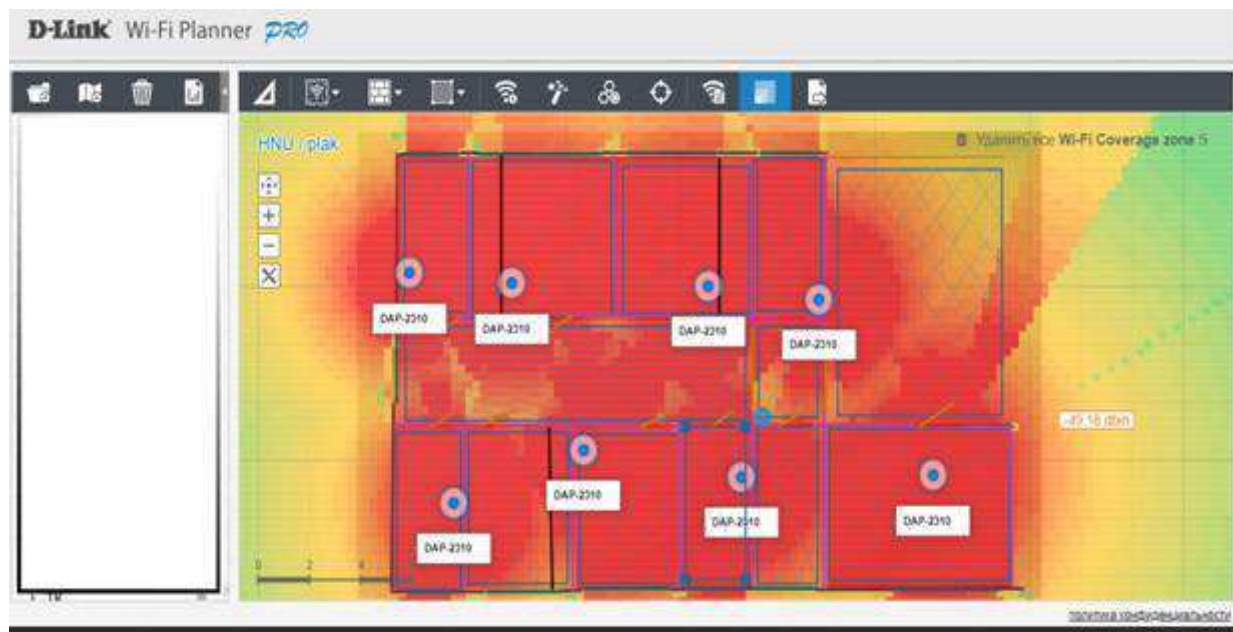


Рисунок 3.12 – Карта покриття (1 випадок)

Для зручності відображення можна скористатись кнопкою (Layer), де можна зняти галочки з потрібних компонентів, щоб вони не відображались на схемі. Також можна експортувати більш докладний звіт з результатами роботи WFP в форматі .pdf натиснувши на кнопку (Generate report of selected project).

3.3 Моніторинг мережі Wi-Fi для 2,4 ГГц і 5 ГГц

Необхідність проведення дослідження середовища, слід розглядати як ознаку того, що планування Wi-Fi мережі є не менш важливим або непотрібним. Дослідження середовища доповнює планування позитивним чином, незалежно від того, чи виконується воно перед розгортанням для визначення характеристик середовища або після розгортання для підтвердження правильності установки. Якщо етап планування пропустити, витрати на розгортання мережі будуть набагато більші. Ніякі дослідження не усувають необхідність в ретельному плануванні. І ніяке планування не дозволяє повністю відмовитися від дослідженні середовища (рисунок 3.13).

Мережі Wi - Fi стали настільки всюдисущими, що у більшості випадків ми не звертаємо уваги на характеристики безпроводного адаптера, окрім покоління (802.11a, 802.11n або 802.11ac), тому що в мережі загального користування рідко будуть помітні відмінності для різних чіпсетів або адаптерів. Це не та ситуація, коли той же адаптер використовується для дослідження середовища і збору даних, оскільки усі адаптери відрізняються, тому головне - знати, що є в наявності (рисунок 3.14).

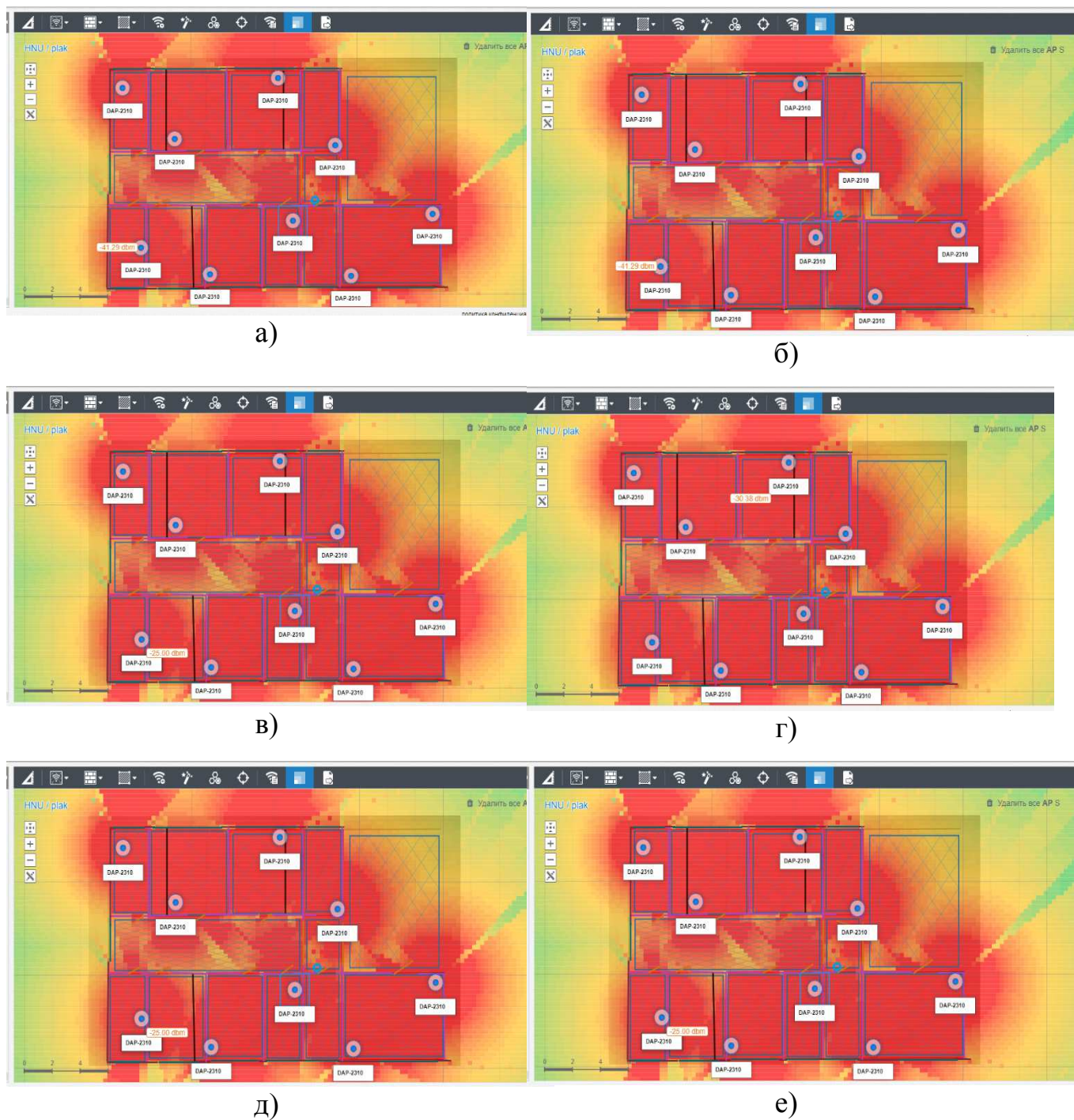


Рисунок 3.13 – Карты покрытия тепловым полем мережею Wi-Fi 2,4 ГГц кафедри: аудиторія 4-231 (а); аудиторія 4-234 (б); аудиторія 4-236 (в); аудиторія 4-232 (г); аудиторія 4-237 (д); аудиторія 4-235 (е)

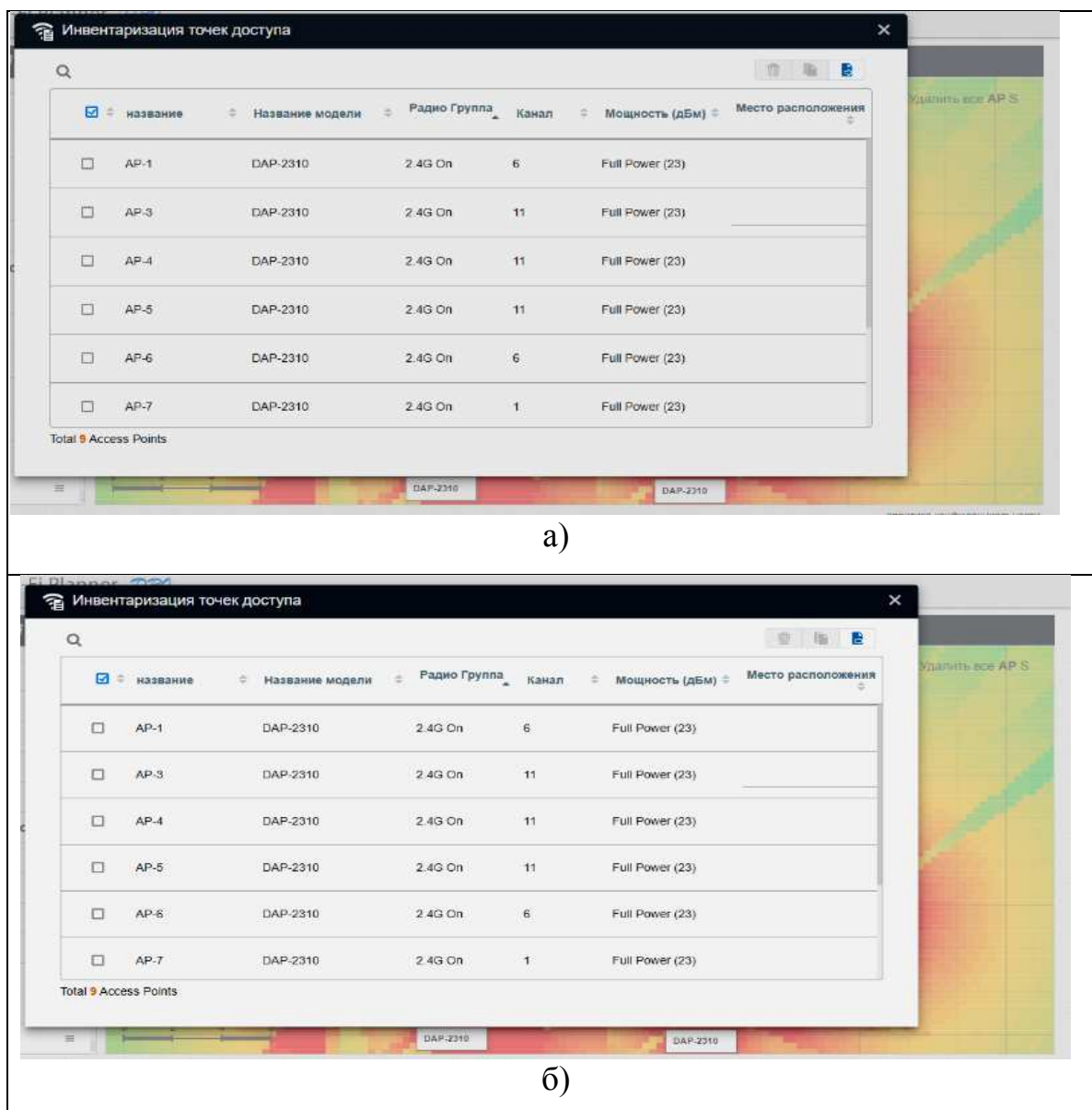


Рисунок 3.14– Перелік маршрутизаторів безпроводової системи для 2,4 ГГц

Більшість інструментів для дослідження дозволяють застосовувати декілька адаптерів одночасно. Цей метод може заощадити багато часу, адже вам не доведеться проводити декілька тестів один за іншим. Якщо треба виконати активне і пасивне дослідження у середовищі, тоді, обравши два адаптери дозволять провести обидва тести одночасно (рисунок 3.15).

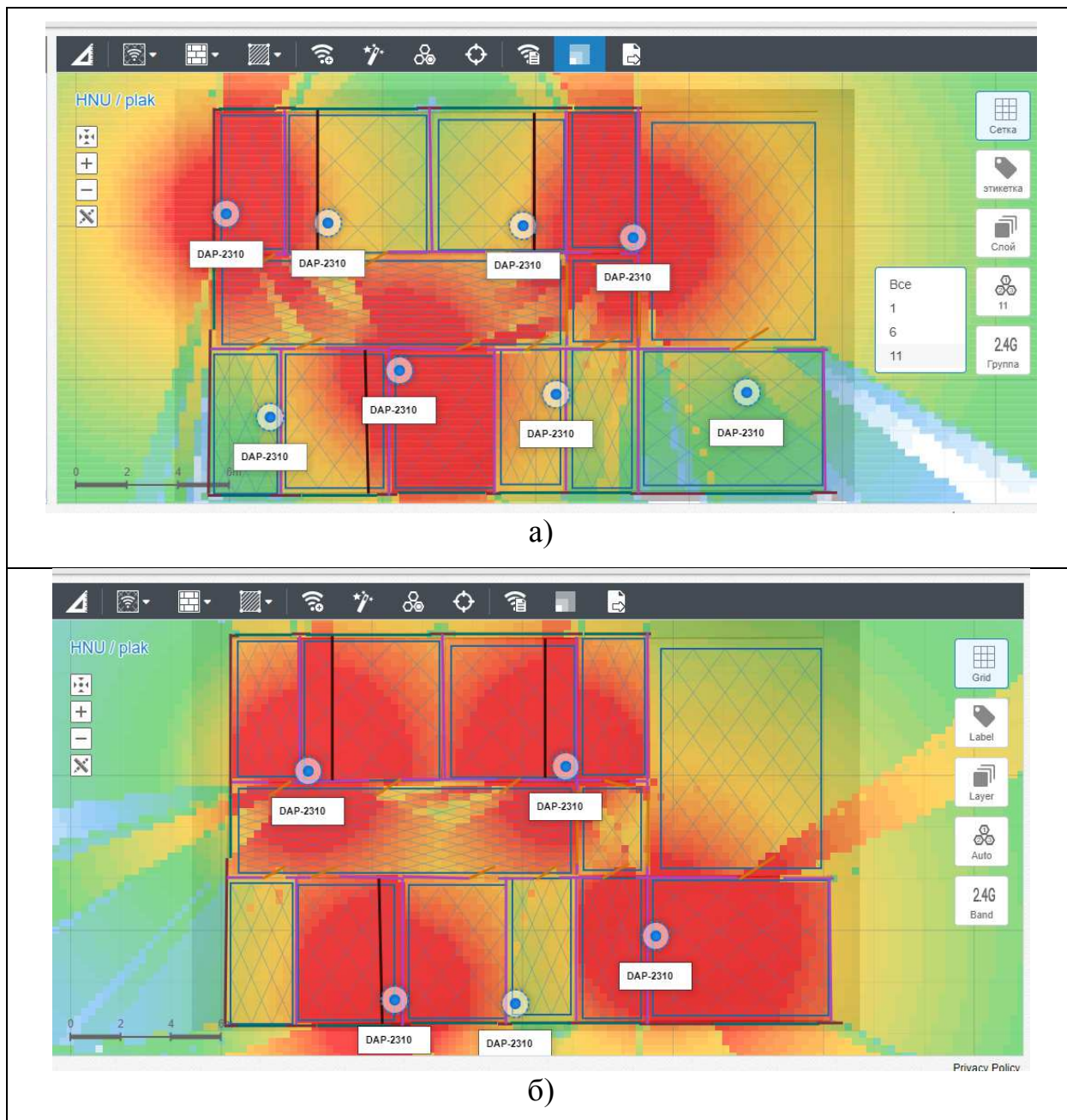
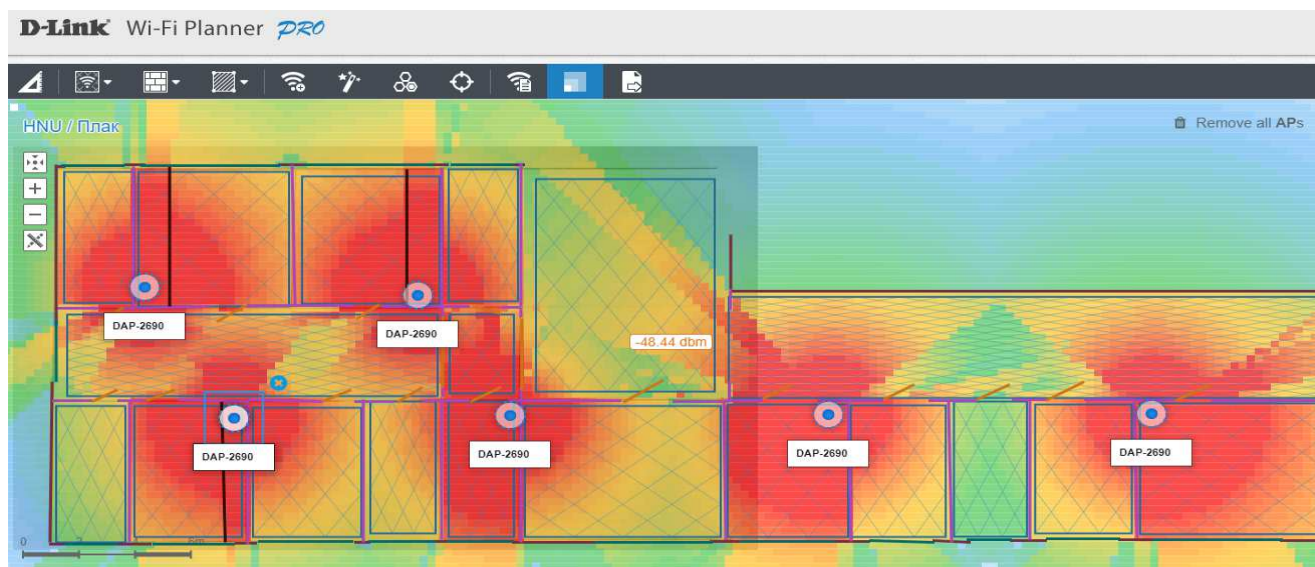


Рисунок 3.15 – Оптимізація обладнання Wi-Fi точок доступу:

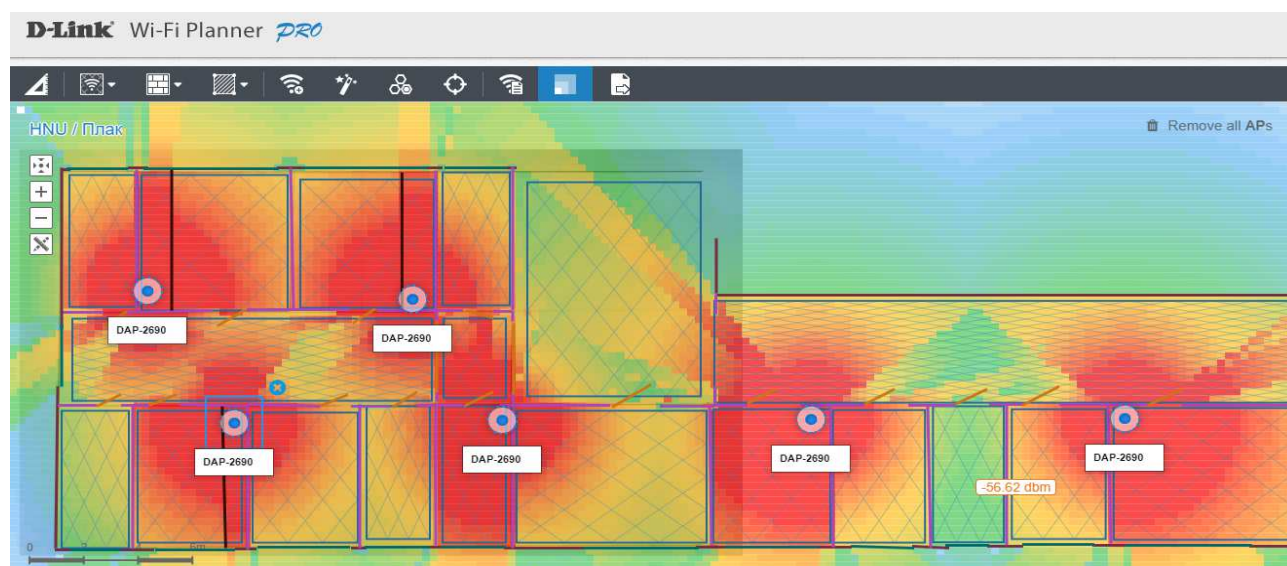
відключення деяких точок доступу (а); перевірка покриття (б)

Більшість проектів безпроводових мереж повинна враховувати далеко не лише рівень сигналу на схемі поверху. Наприклад, необхідно отримати теплові карти, які охоплюють усі аспекти проекту, підкреслюють ключові показники мережі і підтверджують відповідність проекту. Цим показникам надається можливість відповідності при дослідженні перед розгортанням, що дозволяє визначити області з недостатньою продуктивністю, які слід поліпшити в

оновленому проєкті. Оптимізація обладнання Wi-Fi точок доступу здійснюється шляхом їх відключення від мережі (рисунк 3.16).



а)

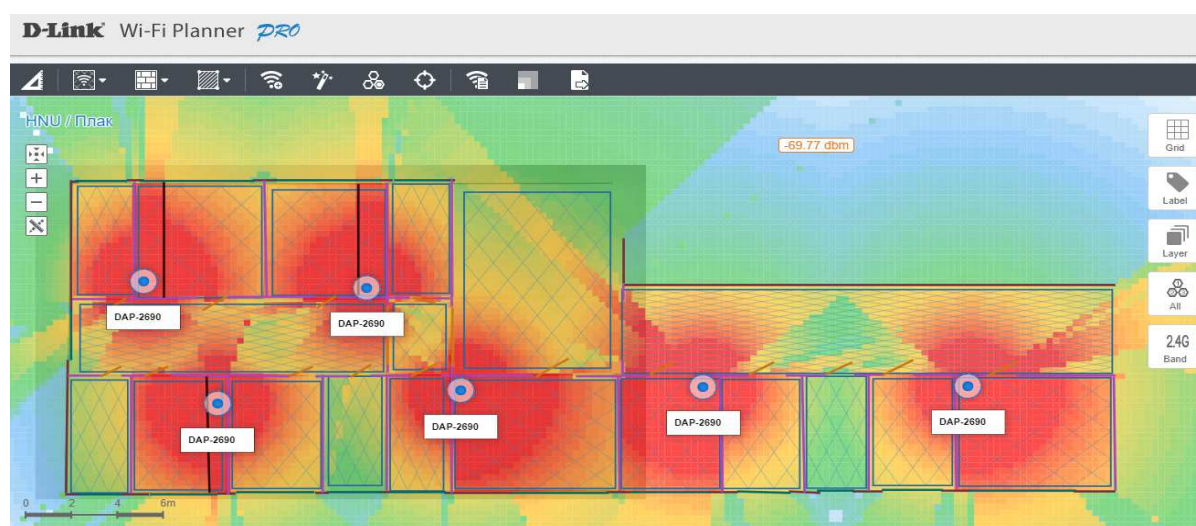


б)

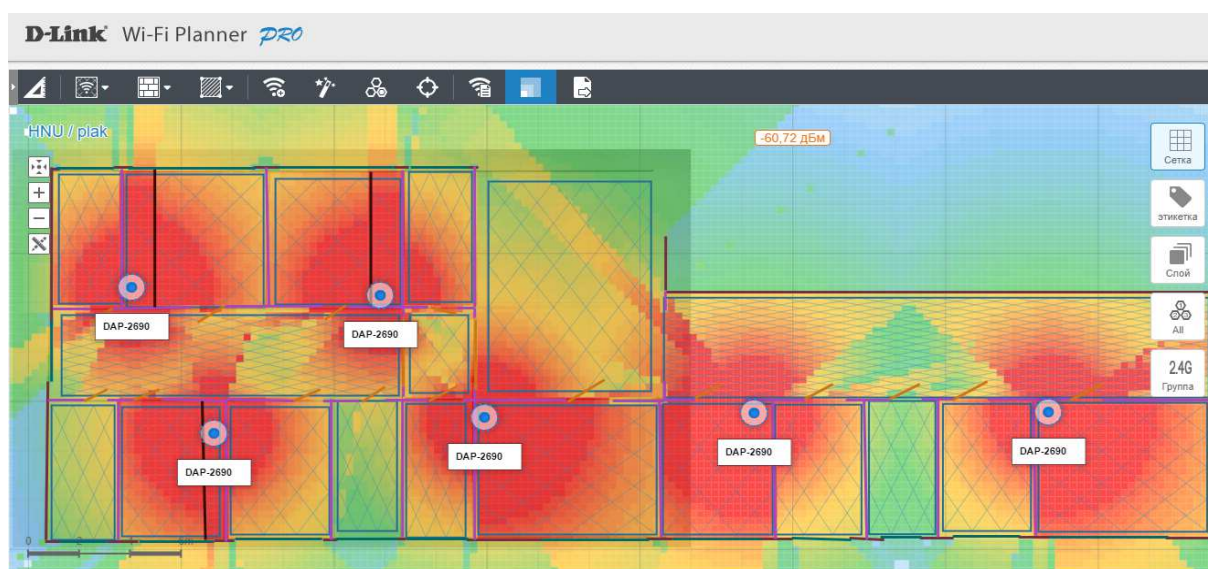
Рисунок 3.16 – Карти покриття тепловими полями для маршрутизатора DAP-2690 (2,4 ГГц): аудиторія 4-233 (а); аудиторія 4-236 (б)

Незадовільні області також допомагають вказати, де із-за інших обмежень проектування (бюджету, місць установки) довелось йти на компроміси з первинними вимогами до проєкту.

Слід використати усі теплові карти, що охоплюють вимоги до проекту, як і теплові карти, що підкреслюють недоліки, компроміси або слабкі сторони проекту. Обидві сторони повинні повністю погоджувати характер мережі після вивчення звіту (рисунок 3.17).



а)



б)

Рисунок 3.17– Карти покриття тепловим полем для маршрутизатора DAP-2690 (5 ГГц): аудиторія 4-232 (а) ; аудиторія 4-201 (б)

Висновки до третього розділу

В третьому розділі магістерської роботи було зроблено наступне:

1. Проведена комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету. Показано, що дальність передавання інформації залежить від потужності передавача Wi-Fi, наявності і характеристик перешкод та типу антени. Ядром безпроводової мережі Wi-Fi є так звана точка доступу, яка підключається до певної наземної мережевої інфраструктури каналів Інтернет-провайдера та забезпечує передачу радіосигналу.

2. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, який дозволяє отримати характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу за допомогою використання спеціального програмного забезпечення D-Link Wi-Fi planner PRO, що дозволило дослідити середовище планування, визначити його характеристики перед розгортанням мережі WLAN Wi-Fi. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі дозволяє спроектувати і оптимізувати безпроводову мережу Wi-Fi ще на етапі її проектування та значно зменшити витрати на обладнання при її розгортанні або розширенні.

3. Проведений моніторинг покриття мережею стандарту 802.11 приміщень 2 –го поверху ХНУ, в ході якого отримані графіки потужності сигналу від наявного обладнання мережі за допомогою програмного забезпечення NetSpot. Це дозволяє здійснювати оперативне реагування на аномальну діяльність в межах локальної мережі Wi-Fi, відслідковувати всі мережеві процеси та автоматизувати частину рутинної діяльності мережевого адміністратора.

4. Завдяки проведеного аудиту вдалося оптимізувати кількість необхідного обладнання в аудиторіях 2-х кафедр та значно знизити витрати на

розгортання мережі. Отримані в ході експерименту карти покриття теплового поля сигналом Wi-Fi приміщень двох кафедр ХНУ. Отримані характеристики сигналу дозволили мінімізувати кількість необхідного обладнання (маршрутизаторів) до 5 штук. Обрано необхідне обладнання. Показано, що при використанні маршрутизаторів компанії D-Link DAP-2690 можна забезпечити повне покриття мережею WLAN Wi-Fi всіх необхідних приміщень кафедр та надати студентам і викладачам якісну послугу доступу до мережі Інтернет з високою швидкістю передачі.

4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖІ WLAN WI-FI

4.1 Порівняльні характеристики безпроводових точок доступу виробника D-Link

Проведемо огляд безпроводових точок доступу виробника D-Link та оберемо найбільш продуктивний пристрій, який буде задовольняти вимогам що висуваються до мережі університету. При цьому, слід врахувати результати моніторингу безпроводового середовища та характеристик, які отримані в ході експерименту.

Порівняємо наступні маршрутизатори, що можуть задовольнити наші потреби: D-Link DAP-2360 та D-Link DAP-2690.

Маршрутизатор D-Link DAP-2360 з підтримкою PoE призначений для організації безпроводових мереж, головним чином, в таких громадських місцях, як кафе, торговельні центри, спортивні майданчики. Виконана в білому металевому корпусі класу "пленум", точка доступу легко встановлюється на стіні за допомогою вхідного в комплект поставки кронштейна і відповідає нормам пожежної безпеки для розміщення в вентиляційних каналах. Підтримка стандарту 802.3af (Power over Ethernet) дозволяє розташувати DAP-2360 навіть в тих місцях, де відсутні розетки живлення(рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд точки доступу D-Link DAP-2360

Для забезпечення високого рівня захищеності безпроводової мережі DAP-2360 підтримує аутентифікацію WPA / WPA2, 64/128-бітове шифрування даних WEP, а також функції управління доступом на основі MAC-адрес, сегментації

безпроводової мережі, відключення мовлення (SSID) і виявлення несанкціонованих підключень для обмеження доступу сторонніх осіб до внутрішньої мережі, а також функцію мовлення безпроводової мережі за розкладом.

Точка доступу DAP-2360 підтримує чотири режими роботи, що дозволяє використовувати її для вирішення широкого спектра мережевих завдань. У стандартному режимі Access Point до безпроводової мережі DAP-2360 можуть підключатися призначені для користувача 802.11b / g / n пристрою. У режимі WDS (WDS with AP) можна організувати безпроводове з'єднання з іншими аналогічними точками доступу, що дозволить збільшити зону дії безпроводової мережі або об'єднати декілька сегментів провідної мережі в загальну локальну мережу без необхідності прокладки кабельної лінії зв'язку. У режимі (Wireless Client DAP-2360) може підключитися до існуючої безпроводової мережі і забезпечити доступ до ресурсів цієї мережі для пристроїв, підключених за допомогою Ethernet-кабелю. DAP-2360 також підтримує розширені функції, такі як балансування навантаження для ефективної передачі великого обсягу мережевого трафіку і резервування для безвідмовної роботи безпроводового з'єднання. Крім того, дана точка доступу підтримує функцію (Spanning Tree Protocol) для забезпечення більш ефективної передачі даних і запобігання ширококомовного шторму в режимі WDS [32].

Мережеві адміністратори володіють декількома можливостями для управління точками доступу DAP-2360, включаючи Web-інтерфейс (HTTP), Secure Socket Layer (SSL, який забезпечує захищене з'єднання з Web-інтерфейсом), Secure Shell (SSH, який забезпечує захищений канал між точкою доступу і віддаленим комп'ютером) і Telnet. Для розширеного мережевого управління адміністратори можуть використовувати D-Link Central WiFi Manager, за допомогою якого можна налаштувати і керувати кількома точками доступу з одного комп'ютера. Крім стандартних опцій управління, (D-Link Central WiFi Manager) дозволяє мережевим адміністраторам віддалено

здійснювати перевірку обладнання, виключаючи необхідність особистого контролю будь-яких операцій. Завдяки підтримці PoE, високою вихідною потужністю передавача, кільком режимам роботи і надійним функцій безпеки, точка доступу DAP-2360 є ідеальним рішенням, що дозволяє створити безпроводову мережу на підприємствах малого та середнього бізнесу.

Таблиця 4.1 - Характеристика точки доступу DAP-2360

Забезпечення	
Процесор	Atheros QCA9557 (720 МГц)
Оперативна пам'ять	64 МБ, DDR2
Flash-пам'ять	16 МБ, SPI
Інтерфейс	IEEE 802.11b/g/n; порт LAN 10/100/1000 Base-T з підтримкою PoE (802.3af)
Індикатори	Power; LAN; 2,4 GHz
Кнопки	Кнопка Reset
Антенa	Дві знімні дипольні антени з коефіцієнтом посилення 5 дБі для 2,4 ГГц
Роз'язття живлення	Роз'язття для підключення живлення (постійний струм)
Корпус	Металевий корпус класу "пленум"
Параметри безпроводового модуля	
Стандарти	IEEE 802.11b/g/n
Діапазон частот	802.11b/g/n: від 2,4 ГГц до 2,4835 ГГц

Продовження таблиці 4.1

Безпека безпроводового з'єднання	WPA-Personal/Enterprise; WPA2-Personal/Enterprise; 64/128-бітне шифрування WEP; 802.1X; AES та TKIP Відключення мовлення SSID Управління доступом на основі MAC-адрес Виявлення несанкціонованих підключень Внутрішній RADIUS-сервер
Швидкість безпроводового з'єднання	IEEE 802.11b: 1, 2, 5,5 та 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбіт/с
Вихідна потужність передавача	IEEE 802.11b: 20 дБм при 1, 2, 5,5, 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 20 дБм при 6~54 Мбіт/с
Чутливість приймача	IEEE 802.11b: -89 дБм при 1 Мбіт/с -87 дБм при 2 Мбіт/с -83 дБм при 5,5 Мбіт/с -81 дБм при 11 Мбіт/с
Фізичні параметри	
Вага	689 г
Розміри (Д x Ш x В)	166 x 188 x 36 мм
Умови експлуатації	
Живлення	Адаптер питания - вихід: 12 В постійного струму 1 А - живлення по кабелю Ethernet (PoE) 802.3 af
Макс. споживана потужність	7,9 Вт (функція PoE включена) 6,5 Вт (функція PoE виключена)

Загальні характеристики безпроводової точки доступу D-Link DAP-2690 зведено до таблиці 4.2.

Безпроводова точка доступу D-Link DAP-2690 з підтримкою PoE, призначена для організації безпроводових мереж на підприємствах малого та середнього бізнесу. DAP-2690 підтримує стандарт безпроводового зв'язку 802.11n і одночасну роботу в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, що дозволяє застосовувати точку доступу для вирішення широкого ряду мережевих завдань, в тому числі вимогливих до пропускної здатності.

Виконана в металевому корпусі класу "пленум", точка доступу легко встановлюється на стіні за допомогою вхідного в комплект поставки кронштейна і відповідає нормам пожежної безпеки для розміщення в вентиляційних каналах. Підтримка стандарту 802.3af (Power over Ethernet) дозволяє розташувати DAP-2690 навіть в тих місцях, де відсутні розетки живлення. Високошвидкісне безпроводове з'єднання DAP-2690 забезпечує надійне безпроводове з'єднання на швидкості до 300 Мбіт/с як в діапазоні частот 2,4 ГГц, так і в діапазоні частот 5 ГГц. Завдяки даній можливості, а також підтримці функції Wi-Fi Multimedia (WMM) Quality of Service (QoS) точка доступу DAP-2690 є ідеальним рішенням для передачі аудіо, відео і голосових додатків[33]. Розширений функціонал QoS дозволяє точці доступу DAP-2690 автоматично пріоритезувати мережевий трафік відповідно до рівня інтерактивної потокової передачі, наприклад, HD-відео або VoIP. Крім того, параметри функції QoS можна відрегулювати через Web-інтерфейс точки доступу за допомогою меню, що розкривається для вибору призначених для користувача правил пріоритетів.

Для забезпечення високого рівня захищеності безпроводової мережі DAP-2690 підтримує аутентифікацію WPA / WPA2, 64/128-бітове шифрування даних WEP, а також функції управління доступом на основі MAC-адрес, сегментації безпроводової мережі, відключення мовлення SSID і виявлення несанкціонованих підключень для обмеження доступу сторонніх осіб до

внутрішньої мережі, а також функцію мовлення безпроводової мережі за розкладом.

DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних SSID за допомогою однієї ТД. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію 802.1Q VLAN Tagging, що дозволяє використовувати віртуальні SSID для сегментації трафіку з метою підвищення продуктивності і безпеки. Таким чином, адміністратори можуть встановити одну точку доступу для організації декількох безпроводових мереж з метою розподілу і ефективного вирішення завдань мережевого управління. Механізм ізоляції безпроводових клієнтів також підвищує захищеність мережі, так як безпроводові користувачі не можуть "бачити" один одного, що знижує ймовірність несанкціонованого доступу до даних. Крім того, DAP-2690 підтримує Network Access Protection (NAP), функцію Windows Server 2008, що дозволяє мережевим адміністраторам задати кілька рівнів мережевого доступу, виходячи з потреб кожного клієнта. Точка доступу DAP-2690 підтримує чотири режими роботи, що дозволяє використовувати її для вирішення широкого спектра мережевих завдань. У стандартному режимі Access Point до безпроводової мережі DAP-2690 можуть підключатися призначені для користувача 802.11b / g / n пристрою. У режимі WDS (WDS with AP) можна організувати безпроводове з'єднання з іншими аналогічними точками доступу, що дозволить збільшити зону дії безпроводової мережі або об'єднати декілька сегментів провідної мережі в загальну локальну мережу без необхідності прокладки кабельної лінії зв'язку [33]. У режимі Wireless Client DAP-2690 може підключитися до існуючої безпроводової мережі і забезпечити доступ до ресурсів цієї мережі для пристроїв, підключених за допомогою Ethernet-кабелю. DAP-2690 також підтримує розширені функції, такі як балансування навантаження для ефективної передачі великого обсягу мережевого трафіку і резервування для безвідмовної роботи безпроводового з'єднання.

Мережеві адміністратори володіють декількома можливостями для управління точками доступу DAP-2690, включаючи Web-інтерфейс (HTTP), Secure Socket Layer (SSL, який забезпечує захищене з'єднання з Web-інтерфейсом), Secure Shell (SSH, який забезпечує захищений канал між точкою доступу і віддаленим комп'ютером) і Telnet. Для розширеного мережевого управління адміністратори можуть використовувати D-Link Central WiFiManager або модуль D-View, за допомогою якого можна налаштувати і керувати кількома точками доступу з одного комп'ютера.

Крім стандартних опцій управління, D-Link Central WiFiManager і D-View дозволяють мережевим адміністраторам віддалено здійснювати перевірку обладнання, виключаючи необхідність особистого контролю будь-яких операцій. Функція AP Array (масив точок доступу) дозволяє централізовано керувати налаштуваннями відразу декількох точок доступу, включених в окрему групу (масив), замість того, щоб налаштовувати кожен пристрій окремо. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію безпроводового планувальника, що дозволяє налаштувати роботу безпроводової мережі за розкладом [33].

Завдяки одночасній роботі в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, підтримки PoE, кільком режимам роботи і надійним функцій безпеки, точка доступу DAP-2690 є ідеальним рішенням, що дозволяє створити безпроводову мережу на підприємствах малого та середнього бізнесу і є ідеальним рішенням для її використання у приміщеннях університету.

Таблиця 4.2 - Характеристики точки доступу DAP-2690

Забезпечення	
Процесор	Atheros AR9344 (600 МГц)
Оперативна пам'ять	128 МБ, DDR2
Flash-пам'ять	16 МБ, SPI

Продовження таблиці 4.2

Інтерфейс	IEEE 802.11b/g/n 2,4 ГГц; IEEE 802.11a/n 5 ГГц; Порт LAN 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE (802.3af); Консольний порт з роз'ємом RJ-45
Індикатори	Power; LAN; 2,4 GHz; 5 GHz
Кнопки	Кнопка Reset
Антенa	Дві знімні всеспрямовані антени з коефіцієнтом посилення 4 dBi для 2,4 ГГц; дві знімні всеспрямовані антени з коефіцієнтом посилення 6 dBi для 5 ГГц
Роз'єм живлення	Роз'єм для підключення живлення (постійний струм)
Корпус	Металевий корпус класу "пленум"
Параметри безпроводового модуля	
Стандарти	IEEE 802.11a/b/g/n
Діапазон частот	802.11b/g/n: до 2,4 ГГц до 2,4835 ГГц 802.11a/n: до 5,15 ГГц до 5,275 ГГц
Безпека безпроводового з'єднання	WPA-Personal/Enterprise; WPA2-Personal/Enterprise; 64/128-бітне шифрування WEP; 802.1X; AES и TKIP Відключення мовлення SSID Оптимізація пропускнуої здатності Управління доступом на основі MAC-адрес
Швидкість безпроводового з'єднання	IEEE 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбіт/с IEEE 802.11b: 1, 2, 5,5 и 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбіт/с IEEE 802.11n:

Кінець таблиці 4.2

Вихідна потужність передавача	IEEE 802.11a: 20 дБм при 6~36 Мбіт/с 19 дБм при 48 Мбіт/с 18 дБм при 54 Мбіт/с IEEE 802.11b: 20 дБм при 1, 2, 5,5, 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 20 дБм при 6~36 Мбіт/с 19 дБм при 48 Мбіт/с 18 дБм при 54 Мбіт/с
Чутливість приймача	IEEE 802.11a: -82 дБм при 6 Мбіт/с -81 дБм при 9 Мбіт/с -79 дБм при 12 Мбіт/с -77 дБм при 18 Мбіт/с -74 дБм при 24 Мбіт/с -70 дБм при 36 Мбіт/с -66 дБм при 48 Мбіт/с -65 дБм при 54 Мбіт/с
Фізичні параметри	
Вага	858 г (з антенами)
Розміри (Д x Ш x В)	164,59 x 184,66 x 31,75 мм
Умови експлуатації	
Живлення	Адаптер живлення: 1. Вихід: 48 В постійного струму 0,5 А 2. Живлення по кабелю Ethernet (PoE) 802.3 af

4.2 Комплектація та технічні характеристики маршрутизатора DAP-2690

Мінімальні системні вимоги, що висуваються до установки маршрутизатора:

- комп'ютер з операційною системою Windows, Macintosh або Linux;
- встановлений адаптер Ethernet;
- Internet Explorer версії 6.0, Chrome 2.0, Safari 3.0, Firefox 3.0 і вище.

Огляд технічних характеристик DAP-2690:

- 5 GHz - Індикатор горить при роботі точки доступу на частоті 5 ГГц, блимає при передачі безпроводового трафіку;
- 2.4 GHz - Індикатор горить при роботі точки доступу на частоті 2,4 ГГц, блимає - при передачі безпроводового трафіку.
- LAN - Індикатор горить постійно, якщо порт Ethernet підключений до працюючого порту маршрутизатора або комутатора. Індикатор блимає при передачі трафіку через порт LAN.
- POWER - Індикатор блимає під час завантаження і горить постійним світлом, коли точка доступу готова до роботи (рисунок 4.1).

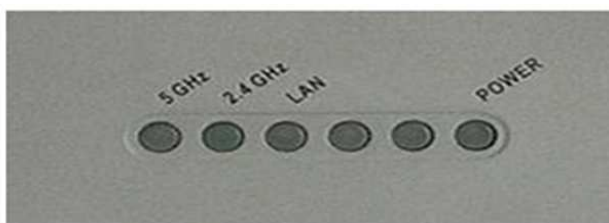


Рисунок 4.1 – Панель індикаторів



Рисунок 4.2 – Порти маршрутизатора DAP-2690

Порти входів та виходів DAP-2690 (рисунок 4.2):

- роз'єкти для підключення живлення;
- консольний порт;
- порт LAN (PoE);
- кнопка (Reset) для скидання до заводських налаштувань;
- 2 конектори для зовнішніх антен 5ГГц.

Розглянемо методи підключення маршрутизатора DAP-2690.

Метод 1:

1. Підключаємо один кінець кабелю Ethernet до порту LAN (PoE) точки доступу DAP-2690.
2. Другий кінець кабелю до порту комутатора PoE. (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Підключення кабелю Ethernet до порту LAN точки доступу DAP-2690

Метод 2:

1. Підключаємо один кінець кабелю Ethernet до порту Data In адаптера PoE, а інший кінець до порту комутатора, маршрутизатора або комп'ютера.
2. Підключаємо один кінець кабелю Ethernet до порту P + Data Out адаптера PoE, а інший кінець до порту LAN (PoE) точки доступу DAP-2690.
3. Підключаємо адаптер живлення, що входить в комплект поставки, до гнізда Power In адаптера PoE.
4. Підключаємо кабель живлення до адаптера і підключаємо його до розетки (рисунок 4.5, а).

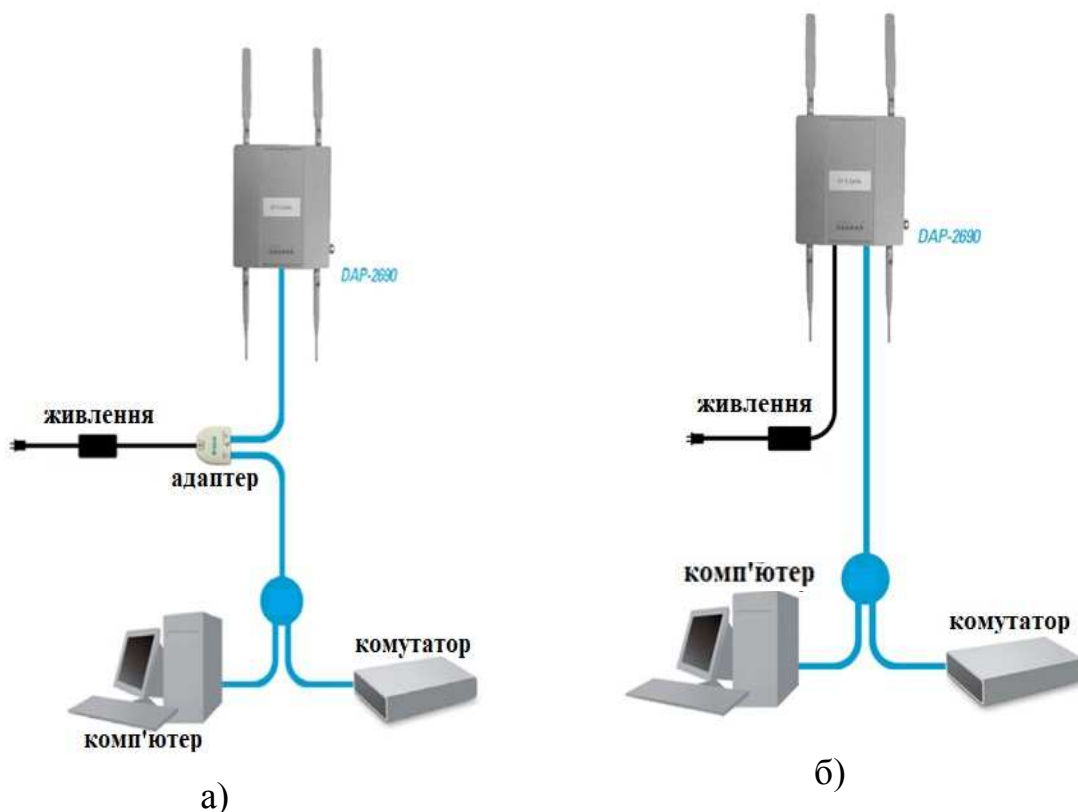


Рисунок 4.5 – Демонстрація підключення DAP-2690 з комп'ютером та комутатором: метод 2 (а); метод 3 (б)

Метод 3:

DAP-2690, а інший кінець до комутатора, маршрутизатора або комп'ютера.

2. Підключаємо адаптер живлення, що входить в комплект поставки, до відповідного роз'єму точки доступу DAP-2690.

3. Підключаємо кабель живлення до адаптера і включіть його в розетку (рисунок 4.5, б).

Після виконання всіх кроків у цьому посібнику з установки і налаштування для роботи в мережі, мережа повинна виглядати подібним чином (рисунок 4.6).

Для установки і управління точками доступу DAP-2690 з комп'ютера використовуйте один з наступних способів:

1. Підключення прямого кабелю Ethernet до точки доступу та комп'ютеру.

2. Підключення точки доступу і комп'ютера до комутатора або маршрутизатора.

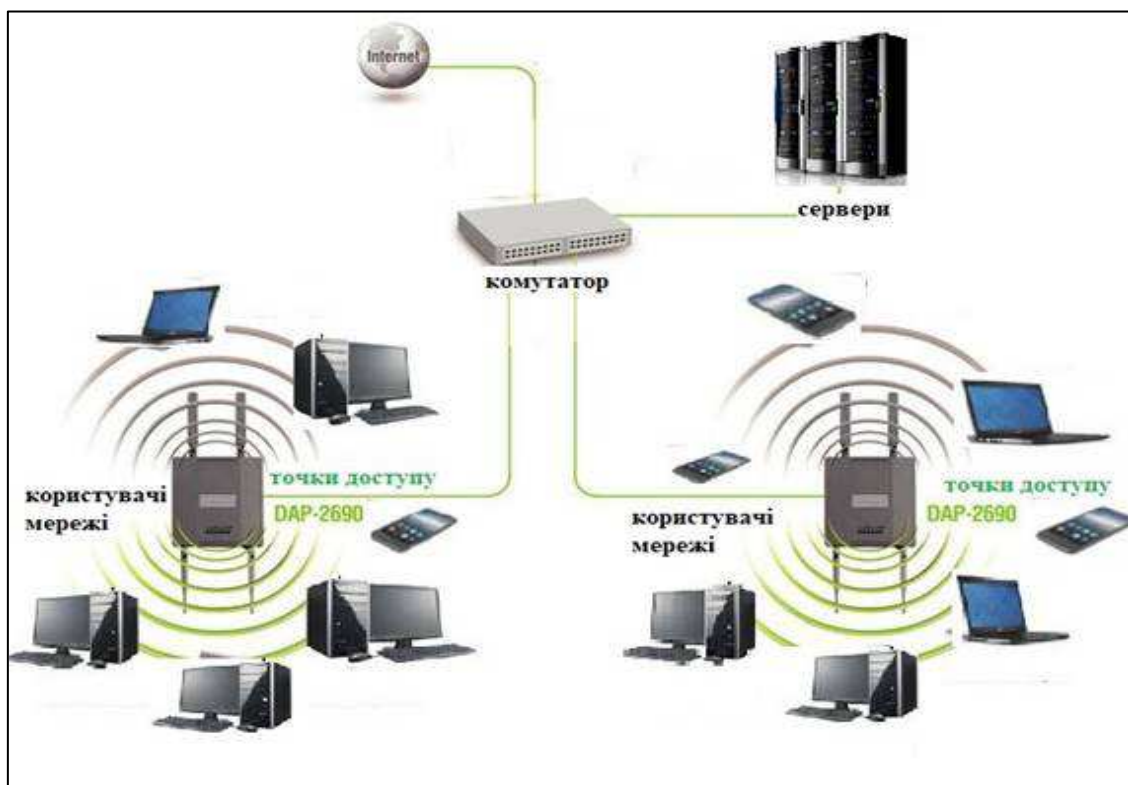


Рисунок 4.6 – Кінцева схема підключення точок доступу DAP-2690

Висновки до четвертого розділу

Проведено порівняльну характеристику двох маршрутизаторів, а саме DAP-2360 і DAP-2690:

1. Точка доступу DAP-2360 підтримує чотири режими роботи, що дозволяє використовувати її для вирішення широкого спектра мережевих завдань. У стандартному режимі Access Point до безпроводової мережі DAP-2360 можуть підключатися призначені для користувача 802.11b / g / n пристрою. У режимі WDS (WDS with AP) можна організувати безпроводове з'єднання з іншими аналогічними точками доступу, що дозволить збільшити зону дії безпроводової мережі або об'єднати декілька сегментів провідної мережі в загальну локальну мережу без необхідності прокладки кабельної лінії зв'язку. Мережеві адміністратори володіють декількома можливостями для управління точками доступу DAP-2360, включаючи Web-інтерфейс (HTTP), Secure Socket Layer (SSL), який забезпечує захищене з'єднання з Web-інтерфейсом), Secure Shell (SSH), який забезпечує захищений канал між точкою доступу і віддаленим комп'ютером) і Telnet.

2. DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних SSID за допомогою однієї ТД. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію 802.1Q VLAN Tagging, що дозволяє використовувати віртуальні SSID для сегментації трафіку з метою підвищення продуктивності і безпеки. Таким чином, адміністратори можуть встановити одну точку доступу для організації декількох безпроводових мереж з метою розподілу і ефективного вирішення завдань мережевого управління.

3. Завдяки одночасній роботі в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, підтримки PoE, кільком режимам роботи і надійним функцій безпеки, точка доступу DAP-2690 є ідеальним рішенням, що дозволяє створити безпроводову мережу на підприємствах малого та середнього бізнесу і є ідеальним рішенням для її використання у приміщеннях університету.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи були вирішені такі задачі:

1. Обрано та теоретично обґрунтовано критерій ефективності для безпроводних систем зв'язку засобів передачі.

2. Проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ. Виконані розрахунки балансу потужностей, загасання сигналу та зони Френеля.

3. Проведена комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету. Показано, що дальність передавання інформації залежить від потужності передавача Wi-Fi, наявності і характеристик перешкод та типу антени.

4. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, який дозволяє отримати характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу за допомогою використання спеціального програмного забезпечення D-Link Wi-Fi planner PRO, що дозволило дослідити середовище планування, визначити його характеристики перед розгортанням мережі WLAN Wi-Fi. Завдяки проведеного аудиту вдалося оптимізувати кількість необхідного обладнання в аудиторіях 2-х кафедр та значно знизити витрати на розгортання мережі.

4. Проведений вибір та наведено обґрунтування вибору точки доступу – маршрутизатора фірми D-Link DAP-2690, що є ідеальним рішенням та дозволяє створити безпроводову мережу з заданими вимогами, завдяки його одночасній роботі в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, підтримки PoE, кільком режимам роботи і надійним функціям безпеки. DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних

SSID за допомогою однієї ТД. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію 802.1Q VLAN Tagging, що дозволяє використовувати віртуальні SSID для сегментації трафіку з метою підвищення продуктивності і безпеки. Таким чином, адміністратори можуть встановити одну точку доступу для організації декількох безпроводових мереж з метою розподілу і ефективного вирішення завдань мережевого управління.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Скляр О. К. С 43 Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие. 2 е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 272 с.:
2. Эволюция систем передачи информации [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://olacom.ru/jevoljucija-sistem-peredachi.html>.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2010. – 916 с.
4. Развитие сотовых сетей радиосвязи с подвижными объектами [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://mirznanii.com/a/120357/razvitie-sotovykh-setey-radiosvyazi-s-podvizhnyimiobektami>.
5. Сети LTE, структура и принцип работы [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://www.mobile-networks.ru/articles/seti_lte_struktura_i_princip_raboty.html.
6. Эволюция мобильных сетей. От 1G до LTE [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://internetua.com/evoluaciya-mobilnih-setei--ot-1G-do-LTE>.
7. Джим Гейер. Беспроводные сети. Первый шаг: Пер. с англ. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. — 192 с.
8. Беспроводные сети Wireless LAN - Описание стандартов. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.communet.ru/scs/wireless/standart.htm>.
9. Безпроводові локальні мережі Wlan (Wi-Fi) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://ukrbukva.net/page,2,68947-Besprovodnye-lokalnye-seti-Wlan-Wi-Fi.html>.
10. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. T18 Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012. - 960 с.

11. Осипчук С.А. Повышение информационной эффективности беспроводных систем передачи на основе перераспределения ресурсов канала связи: Дис. канд. техн. наук / Осипчук С.А., 2015 - 182 с.
12. Зюко А. Г. помехоустойчивость и эффективность систем связи [Текст] /А. Г. Зюко // втором изд., Перераб. и доп. - М.: Связь, 1972. - 360 с.
13. Shannon C. E. A mathematical Theory of Communication [Text] / С. E. Shannon. – The Bell System Technical Journal, vol. 27., 1948. – pp. 379–423, 623–656.
14. Сайко В.Г., Казіміренко В.Я., Літвінов Ю.М. Мережі бездротового широкопasmового доступу. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2015. – 196 с.
15. Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г.Г. Сети связи. - СПб.: «БХВ – Петербург», 2010. – 400 с.
16. Урывский Л. А. Основы прикладной теории информации для телекоммуникаций [Текст] : диссертация доктора технических наук : 05.12.02 / Л. А. Урывский; Киев, НТУУ «КПИ». – К. : 2009. – 377 с.
17. Вишневский В., Портной С., Шахнович И. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: «Техносфера», 2009. – 472 с.
18. Стандарты интерфейса Wi-Fi – Назва з екрану. - [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <http://www.starlink.ru/articles/Wi-Fi-standarts/>.
19. Частотные полосы и каналы Wi-Fi [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://wi-life.ru/tehnologii/Wi-Fi/Wi-Fi-frequency-bandsand-channels>.
20. Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко; под общ. ред. К.К. Васильева. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 452 с.
21. IEEE Standard for Information technology 802.11n: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>.

22. Harri Holma, Antti Toskala. HSDPA/HSUPA for UMTS: High Speed Radio Access for Mobile Communications. – Gardners Books, 2006. - p. 268.

23. Горбатий І. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи / А. Бондарев, І. Горбатий // Львів: Львівська політехніка, 2016. – 336 с.

24. Павлиш В. Основи інформаційних технологій і систем. / В. Павлиш, Л. Гліненко, Н. Шаховська // Львів: Львівська політехніка, 2018. – 476 с.

25. Офіційний сайт NetSpotPRO – Електроні дані – Режим доступу до ресурсу: <https://www.netspotapp.com>

26. Офіційний сайт Wi-Fi Planner PRO (WFP) – Початок роботи – Режим доступу до ресурсу: <http://dlink.ru/tools/Wi-Fi/>

27. IEEE Standard for Information technology 802.11ac: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11ac-2013.html>

28. SeungJune Yi, SungDuck Chun, YoungDae Lee, SungJun Park, SungHoon Jung. Radio Protocols for LTE and LTE-Advanced. - John Wiley & Sons, 2012, p.344.

29. Christophe Chevallier , Christopher Brunner , Andrea Garavaglia, Kevin P. Murray, Kenneth R. Baker. WCDMA Deployment Handbook. - John Wiley & Sons, 2006, p.412.

30. Основные особенности стандарта 802.11ac [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/company/cbs/blog/274267/>.

31. Лекції Уривського Л.О. з дисципліни «Імітаційне моделювання», НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017 рік.

32. Офіційний сайт D-Link – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dlink.ru/>

33. Sourangsu Banerji. International Journal of Mobile Network Communications & Telematics (IJMNCT), Vol. 3, Issue. 4, 2013

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

«Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi»

Спеціальність 172 – «Телекомунікації та радіотехніка»

Виконав: студент 2 курсу, група ТР_м-19-1

А.В Гадомський

Керівник: канд. техн. наук, доц.

А.А Таранчук

Хмельницький, 2020

Мета роботи – удосконалення методу моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi двох кафедр університету.

Завдання, які вирішуються в роботі

1. Огляд загальних характеристик та показників ефективності безпроводових систем WLAN Wi-Fi.
2. Стандарти IEEE802.11 та розрахунки умов поширення сигналу.
3. Удосконалення методу організації, моніторингу та аудиту безпроводової мережі WLAN Wi-Fi.
4. Вибір та обґрунтування обладнання мережі WLAN Wi-Fi.

Об'єкт дослідження: процеси поширення сигналу в мережах WLAN Wi-Fi.

Предмет дослідження: безпроводові мережі WLAN Wi-Fi.

Наукова новизна отриманих результатів:

Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, за допомогою якого отримані характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу. Використання спеціального програмного забезпечення D-Link Wi-Fi planner PRO, дозволило дослідити середовище планування та визначити його характеристики перед розгортанням мережі WLAN Wi-Fi. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі дозволяє спроектувати і оптимізувати безпроводову мережу Wi-Fi ще на етапі її проектування, а також значно зменшити витрати на обладнання при її розгортанні або розширенні.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Показано, що ефективність безпроводної передавальної системи може бути виражена через показник частотної ефективності безпроводної системи передачі, коефіцієнт використання частотної смуги каналу зв'язку, показник енергетичної ефективності та коефіцієнт використання потужності сигналу

2. Проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ. Отже, виконані розрахунки балансу потужностей, загасання сигналу та зони Френеля.

3. Проведена комплексна візуалізація безпроводної мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, який дозволяє отримати характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу. Завдяки проведеному аудиту вдалося оптимізувати кількість необхідного обладнання в аудиторіях 2-х кафедр та значно знизити витрати на розгортання мережі.

4. Було обрано точку доступу DAP-2690 є ідеальним рішенням, що дозволяє створити безпроводну мережу. DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних SSID за допомогою однієї ТД.

Апробація результатів дослідження: Результати досліджень представлені у вигляді доповіді на науково-практичній інтернет - конференції молодих науковців і студентів «Інтелектуальний потенціал-2020».

Дипломна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, висновку, списку посилань. Загальний обсяг роботи складає 71 сторінки комп'ютерного тексту, у тому числі: 33 рисунків та 8 таблиць, список посилань вміщує 33 найменувань.

Огляд загальних характеристик та безпроводових систем WLAN Wi-Fi

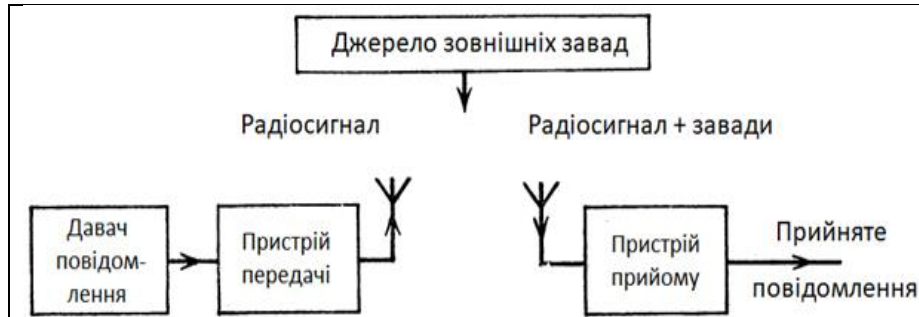


Рисунок 4.1 – Строщена структурна схема радіотехнічної ТК системи

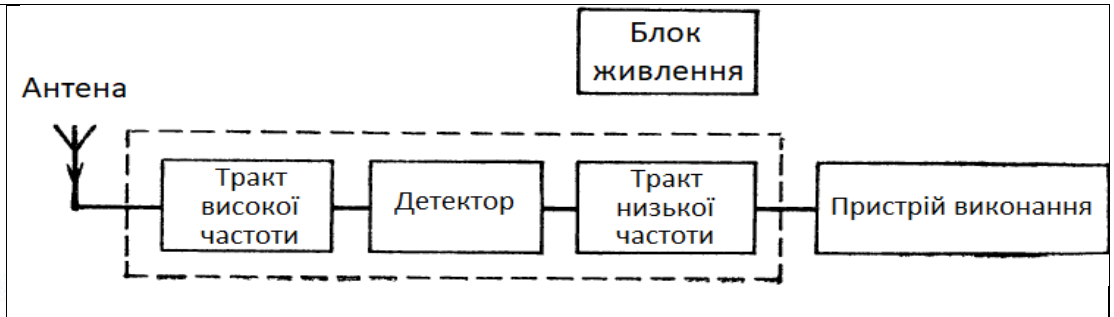


Рисунок 4.3 – Узагальнена структурна схема радіоприймача

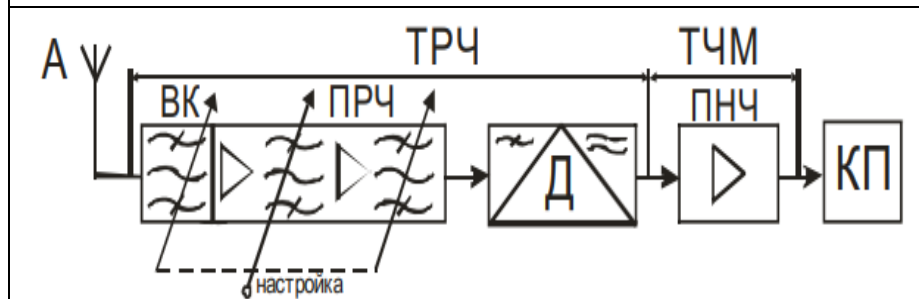


Рисунок 4.2 - Структурна схема приймача прямого підсилення

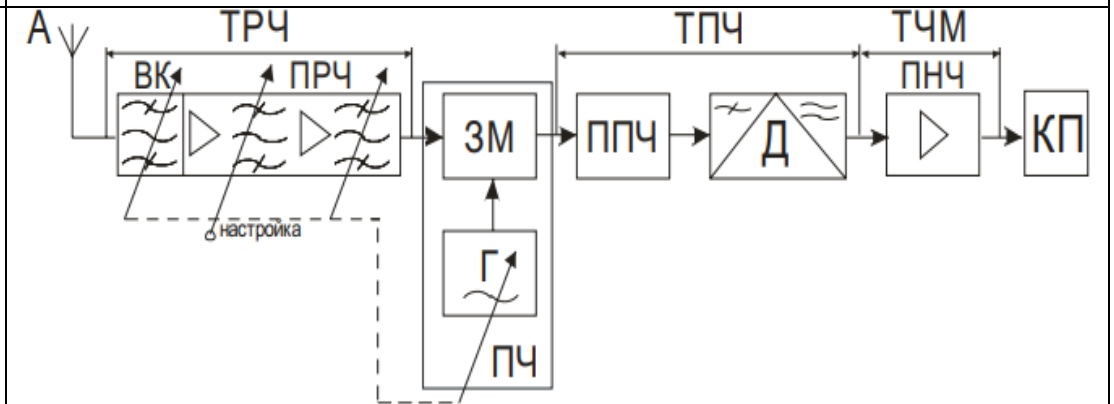


Рисунок 4.4 – Структурна схема приймача супергетеродинного типу

Таблиця 5.1 – Стандарти IEEE 802.11

Стандарт	Особливості	Рік впровадження	IEEE	Розміщення пріоритетів у рамках управління	2012
1	2	3	IEEE 802.11ae		
IEEE 802.11	Швидкість 1-2 Мбіт/с, 2,4 ГГц стандарту RF та IR	1997	IEEE 802.11ac	Дуже висока пропускна здатність <6 ГГц; покращення порівняно з 802.11n: краща схема модуляції (очікувана ~ 10% пропускна здатність збільшення), ширші канали, багатокористувацький MIMO.	2014
IEEE 802.11a	54 Мбіт/с, 5 ГГц, стандарт РНУ	1999	IEEE 802.11af	Телебачення	2014
IEEE 802.11b	Удосконалення 802.11 для підтримки швидкості 5,5 та 11 Мбіт/с	1999	IEEE 802.11ah	Мережа датчиків під 1 ГГц, розумне вимірювання.	2016
IEEE 802.11c	Мостова процедура обробки (тепер включена в стандарт IEEE 802.1D)	2001	IEEE 802.11ai	Швидке початкове налаштування посилення	2015
IEEE 802.11d	Розширення роумінгу між країнами	2001	IEEE 802.11mc	Підтримка стандарту	2015
IEEE 802.11e	Покращення: система QoS, включаючи розрив пакетів	2005	IEEE 802.11aj	Міліметровий діапазон для Китаю	2016
IEEE 802.11f	Протокол точки доступу	2003			
IEEE 802.11g	54 Мбіт/с, 2,4 ГГц, обернена сумісність з версією b	2003			
IEEE 802.11h	Керований спектр 802.11a (5 ГГц) для сумісності з країнами Європи	2004			

Продовження таблиці 5.1 – Стандарти IEEE 802.11

IEEE 802.11i	Покращена безпека	2004	IEEE 802.11u	Покращення, пов'язані з Hot Spots та авторизацією сторонніх розробників клієнтів	2011
IEEE 802.11j	Розширена підтримка для Японії	2004	IEEE 802.11v	Управління бездротовою мережею	2011
IEEE 802.11k	Покращення вимірювання радіоресурсів	2007	IEEE 802.11w	Захищені рамки управління	2009
IEEE 802.11m	Ревізія стандарту		IEEE 802.11y	3650–3700 МГц Робота в США	2008
IEEE 802.11n	Підвищення пропускної здатності за допомогою MIMO	2009	IEEE 802.11z	Розширення для налаштування прямого посилення	2010
IEEE 802.11p	WAVE – бездротовий доступ для транспортного середовища	2010	IEEE 802.11aa	Надійна трансляція потоків аудіо-відео транспорту	2012
IEEE 802.11r	Швидкий перехід BSS (FT)	2008	IEEE 802.11ad	Дуже висока пропускна здатність 60 ГГц	2012
IEEE 802.11s	Мережеві мережі, розширений набір послуг (ESS)	2011			
IEEE 802.11t	Безпроводове передбачення продуктивності (WPP) – тестові методи та показники Рекомендація [скасовано]	2011			

2 СТАНДАРТИ ІЕЕЕ 802.11 ТА РОЗРАХУНКИ УМОВ ПОШИРЕННЯ СИГНАЛУ

Середня частота каналу Wi-Fi обчислюється згідно виразу: $f_n = 5000 + 5 \cdot (N - 1)$.

Табл.7.1 - Частотні смуги та канали Wi-Fi для діапазону 2,4 ГГц

Канали	Нижня частота, ГГц	Центральна частота, ГГц	Верхня частота, ГГц
1	2,401	2,412	2,423
2	2,406	2,417	2,428
3	2,411	2,422	2,433
4	2,416	2,427	2,438
5	2,421	2,432	2,443
6	2,426	2,437	2,448
7	2,431	2,442	2,453
8	2,436	2,447	2,458
9	2,441	2,452	2,463
10	2,446	2,457	2,468
11	2,451	2,462	2,473
12	2,456	2,467	2,478
13	2,461	2,472	2,483

Табл. 7.2 - Частотні смуги та канали Wi-Fi для діапазону 5 ГГц

Канали	Центральна частота, ГГц	Канали	Центральна частота, ГГц
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
34	5,17	124	5,62
36	5,18	128	5,64
38	5,19	132	5,66
40	5,2	136	5,68
42	5,21	140	5,7
44	5,22	147	5,735
46	5,23	149	5,745
48	5,24	151	5,755
50	5,25	152	5,76
52	5,26	153	5,765
54	5,27	155	5,775
56	5,28	157	5,785
58	5,29	159	5,795
60	5,3	160	5,8

3 Розрахунок загасання радіосигналу

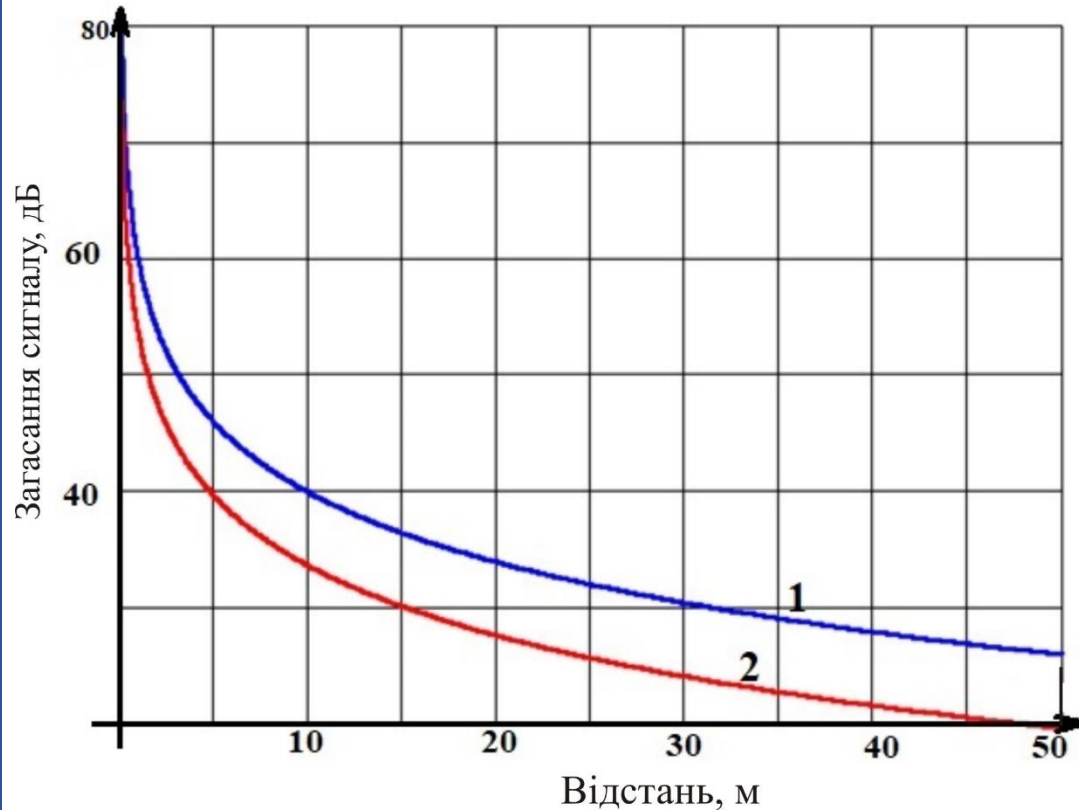


Рис. 8.1- Залежність загасання сигналу Wi-Fi від відстані до точки доступу 2,4 ГГц (1) та 5 ГГц (2).

Табл. 2.3 - Загасання сигналу WI-FI при проходженні через перешкоди

Перешкода	Втрати сигналу, дБ	Ефективна відстань, %
Повітря	0	100
Вікно без тонування	3	70
Вікно з тонуванням	5-8	50
Стіна з дерева	10	30
Стіна міжкімнатна	15-20	15
Стіна носійна	20-25	10
Бетонна стеля/підлога	15-25	10-15

4 Розрахунок зони Френеля

Достатньою умовою можливості встановлення радіозв'язку є наявність відкритого інтервалу, тобто відсутності перешкод в зоні Френеля, або, хоча б в 80% радіуса зони.

Радіус зазначеної зони розраховується за формулою

$$R = 17,3 \sqrt{\frac{d}{4f}}, \quad (9.1)$$

де d – відстань між двома антенами, f - частота (ГГц), на якій здійснюється передача.

Таблиця 9.1 – Зони покриття для 2,4 ГГц та 5 ГГц

Відстань d	Зона Френеля для $F=2,4$ ГГц	Зона Френеля для $F=5$ ГГц
10	0,56	0,38
30	0,97	0,67
50	1,25	0,87

5 Комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi

SSID	BSSID	Alias	Graph	Signal	%	Min.	Max.	Average	Level	Band	Channel	Width	Vendor
4-236 :)	00:22:B0:44:F3:53			-70	30	-74	-56	-67		2,4	6	20	D-Link
free	56:D9:E7:DB:10:1B			-74	26	-79	-62	-73		2,4	1	20	-
khnu_free	46:D9:E7:DB:10:1B			-77	22	-95	-60	-74		2,4	1	20	-
[Hidden SSID]	66:D9:E7:DB:10:1B			-77	22	-96	-62	-74		2,4	1	20	-
Nasoloda	F8:32:E4:AB:49:F1			-80	19	-96	-79	-79		2,4	5	20	ASUSTek
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:6B:A3			-81	17	-96	-80	-84		2,4	6	20	Ubiquiti
Hello World	E2:63:DA:3A:6B:A3			-81	17	-96	-80	-83		2,4	6	20	-
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:68:93			-82	16	-92	-78	-84		2,4	11	20	Ubiquiti
Hello World	E2:63:DA:3A:68:93			-83	15	-89	-78	-84		2,4	11	20	-
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:68:93			-83	15	-90	-79	-85		2,4	11	20	-
[Hidden SSID]	56:D9:E7:DB:10:28			-85	13	-96	-83	-86		2,4	1	20	-
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:6B:A3			-86	12	-96	-80	-85		2,4	6	20	-
Hello World	46:D9:E7:DB:10:28			-87	10	-96	-76	-85		2,4	1	20	-
Hello World	E2:63:DA:3A:64:90			-88	9	-96	-86	-89		2,4	11	20	-
free	56:D9:E7:4F:D2:4F			-88	9	-96	-76	-87		2,4	1	20	-
khnu.km.ua	E0:63:DA:3A:64:90			-89	8	-96	-86	-88		2,4	11	20	Ubiquiti
X_204	64:EE:B7:C2:D1:36			-90	7	-96	-90	-93		2,4	10 - 1	40	Netcore
dlink	00:15:E9:F8:7B:0E			-90	7	-96	-79	-92		2,4	6	20	D-Link
WI-FI	D8:32:14:06:80:F8			-92	5	-96	-83	-91		2,4	11 - 1	40	Tenda
panda 2.4	64:EE:B7:A3:61:5D			-92	5	-92	-92	-92		2,4	11 - 1	40	Netcore
khnu_free	46:D9:E7:DB:10:11			-93	3	-96	-90	-93		2,4	6	20	-
khnu_free	46:D9:E7:4F:D2:4F			-93	3	-96	-71	-85		2,4	1	20	-
k104-dlink	00:21:91:0D:7D:47			-93	3	-93	-93	-93		2,4	8	20	D-Link
[Hidden SSID]	F2:63:DA:3A:64:90			-93	3	-96	-86	-89		2,4	11	20	-
TP-LINK_6D4608	F8:1A:67:6D:46:08			-94	2	-96	-93	-94		2,4	1 + 1	40	TP-LINK
khnu.km.ua	E0:63:DA:3B:68:93			-94	2	-95	-93	-95		5	36	40	Ubiquiti
Hello World	F2:63:DA:3B:68:93			-94	2	-96	-93	-95		5	36	40	Ubiquiti

Рисунок 10.1 - Кількість точок Wi-Fi (2,4 ГГц) на 2-му поверсі ХНУ

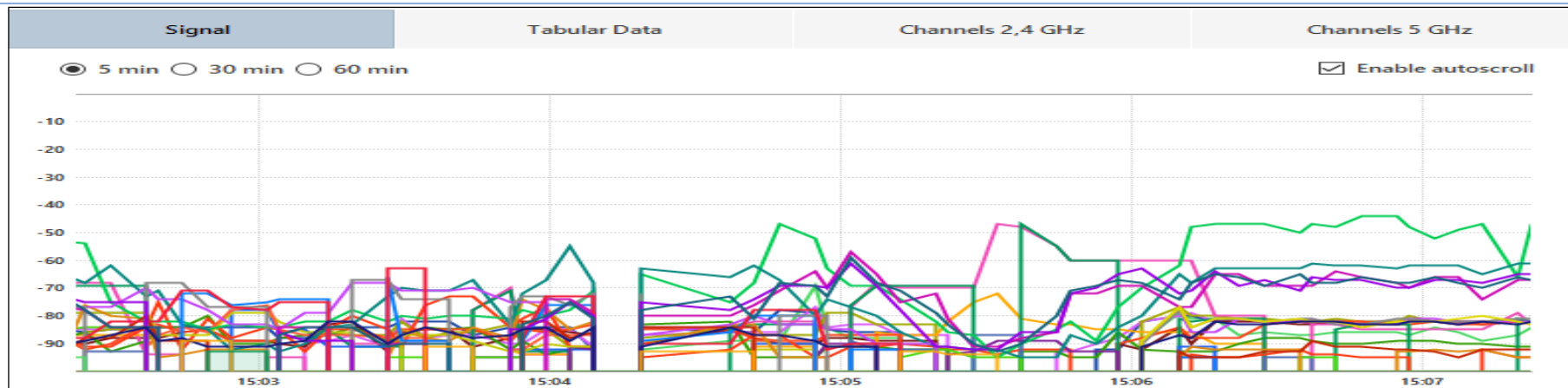


Рисунок 10.2 - Графік потужності сигналу прийомо - передавачів Wi-Fi

5.1 Розробка імітаційної моделі оцінки інформаційної ефективності в середовищі D-Link Wi-Fi planner PRO

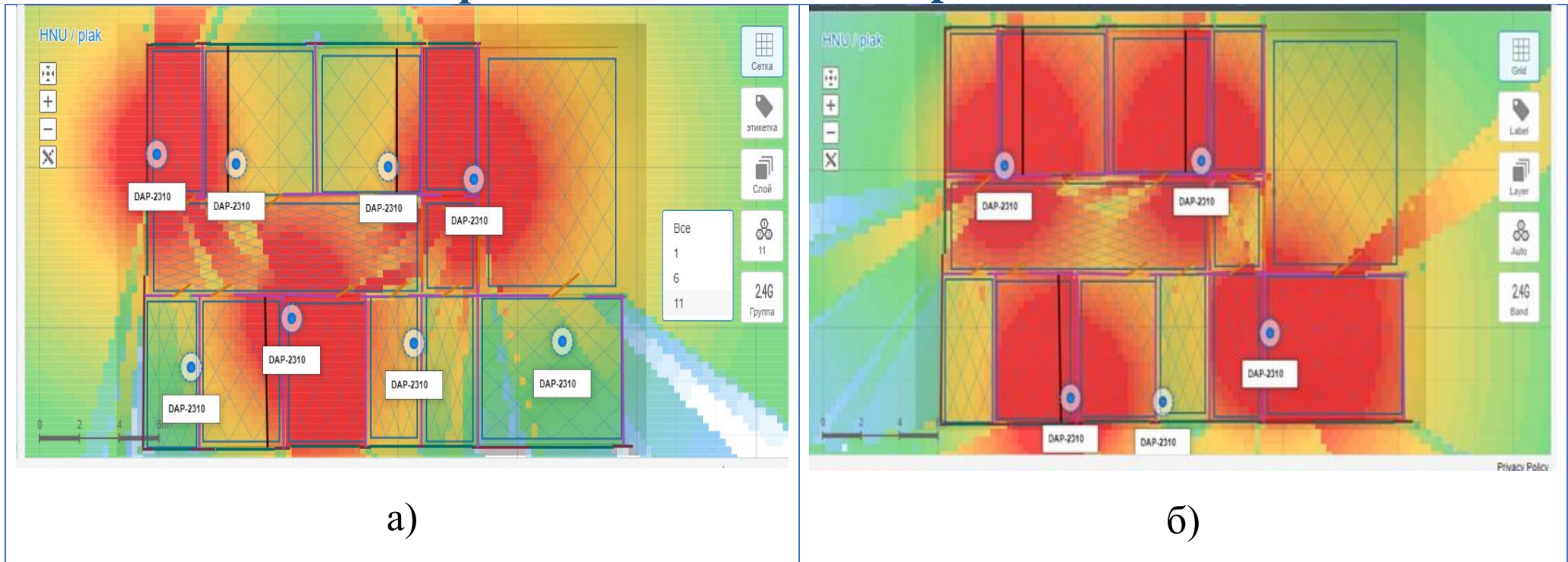


Рисунок 11 – Оптимізація обладнання Wi-Fi точок доступу:
відключення деяких точок доступу (а); перевірка покриття (б)

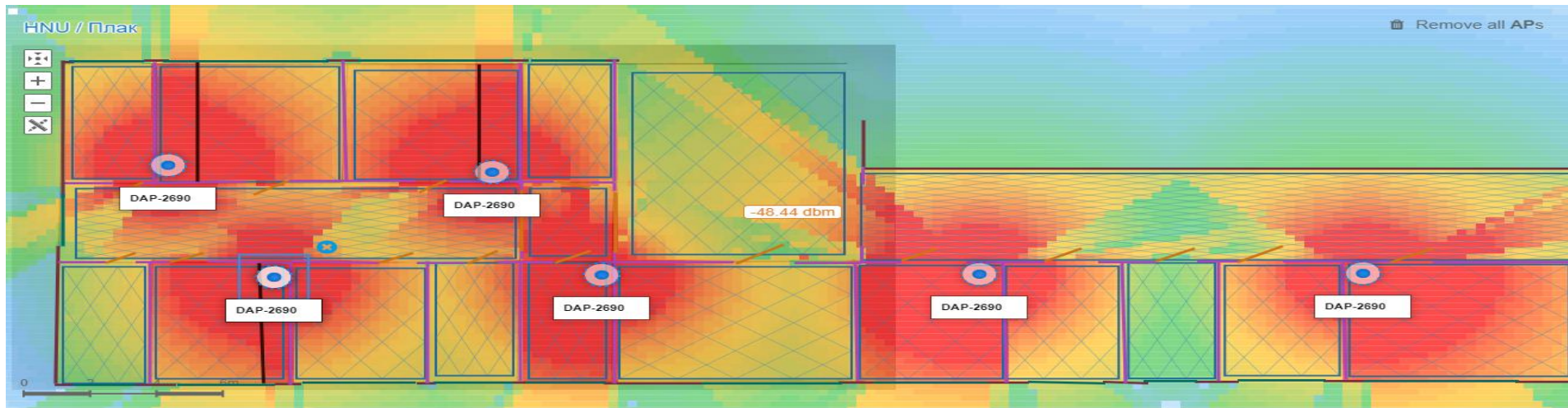


Рисунок 12.1 – Карта покриття тепловими полями для маршрутизатора DAP-2690 (2,4 ГГц):
аудиторія 4-233

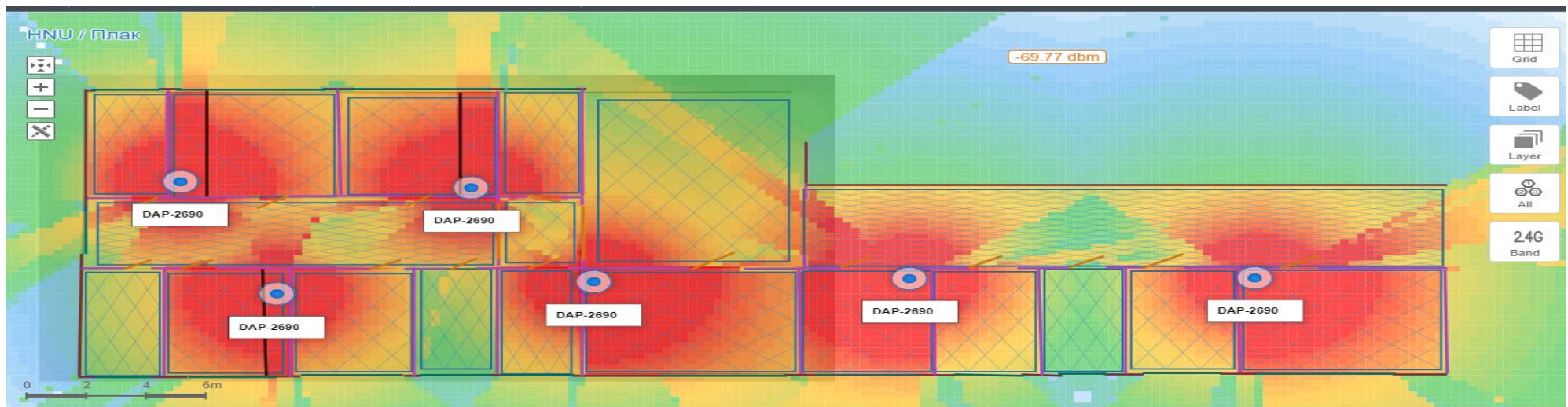


Рисунок 12.2 – Карта покриття тепловим полем для маршрутизатора DAP-2690 (5 ГГц):
аудиторія 4-232

6 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖІ WLAN WI-FI

Таблиця 13.1- Характеристики точки доступу DAP-2690

Процесор	Atheros AR9344 (600 МГц)
Оперативна пам'ять	128 МБ, DDR2
Flash-пам'ять	16 МБ, SPI
Інтерфейс	IEEE 802.11b/g/n 2,4 ГГц; IEEE 802.11a/n 5 ГГц; Порт LAN 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE (802.3af);
Антенна	Дві знімні всеспрямовані антени з коефіцієнтом посилення 4 dBi для 2,4 ГГц; дві знімні всеспрямовані антени з коефіцієнтом посилення 6 dBi для 5 ГГц
Корпус	Металевий корпус класу "пленум"
Параметри безпроводового модуля	
Стандарти	IEEE 802.11a/b/g/n
Діапазон частот	802.11b/g/n: до 2,4 ГГц до 2,4835 ГГц 802.11a/n: до 5,15 ГГц до 5,275 ГГц
Швидкість безпроводового з'єднання	IEEE 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбіт/с IEEE 802.11b: 1, 2, 5,5 и 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбіт/с IEEE 802.11n:

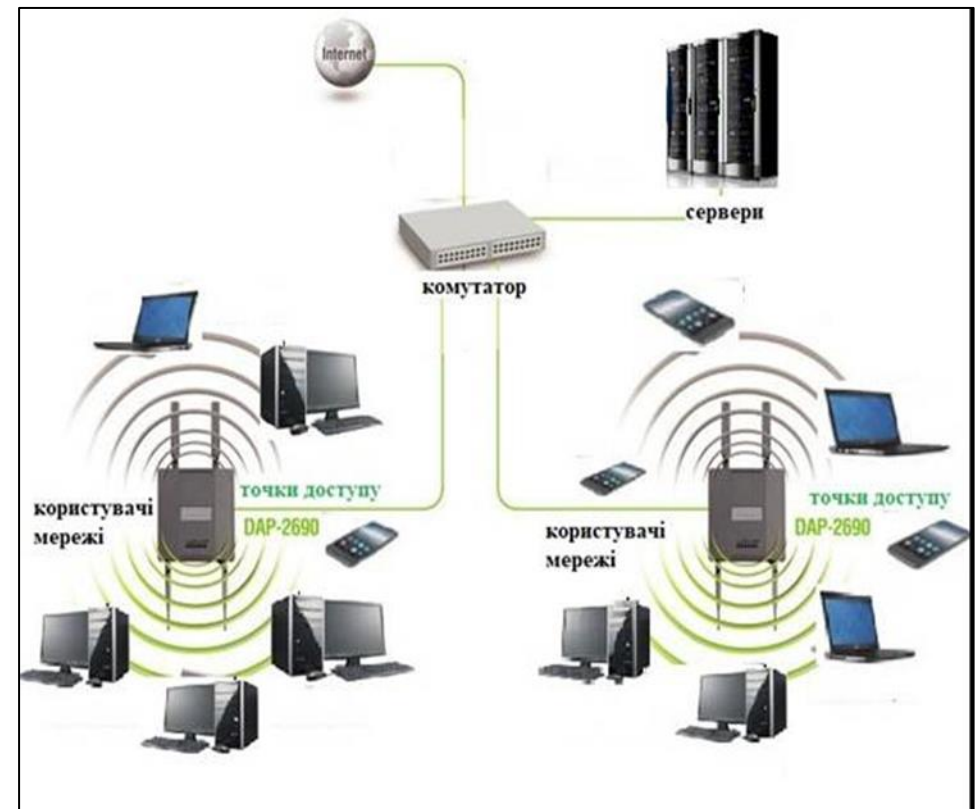


Рисунок 13.1 – Кінцева схема підключення точок доступу DAP-2690

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи автором отримані наступні основні науково-практичні результати:

1. Вибрано і обґрунтовано критерій інформаційної ефективності для безпроводових засобів зв'язку. Розглянуті характеристики безпроводових мереж, що надають їм перевагу над провідними, серед яких найголовнішою є можливість швидкої інсталяції мережі без витрат на провідну структуру

2. Проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ. Отже, виконані розрахунки балансу потужностей, загасання сигналу та зони Френеля.

3. Проведена комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету. Показано, що дальність передавання інформації залежить від потужності передавача Wi-Fi, наявності і характеристик перешкод та типу антени. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, який дозволяє отримати характеристики поширення сигналу (діапазон 2,4 ГГц та 5 ГГц) в приміщеннях закритого типу за допомогою використання спеціального програмного забезпечення D-Link Wi-Fi planner PRO, що дозволило дослідити середовище планування, визначити його характеристики перед розгортанням мережі WLAN Wi-Fi. Завдяки проведеному аудиту вдалося оптимізувати кількість необхідного обладнання в аудиторіях 2-х кафедр та значно знизити витрати на розгортання мережі.

4. Було обрано точку доступу DAP-2690 є ідеальним рішенням, що дозволяє створити безпроводову мережу. Завдяки одночасній роботі в двох діапазонах частот 2,4 ГГц і 5 ГГц, підтримки PoE, кільком режимам роботи і надійним функцій безпеки. DAP-2690 підтримує технологію Multiple SSID, що дозволяє адміністраторам організувати до 8 віртуальних SSID за допомогою однієї ТД. Крім того, DAP-2690 підтримує функцію 802.1Q VLAN Tagging, що дозволяє використовувати віртуальні SSID для сегментації трафіку з метою підвищення продуктивності і безпеки. Таким чином, адміністратори можуть встановити одну точку доступу для організації декількох безпроводових мереж з метою розподілу і ефективного вирішення завдань мережевого управління.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Хмельницький національний університет

Військовий інститут Київського національного університету
ім.Тараса Шевченка

ПВНЗ “Університет економіки і підприємництва”

Вінницький національний технічний університет

Західноукраїнський національний університет

Інтелектуальний потенціал - 2020

збірник наукових праць молодих науковців і студентів

сформовано за матеріалами
Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих науковців і студентів
«Інтелектуальний потенціал – 2020»

9-10 листопада 2020 р.

Частина 1

Хмельницький
2020

ББК 74.480.278

С.88

«Інтелектуальний потенціал – 2020» - збірник наукових праць молодих науковців і студентів / Колектив авторів – Хмельницький: ПВНЗ УЕП, 2020. – Частина 1. – 104 с.

***Відповідальний редактор:** Желавська Н.В.*

***Відповідальний за випуск:** Чешун В.М.*

Редакційна колегія:

Желавський О.Б.

Кльоц Ю.П.

Чешун В.М.

Тимофєєва Л.В.

ЗМІСТ

Білаш О. Ю., Пятін І.С. Модель визначення спектральної густини потужності сигналу на антені	5
Біндер Т. С., Пятін І.С. Модель цифрової системи зв'язку з завадостійким згортковим кодуванням	8
Гадомський А.В., Таранчук А.А. Метод моніторингу мережі WLAN WI-FI	11
Горбань В.В. Таранчук А.А. Високошвидкісна локальна корпоративна мережа з послугою VoIP – телефонії	14
Данілова Л.В., Лавров Є.А., Токар А.С. Оптимізація діалогової людино-машинної взаємодії в комп'ютерних системах	18
Єрмаков М. С., Борисенко О.А. Завадостійкий біноміальний таймер	21
Казімірко А.О., Таранчук А.А. Аналіз механізмів захисту мережевого устаткування від хакерської атаки типу TCP SYN Flood	23
Ковальчук О.Л., Кучерявий Є.І., Таранчук А.А. Модель «розумної» мережі енергопостачання житлового будинку	26
Красильников С.Р. Зміст курсу «Комп'ютерний практикум» у професійній підготовці фахівців спеціальності 015.20 «Професійна освіта. Транспорт»	30
Крикун Є. О., Підченко С.К. Технологія побудови сенсорної мережі IoT з використанням протоколу LoRaWAN	32
Кубатий Н. О., Таранчук А.А. Пропускна здатність мережі голосової IP-телефонії	35
Локашок В.Ю., Медзатий Д.М. Розробка системи відкритого світу в Unreal Engine 4	39
Маниленко М.П., Полікаровських О.І. Обчислювальний метод формування вихідного сигналу синтезатора високих частот	42
Матюк Д.С., Мишко О.Є., Деркач М.В. Вплив температури повітря на точність локалізації мобільного робота	46
Мельник О. Д., Журавська І. М. Використання технології розпізнавання образів для автоматизації обліку показників побутових лічильників енергії	49
Михальський В.М, Полікаровських О.І. Метод нейромережевого керування системою адаптивного радіозв'язку Software Defined Radio ...	53
Ніколайчук І.А., Пятін І.С. Моделювання транспортного каналу з полярними кодами для мобільного зв'язку п'ятого покоління	57

оцінки інформаційного кадру декодованого слова. Після цього в декодер вводиться n_0 нових символів, а введені раніше найстаріші n_0 символів скидаються, і процес повторюється для визначення наступного інформаційного кадру. Таким чином, декодер Вітербі послідовно обробляє кадр за кадром, рухаючись по решітці, яка аналогічна використуваній кодером. У кожен момент часу декодер не знає, в якому вузлі знаходиться кодер, і не намагається його декодувати. Замість цього декодер за прийнятою послідовністю визначає найбільш правдоподібний шлях до кожного вузла і визначає відстань між кожним таким шляхом і прийнятою послідовністю. Ця відстань називається мірою розбіжності шляху. В якості оцінки прийнятої послідовності вибирається сегмент, який має найменшу міру розходження. Шлях з найменшою мірою розбіжності називається вижившим шляхом.

Перелік посилань

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение/ Б. Скляр. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003.– 1104 с.
2. Прокис Д. Цифровая связь / Д. Прокис. Пер. с англ. под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
3. Банкет В. Л. Завадостійке кодування в телекомунікаційних системах: навч. посіб. з вивчення модуля 4 дисципліни ТЕЗ / В.Л. Банкет, П.В. Іващенко, М.О. Іщенко. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 100 с.

Метод моніторингу мережі WLAN WI-FI

Гадомський А.В.

Науковий керівник: к.т.н. доцент Таранчук А.А.

Хмельницький національний університет

Реалізації Wi-Fi дозволяють отримати швидкість передачі даних понад 100 Мбіт/с, при цьому користувачі можуть переміщуватися між точками доступу територією покриття мережі Wi-Fi, використовуючи мобільні пристрої, які оснащені клієнтськими приймально-передавальними (ПП) пристроями Wi-Fi для отримання доступу до мережі Інтернет. Наявність ПП Wi-Fi дозволяє користувачу підключатися до комутаційного шлюзу, а також підтримувати з'єднання декількох кінцевих пристроїв користувача між собою.

В сучасних умовах зростання обсягів трафіку інтернет мереж необхідно забезпечувати користувачів якісним абонентським доступом до мережі Wi-Fi та покращувати і розвивати сферу послуг.

Дальність передавання інформації залежить від потужності передавача Wi-Fi, наявності і характеристик перешкод, типу антени тощо. Ядром

безпроводової мережі Wi-Fi є так звана точка доступу (англ. Access Point), яка підключається до певної наземної мережевої інфраструктури каналів Інтернет-провайдера та забезпечує передачу радіосигналу [1].

Зазвичай, точка доступу складається із приймача, передавача, інтерфейсу для підключення до проводової мережі та містить відповідне програмне забезпечення для її налаштування. Навколо точки доступу формується просторова область радіусом від 50 до 100 метрів, яку називають зоною Wi-Fi (хот-спот) і у межах якої, можна користуватися безпроводовою мережею [1].

Для того, щоб під'єднатися до точки доступу й відчути всі переваги безпроводової мережі, власнику ноутбуку або мобільного пристрою, з адаптером Wi-Fi, необхідно потрапити в радіус її дії. Усі дії з аутентифікації пристрою та налаштування мережі, більшість операційних систем персональних комп'ютерів і мобільних пристроїв виконують автоматично. Автоматичне з'єднання дозволяє комп'ютерам і портативним пристроям зв'язуватися один з одним безпосередньо за існуючим протоколом Wi-Fi без використання маршрутизаторів і точок доступу [2]. Тобто з'єднання встановлюється так само просто, як через Bluetooth. Важливим моментом є те, що для організації прямого з'єднання досить, щоб тільки один з пристроїв відповідав технології Wi-Fi Direct. Іншими словами, до сертифікованої апаратури може бути підключене будь-яке сучасне обладнання з підтримкою Wi-Fi.

При плануванні та подальшому розгортанні мереж WLAN часто використовують спеціальні програми для моніторингу. Вони дозволяють оперативно реагувати на аномальну діяльність в межах локальних мереж Wi-Fi, відслідковувати всі мережеві процеси та автоматизувати частину рутинної діяльності мережевого адміністратора. Одним з таких засобів програмних продуктів для планування та розгортання Wi-Fi мереж всередині приміщень є програмне забезпечення NetSpot Pro [3].

За допомогою програмного забезпечення (ПЗ) NetSpot Pro можна отримати розрахунки зони радіопокриття для подальшої розстановки точок доступу Wi-Fi у лабораторіях кафедри «Телекомунікацій та радіотехніки» (рисунок 1) та провести комплексну візуалізацію покриття безпроводової мережі перед її фактичним розгортанням.

ПЗ NetSpot Pro дозволяє дослідити [3]:

– відношення сигнал / шум за допомогою побудови теплової карти радіопокриття, що дозволить дослідити проблемні зони в приміщенні з низьким рівнем сигналу (рисунок 2). Причинами слабого сигналу можуть бути занадто велика відстань від Wi-Fi шлюза до кінцевого пристрою користувача, або наявність фізичних перешкод в зоні поширення сигналу між шлюзом і пристроєм;

- наявність високого рівня шуму по тепловій карті. Шум може бути викликаний електронними пристроями, безпроводовими телефонами, пристроями мережі Bluetooth та безпроводовими відеокамерами;
- перекриття каналів. Теплова карта перекриття каналів показує відношення сигнал / завада. Цей вид перешкод може викликатися іншими радіопередавачами, такими як безпроводові мережі сусідів інших мереж;
- низьку швидкість Інтернету. При активному скануванні мережі, можна виявити області з повільною швидкістю Інтернет-з'єднань.

SSID	Signal	Freq.	Average	Level	Channel	Width	Mode	Security
ASIA 1	-70	2412	87	2.4	6	20	Open	WPA2 Personal
Free	-73	2412	82	2.4	1	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_001	-75	2412	80	2.4	1	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_002	-77	2412	81	2.4	1	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_003	-80	2412	78	2.4	5	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_004	-81	2412	80	2.4	6	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_005	-81	2412	80	2.4	6	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_006	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_007	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_008	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_009	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_010	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_011	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_012	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_013	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_014	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_015	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_016	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_017	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_018	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_019	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal
Wlan_020	-81	2412	80	2.4	11	20	Open	WPA2 Personal

Рисунок 1- Кількість точок Wi-Fi на 2-му поверху ХНУ, які працюють на частоті 2,4 ГГц



Рисунок 2 - Графік потужності сигналу прийомо-передавачів Wi-Fi

Дальність поширення радіосигналу можна розрахувати, як [1] :

$$L = 20 \log f + N \log d + P(n) - 28, (1)$$

де d - відстань в метрах; f - частота в мегагерцах; N - коефіцієнт втрати потужності сигналу за відстанню; n - кількість перешкод; $P(n)$ - параметр втрати потужності сигналу при проходженні сигналу через перешкоди.

Модель (1) враховує втрати при багаторазовому проходженні сигналу через підлогу та стіни, що дозволяє при розгортанні мережі повторно використовувати частоти на різних поверхах будівлі.

Коефіцієнти втрати потужності N в (1), включають в неявному вигляді поправку на втрати при проходженні сигналу через стіни або через перешкоди, а також на інші механізми, що викликають втрати і виникають в межах одного поверху університету.

Використаний метод моніторингу та аудиту мережі дозволяє спроектувати і оптимізувати безпроводову мережу Wi-Fi ще на етапі її проектування, а також дозволить значно зменшити витрати на обладнання при її розгортанні або розширенні.

Перелік посилань

1. Горбатий І. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи / А. Бондарєв, І. Горбатий // Львів: Львівська політехніка, 2016. – 336 с.
2. Павлиш В. Основи інформаційних технологій і систем. / В. Павлиш, Л. Гліненко, Н. Шаховська// Львів: Львівська політехніка, 2018. – 476 с.
3. Офіційний сайт NetSpotPRO – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.netspotapp.com>

Високошвидкісна локальна корпоративна мережа з послугою

VoIP – телефонії

Горбань В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Таранчук А.А.

Хмельницький національний університет

При виборі топології мережі необхідно знайти компроміс між вартістю мережевого обладнання та його надійністю і продуктивністю, врахувати можливе розширення мережі, необхідність підключення до мережі міні-комп'ютерів або робочих станцій.

Якщо до мережі ставляться високі вимоги щодо продуктивності і надійності, рекомендується використовувати шинну топологію і метод доступу Ethernet [1]. Наявні на ринку мережеві адаптери та комутатори Ethernet забезпечують швидкість передачі від 100 Мбіт/с до 10 Гбіт/с за

Anti-Plagiarism v-15.257


Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 11%

ID: 85179 Название: Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi Добавлено в БД: 2020-12-16 Авторы: Гадомський Андрій Володимирович Руководители: Таранчук Алла Анатоліївна Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	67321	505	1066 (2%)	12 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы



Имя пользователя: кафедра ТМІТ ХНУ ID проверки: 1005472754
 Дата проверки: 17.12.2020 09:25:32 EET Тип проверки: Doc vs Internet
 Дата отчета: 17.12.2020 09:27:45 EET ID пользователя: 100005657

Название файла: Гадомський_платформа)
 Количество страниц: 66 Количество слов: 10051 Количество символов: 72115 Размер файла: 1.86 MB ID файла: 1005762438

96 слов помечены как "исключенные" и не учитываются в подсчете слов

5.69% Совпадения

Наибольшее совпадение: 1.38% с Интернет-источником: <http://e-server.com.ua/ua/poradi/jak-povisti-signal-wi-fi-11-qr>

3.03% Источники из Интернета 83 Страница 1/8

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

0% Цитат

Не найдено ни одной цитаты

Ссылки 1 Страница 1/8

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 11

ВІДЗИВ

на дипломну роботу другого (магістерського) рівня студента групи ТРм-19-1
Гадомського Андрія Володимировича
«Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi»

В роботі розглядаються питання удосконалення методу моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi двох кафедр університету.

Актуальність обраної теми обумовлена широким розповсюдженням безпроводових технологій передачі інформації в умовах обмеженості фізичних ресурсів середовища поширення радіосигналів. Одночасне зростання навантаження на безпроводові комунікації і відсутність глобальних можливостей розширення ресурсів безпроводових каналів зв'язку вимагає підвищення інформаційної ефективності безпроводових систем передачі, тому питання, що розглядаються в даній роботі є актуальні.

В дипломній роботі ставиться та виконується ряд задач, а саме:

- огляд загальних характеристик та показників ефективності безпроводових систем WLAN Wi-Fi - загальні характеристики радіотехнічних систем передачі інформації;
- стандарти IEEE 802.11 та розрахунки умов поширення сигналу, оцінка ефективності безпроводових систем стандарту IEEE 802.11;
- удосконалення методу організації, моніторингу та аудиту безпроводової мережі WLAN Wi-Fi;
- розробка імітаційної моделі оцінки інформаційної ефективності в середовищі D-Link Wi-Fi planner PRO та моніторинг мережі Wi-Fi для 2,4 ГГц і 5 ГГц;
- на основі проведених розрахунків та досліджень зроблено вибір та обґрунтування обладнання мережі WLAN Wi-Fi.

За змістом робота є докладною та містить достатньо посилань на літературу. Викладення матеріалу є послідовним та логічно правильним. Наведені у роботі схеми, припущення та висновки мають достатнє обґрунтування та детальне пояснення. Мова викладення роботи є технічно грамотною, зрозумілою та не перенасиченою спеціальними термінами.

З точки зору оформлення дипломна робота представлена пояснювальною запискою обсягом 71 сторінка, складається з чотирьох основних розділів та висновків. Оформлення пояснювальної записки знаходиться на належному рівні.

Серед позитивних сторін дипломної роботи слід відмітити наступне:

1. Проведені розрахунки умов поширення сигналів в приміщеннях закритого типу. Показано, що загасання сигналу з частотою 2,4 ГГц складає 60 дБ при видаленні від джерела на 10 м. При частоті сигналу Wi-Fi, що дорівнює 5 ГГц, загасання сигналу при видаленні на 10 м складає 66 дБ. Виконані розрахунки балансу потужностей, загасання сигналу та зони Френеля.

2. Проведена комплексна візуалізація безпроводової мережі WLAN Wi-Fi, що відображена на картах покриття аудиторій двох кафедр 2-го поверху Хмельницького національного університету.

3. Удосконалений метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi, який дозволяє отримати характеристики поширення сигналу в приміщеннях закритого типу. Завдяки проведеного аудиту вдалося оптимізувати кількість необхідного обладнання в аудиторіях 2-х кафедр та значно знизити витрати на розгортання мережі.

Серйозних недоліків робота не містить. Присутні незначні неточності, орфографічні та стилістичні помилки, які не впливають на суть роботи.

Вважаю, що дана робота відповідає загальним вимогам щодо дипломних робіт другого (магістерського) рівня, і заслуговує оцінки “добре”, а Гадамський Андрій Володимирович – присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”.

Рецензент:

Зав. каф. АКІТТ

д.т.н., професор



Мартинюк В.В.

Завідувачу кафедри телекомунікацій
медійних та інтелектуальних технологій
д.т.н, доценту Підченко С.К.
здобувача вищої освіти
Гадомського Андрія Володимировича,
ФПКТС, 2 курс, ТРМ-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

16.12.2020

дата



Гадомський А.В.

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій (ТМІТ)
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Метод моніторингу та аудиту мережі WLAN Wi-Fi»

Автор: Гадомський Андрій Володимирович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: Таранчук Алла Анатоліївна

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	Відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягненні. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Збіги (5,69%), що виявленні в роботі не є плагіатом.

Часткові збіги відповідають частовживаним словосполученням та назвам стандартів і протоколів.

Критичних запозичень немає. Дипломна робота допускається до захисту.

17.12.2020 р.

Науковий керівник роботи
к.т.н., доц.



Таранчук А.А.

Зав. каф. ТМІТ
д-р.т.н., доц.



Підченко С.К.