ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Локальна мережа на базі технології Ethernet»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Павло АНТОНЮК
(підпис)

Виконав: здобувач вищої освіти групи КІД-41
Павло АНТОНЮК

Керівник: Юлія БОРОВА
асистент

Рецензент: Ольга ЗІНЧЕНКО
д.т.н., доцент *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Київ 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерна інженерія

Ступінь вищої освіти Бакалавра

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Комп'ютерної інженерії
_____ Наталія ЛАЩЕВСЬКА
«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Антонюку Павлу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Локальна мережа на базі технології Ethernet» керівник кваліфікаційної роботи Юлія БОРОВА, асистент кафедри, затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «24» лютого 2025 р. № 56.
2. Строк подання кваліфікаційної роботи «30» травня 2025 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, локальна мережа, Ethernet, побудова мережі.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
   1. Дротові і бездротові мережі.
   2. Проектування мережі на базі технології ethernet.
   3. Побудова мережі на базі технології ethernet.
5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*
6. Дата видачі завдання «25» лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	25.02-24.03.2025	Виконано
2	Вивчення матеріалів для аналізу технології Ethernet	23.03-05.04.2025	Виконано
3	Дослідження параметрів локальної мережі	06.04-10.04.2025	Виконано
4	Розробка локальної мережі	11.04-20.04.2025	Виконано
5	Постановка експеременту	21.04-30.04.2025	Виконано
6	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	01.05-05.05.2025	Виконано
7	Розробка демонстраційних матеріалів	05.05-10.05.2025	Виконано
8	Попередній захист роботи	26.05-28.05.2025	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Павло АНТОНЮК
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Юлія БОРОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 55с., 28 рис., 2 табл., 20 джерел.

Об`єкт дослідження – процес побудови локальної мережі на базі технології Ethernet.

Предмет дослідження – принципи побудови, функціонування та оптимізації та локальної мережі з використанням технології Ethernet.

Мета роботи – побудова локальної мережі на базі технології Ethernet.

Методи дослідження – включають аналіз та узагальнення літературних джерел з тематик: Ethernet, бездротові мережі, програмне забезпечення для моделювання імітаційних моделей мереж, зони покриття точок доступу для дротових і бездротових мереж.

У роботі розглянуто побудову локальної мережі на базі технології Ethernet. Водночас стрімкий розвиток технології Wi-Fi сприяв її широкому впровадженню, зокрема для організації бездротового доступу в межах локальних мереж. Wi-Fi часто використовується як доповнення до Ethernet, забезпечуючи зручне підключення мобільних пристроїв і реалізацію мережі на підприємствах, у громадських місцях та в домашніх умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР, WI-FI, ТОЧКА ДОСТУПУ, ШВИДКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ.

ABSTRACT

Thesis text for the Bachelor's degree qualification work: 55 pp., 28 figures, 2 table, 1 appendix, 20 sources.

Research Object – the process of building a local network based on Ethernet technology.

Research Subject – the principles of construction, functioning, and optimization of a local network using Ethernet technology.

Research Goal – the construction of a local network based on Ethernet technology.

Research Methods – include the analysis and synthesis of literature sources on the topics of Ethernet, wireless networks, simulation modeling software for networks, and coverage areas of access points for wired and wireless networks.

The study examines the construction of a local network based on Ethernet technology. At the same time, the rapid development of Wi-Fi technology has contributed to its widespread adoption, particularly for organizing wireless access within local networks. Wi-Fi is often used as a complement to Ethernet, providing convenient connectivity for mobile devices and enabling network implementation in enterprises, public spaces, and homes.

KEYWORDS: LOCAL AREA NETWORK (LAN), SWITCH, ROUTER, WI-FI, ACCESS POINT, DATA TRANSFER RATE.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ 9
ВСТУП 11
1 ДРОТОВІ І БЕЗДРОТОВІ МЕРЕЖІ 12
1.1 Дротові мережі Ethernet 12
1.2 Типи топологій мереж 13
1.3 Бездротові мережі стандарту IEEE 802.11 17
2 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET 32
2.1 Організація досліджуваної мережі. 32
2.2 Вибір мережевого обладнання. 35
2.3 Особливості моделювання безпровідних мереж. 39
3 ПОБУДОВА МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET 40
3.1 Імітаційна модель мережі. 40
3.2 Дослідження зони покриття точки доступу бездротової мережі 44
ВИСНОВКИ 52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

AN – Access Network (мережа доступу);

BPSK – Binary Phase Shift Keying (бінарна фазова маніпуляція);

CSMA/CD – Carrier-Sense-Multiply-Access with Collision Detection (метод коллективного доступу розпізнаванням несучої і виявленням колізій);

ISO – International Organization for Standardization (Міжнародна організація по стандартизації);

LAN – Local Area Network (локальна мережа передачі даних);

MAC – Media Access Control - підрівень управління доступом до середовища;

MII – Media independent Interface (незалежний від середовища інтерфейс);

MIMO – Multiple Input Multiple Output (багатоканальний вхід / вихід);

MCS – Modulation and Coding Scheme (індекс модуляції і схеми кодування);

MGC – Media Gateway Controller (контролер шлюзів);

MGCP – Media Gateway Control Protocol (протоколи управління шлюзами);

MPLS – Multi protocol Label Switching (багатопротокольна комутація міток);

OFDM – Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (ортогональное частотне розділення з мультіплексуванням);

OSA – Open Services Access (відкрита сервісна архітектура);

OSI – Open System Interconnection (взаємодія відкритих систем);

POTS – “Plain old telephone Service” (традиційна телефонна мережа);

PSDN – Packet Service Digital Network (мережи пакетної комутації);

SIP – Session Initiation Protocol (протокол ініціювання сеансів);

QoS –Quality of Service (Система забезпечення якості обслуговування);

TCP/IP – Стек транспортного протоколу, орієнтованого на з'єднання і мережевого Інтернет-протоколу;

UDP – User Datagram Protocol (протокол дейтаграм користувача);

VLAN – Virtual Local Area Network (віртуальна локальна комп'ютерна мережа);

Wi-Fi – Wireless Fidelity (бездротова вірність);

WLAN – Wireless Lokal-Area Network (бездротова локальна мережа);

WDS – Wireless Distribution System (розподілена бездротова система);

WWW – World Wide Web (архітектура всесвітньої павутини);

ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій вимагає створення надійних, швидкісних і безпечних мереж для передачі даних. Одним із ключових рішень у цій сфері є локальні обчислювальні мережі (LAN), що забезпечують з’єднання пристроїв у межах певної території, наприклад, офісу, підприємства чи навчального закладу.

Однією з найбільш поширених технологій для побудови локальних мереж є Ethernet – стандарт дротової передачі даних, що забезпечує високу швидкість, низькі затримки та стабільність з’єднання. Ethernet є основою сучасних мережевих рішень завдяки своїй масштабованості, ефективності та підтримці різних швидкостей передачі (від 10 Мбіт/с до 100 Гбіт/с).

Актуальність дослідження зумовлена тим, що Ethernet залишається основною технологією для створення локальних мереж, незважаючи на розвиток бездротових технологій, таких як Wi-Fi. Сучасні локальні мережі поєднують дротові та бездротові сегменти, де Ethernet виконує роль базової інфраструктури, забезпечуючи стабільність і продуктивність мережевого середовища.

Мета роботи – побудова локальної мережі на базі технології Ethernet.

Об'єкт дослідження – процес побудови локальної мережі на базі технології Ethernet.

Предмет дослідження – принципи побудови, функціонування та оптимізації локальної мережі з використанням технології Ethernet.

Методи дослідження включають аналіз та узагальнення літературних джерел з тематик: Ethernet, бездротові мережі, програмне забезпечення для моделювання імітаційних моделей мереж, зони покриття точок доступу для дротових і бездротових мереж.

1 ДРОТОВІ І БЕЗДРОТОВІ МЕРЕЖІ

1.1 Дротові мережі Ethernet

Ethernet – це технологія дротових локальних мереж (LAN), яка забезпечує високошвидкісну передачу даних між пристроями. Вона була розроблена компанією Xerox у 1970-х роках і стандартизована IEEE під номером 802.3. Ethernet підтримує різні швидкості передачі даних: 10 Мбіт/с, 100 Мбіт/с (Fast Ethernet), 1 Гбіт/с (Gigabit Ethernet), 10 Гбіт/с і більше.

Ethernet-мережа складається з таких ключових компонентів:

1 Мережеві адаптери (NIC, Network Interface Card) – встановлюються у пристрої для підключення до мережі.

2 Комутатори (Switches) – використовуються для об’єднання пристроїв у мережі та керування трафіком.

3 Маршрутизатори (Routers) – з’єднують локальну мережу з іншими мережами, наприклад, Інтернетом.

4 Мережеві кабелі (Twisted Pair, Optical Fiber) – середовище передачі даних. Найпоширеніші – кручена пара (Cat5e, Cat6, Cat7) та оптоволоконні кабелі.

Ethernet використовує кадри (frames) для передачі даних між пристроями. Кожен кадр містить: MAC-адресу відправника та отримувача, поле даних (payload), контрольну суму для перевірки помилок.

Передача даних здійснюється за принципом CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) у традиційних мережах або повнодуплексного обміну у сучасних комутаторах.

1 Висока швидкість – підтримує до 100 Гбіт/с у сучасних мережах.

2 Низькі затримки – важливо для онлайн-додатків і VoIP.

3 Стабільність – менш схильний до перешкод, ніж Wi-Fi.

4 Безпека – складніше перехопити трафік, оскільки передача здійснюється через фізичне з’єднання.

У сучасних локальних мережах Ethernet використовується разом із Wi-Fi. Гібридна інфраструктура дозволяє отримати стабільність Ethernet для критичних пристроїв (сервери, ПК) та гнучкість Wi-Fi для мобільних користувачів (ноутбуки, смартфони, IoT).

1.2 Типи топологій мереж

Під топологією (компонуванням, конфігурацією, структурою) комп’ютерної мережі звичайно розуміється фізичне розташування комп’ютерів мережі друг щодо друга й спосіб з’єднання їхніми лініями зв’язку. Важливо відзначити, що поняття топології ставиться, насамперед, до локальних мереж, у яких структуру зв’язків можна легко простежити. У глобальних мережах структура зв’язків звичайно схована від користувачів не занадто важлива, тому що кожний сеанс зв’язку може виконуватися по своєму власному шляху.

Топологія визначає вимоги до устаткування, тип використовуваного кабелю, можливі й найбільш зручні методи керування обміном, надійність роботи, можливості розширення мережі.

Існує три основних топології мережі:

1. «Шина» — топологія комп'ютерної мережі, яку часто називають також «лінійною шиною» (linear bus). У ній використовується один кабель, що іменується магістраллю або сегментом, до якого підключені всі комп'ютери мережі. Дана топологія є найбільш простою і поширеною реалізацією мережі.

Топологія шина самою своєю структурою припускає ідентичність мережного устаткування комп'ютерів, а також рівноправність всіх абонентів по доступу до мережі. Комп'ютери в шині можуть передавати інформацію тільки по черзі, тому що лінія зв'язку в цьому випадку єдина. Якщо кілька комп'ютерів будуть передавати інформацію одночасно, вона спотвориться в

результаті накладення (конфлікту, колізії). У шині завжди реалізується режим так називаного напівдуплексного (half duplex) обміну (в обох напрямках, але по черзі, а не одночасно).

У топології шина відсутній явно виражений центральний абонент, через який передається вся інформація, це збільшує її надійність (адже при відмові центра перестає функціонувати вся керована їм система). Додавання нових абонентів у шину досить просто й зазвичай можливо навіть під час роботи мережі. У більшості випадків при використанні шини потрібна мінімальна кількість сполучного кабелю в порівнянні з іншими топологіями.

У мережі з топологією «шина» комп'ютери адресують дані конкретному комп'ютеру, передаючи їх по кабелю у вигляді електричних сигналів.

Дані у вигляді електричних сигналів передаються всім комп'ютерам мережі; проте інформацію приймає тільки той комп'ютер, чия адреса відповідає адресі одержувача, зашифрованій в цих сигналах. Причому в кожен момент часу вести передачу може тільки один комп'ютер.

Оскільки дані в мережу передаються лише одним комп'ютером одномоментно, її продуктивність залежить від кількості комп'ютерів, підключених до шини. Чим більше комп'ютерів, тим більше їх число чекає передачі, і тим повільніша мережа. Проте вивести пряму залежність між пропускною спроможністю мережі і кількістю комп'ютерів в ній не можна, оскільки, окрім числа комп'ютерів, на швидкодію мережі впливає безліч інших чинників.

Шина — пасивна топологія. Це означає, що комп'ютери тільки «прослуховують» дані що передаються по мережі, але не переміщають їх від відправника до одержувача. Тому, якщо який-небудь комп'ютер вийде з ладу, то це не позначиться на роботі мережі. У активних топологіях комп'ютери регенерують сигнали і передають їх далі по мережі.

Електричні сигнали розповсюджуються від одного кінця кабелю до іншого. Якщо не вживати ніякого спеціального заходу, сигнал, досягаючи кінця кабелю, віддзеркалиться і створюватиме перешкоди, не дозволяючи

комп'ютерам здійснювати передачу. Тому на кінцях кабелю електричні сигнали необхідно гасити.

Для того, щоб запобігти віддзеркаленню електричних сигналів, на кожному кінці кабелю встановлюють термінатори (terminators), що поглинають ці сигнали. Будь-який кінець мережевого кабелю повинен бути до чого-небудь підключений: до комп'ютера або до баррел-конектора (його використовують для збільшення довжини кабелю). До будь-якого вільного, тобто ні до чого не підключеного, кінцю кабелю потрібно під'єднувати термінатор.

Порушення цілісності мережевого кабелю відбувається при його розриві або від'єднанні одного з його кінців. Можлива також ситуація, коли на одному або декількох кінцях кабелю відсутні термінатори, що приводить до віддзеркалення електричних сигналів і, як наслідок, до «падіння» мережі. Комп'ютери залишаються повністю працездатними, але до тих пір, поки сегмент розірваний, вони не можуть взаємодіяти один з одним.

2. Топологія «Кільце» – це топологія, у якій кожний комп’ютер з’єднаний лініями зв’язку тільки із двома іншими: від одного він тільки одержує інформацію, а іншому тільки передає.

Цей вид організації локальної мережі влаштований так, що кожний комп’ютер в ньому з’єднаний з наступним, поки ланцюг не замкнеться, утворивши кільце. Сигнал у такій мережі проходить в одну сторону, від одного комп’ютера до іншого, поки не досягне адресата. Для визначення робочої станції, яка передає інформацію в даний момент, використовується маркер. Комп’ютери передають його по черзі до тих пір, поки він не потрапить до ПК, що бажає відправити дані. Тоді він відправляє інформацію пакетами, один за іншим, не чекаючи підтвердження про доставку. Робоча станція, яка отримує дані, в свою чергу, відправляє звіт про отримання пакета. Після отримання підтвердження про доставку комп’ютер відправляє маркер далі по колу, щоб хтось інший зміг ним скористатися. Таким нехитрим чином організована топологія мережі “кільце”. У такої конструкції є як переваги, так і недоліки.

Іноді топологія «кільце» виконується на основі двох кільцевих ліній зв’язку, що передають інформацію в протилежних напрямках. Мета подібного рішення – збільшення (в ідеалі удвічі) швидкості передачі інформації. До того ж при ушкодженні одного з кабелів мережа може працювати з іншим кабелем (правда, гранична швидкість зменшиться).

3. Топологія «Зірка» - це топологія з явно виділеним центром, до якого підключаються всі інші абоненти. Весь обмін інформацією йде винятково через центральний комп’ютер, на який у такий спосіб лягає дуже більше навантаження, тому нічим іншим, крім мережі, воно займатися не може. Зрозуміло, що мережне устаткування центрального абонента повинне бути істотно більше складним, чим устаткування периферійних абонентів. Про рівноправність абонентів у цьому випадку говорити не доводиться. Як правило, саме центральний комп’ютер є самим потужним, і саме на нього покладають всі функції по керуванню обміном. Ніякі конфлікти в мережі з топологією «зірка» у принципі неможливі, тому що керування повністю централізоване, конфліктувати нема чому.

Якщо говорити про стійкість зірки до відмов комп’ютерів, то вихід з ладу периферійного комп’ютера ніяк не відбивається на функціонуванні частини мережі, що залишилася, зате будь-яка відмова центрального комп’ютера робить мережу повністю непрацездатною. Тому повинні прийматися спеціальні заходи щодо підвищення надійності центрального комп’ютера і його мережної апаратури. Обрив будь-якого кабелю або коротке замикання в ньому при топології «зірка» порушує обмін тільки з одним комп’ютером, а всі інші комп’ютери можуть нормально продовжувати роботу.

На відміну від шини, у зірці на кожній лінії зв’язку перебувають тільки два абоненти: центральний і один з периферійних. Найчастіше для їхнього з’єднання використовується дві лінії зв’язку, кожна з яких передає інформацію тільки в одному напрямку. Таким чином, на кожній лінії зв’язку є тільки один приймач і один передавач. Все це істотно спрощує мережне встаткування в порівнянні із шиною й рятує від необхідності застосування додаткових

зовнішніх термінаторів. Проблема загасання сигналів у лінії зв'язку також вирішується в «зірці» простіше, ніж в «шині», адже кожний приймач завжди одержує сигнал одного рівня. Серйозний недолік топології «зірка» складається у жорсткому обмеженні кількості абонентів. Звичайно центральний абонент може обслуговувати не більше 8-16 периферійних абонентів. Якщо в цих межах підключення нових абонентів досить просто, то при їхньому перевищенні воно просто неможливо. Правда, іноді в зірці передбачається можливість нарощування, тобто підключення замість одного з периферійних абонентів ще одного центрального абонента (у результаті виходить топологія з декількох з'єднаних між собою зірок).

1.3 Бездротові мережі стандарту IEEE 802.11

Для всіх чергових специфікацій (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac) є базовим стандарт IEEE802.11 . Wi-Fi (Wireless Fidelity) є комерційною назвою бездротових мереж. Вони є найпоширенішими у світі стандартами бездротових комп'ютерних мереж, що використовуються в більшості домашніх та офісних мереж, щоб ноутбуки, принтери, смартфони та інші пристрої могли спілкуватися між собою та отримувати доступ до Інтернету без підключення проводів [2,9,12].

Різні стандарти сімейства Wi-Fi визначають фізичний рівень (PHY) і підрівень управління доступом до середовища (каналу) MAC (Medium Access Control). Верхні рівні збігаються за своєю структурою як для дротових локальних мереж, так і для бездротових. Фізичний рівень визначає спосіб роботи з середовищем передачі, швидкість і методи модуляції. Підрівень MAC відповідає за розподіл каналу, тобто за те, яка станція буде передавати інформацію наступної. На MAC-рівні визначено принцип, за яким пристрої використовують загальний канал, механізм аутентифікації користувача, механізм шифрування даних. Так як стандарт 802.11 розроблявся як «бездротовий Ethernet», він передбачає пакетну передачу з 48-бітовими

адресами пакетів, як і будь-яка мережа Ethernet. Комітет IEEE 802 забезпечив сумісність усіх своїх стандартів. Бездротові мережі 802.11 легко сполучаються з провідними мережами Ethernet [7.12].

З початку розвитку IEEE802.11 так склалося, що частина стандартів працює на фізичному рівні, частина - на рівні середовища передачі даних, а решта - на більш високих рівнях моделі взаємодії відкритих систем ISO / OSI. Існує наступний розподіл на групи [3,7,12]:

- стандарти групи IEEE 802.11a/b/g/n/ac описують роботу мережевого обладнання (фізичний рівень);
- стандарти групи IEEE 802.11d/e/i/j/h/r описують параметри середовища, частоти радіоканалу, засоби безпеки, способи передачі мультимедійних даних і т. д .;
- стандарти групи IEEE 802.11f /c описують принцип взаємодію між собою точок доступу, роботу радіо мостів і т. п.

Стандарт 802.11 розроблений і орієнтований на обладнання, що працюють на частоті 2400-2483,5 МГц. При цьому радіус стільника досягає 300 м, не обмежуючи при цьому топологію мережі[7,12].

IEEE 802.11a - стандарт бездротової мережі, який працює в радіо діапазоні частот 2,4 і 5 Ghz. За специфікацією стандарту використовується метод OFDM, через що досягається максимальна швидкість передачі даних 54 Мбіт/с. Специфікаціями передбачені й інші швидкості передачі [4]:

- обов’язкові - 6, 12 и 24 Мбіт/с;
- необов’язкові - 9, 18, 36, 48 и 54 Мбіт/с.

Переваги цього стандарту:

- висока швидкість передачі даних;
- можливість паралельної передачі даних;
- можливість побудови мереж з великою кількістю користувачів.

Недоліками є:

- велика споживана потужність радіопередавачів;
- не великий радіус мережі при роботі на частоті 5 Ghz (100 м);

- більш висока вартість обладнання в порівнянні з обладнанням інших стандартів;
- потрібна наявність спеціального дозволу на використання діапазону 5 Ghz.

Для досягнення максимальних швидкостей передачі даних, у стандарті IEEE 802.11a використовується технологія квадратурної амплітудної модуляції QAM [4].

Стандарт IEEE 802.11b. Робота над стандартом IEEE 802.11b (інша назва - IEEE 802.11 High rate) розроблено в 1999 році, поява поняття Wi-Fi (Wireless Fidelity) пов'язане саме з ним. Його робота заснована на методі прямого розширення спектра (DSSS) з використанням 8-розрядних послідовностей Уолша. За допомогою послідовності додаткових кодів (ССК) кодується кожен біт даних. За рахунок чого досягаються швидкості передачі даних 11 Мбіт / с. Стандарт IEEE 802.11b працює з частотою 2,4 ГГц, використовуючи при цьому не більше трьох каналів, що не перекриваються. Радіус дії мережі становить не більше 300 м. При погіршанні якості сигналу, збільшенні віддаленості від точки доступу або перешкодах швидкість передачі даних може зменшуватися до 1мб/с, що є особливістю цього стандарту. Ще однією особливістю стандарту, що при виявленні збільшення якості сигналу мережеве обладнання автоматично підвищує швидкість передачі до максимального рівня. Цей механізм роботи називається динамічним зсувом швидкості[4,12].

Стандарт IEEE 802.11d визначає параметри фізичних каналів і мережевого устаткування. За цим стандартом описується дозволена потужність випромінювання передавачів в межах діапазонів частот, які допущені для використання законодавчими органами. Стандарт дуже важливий, оскільки він регулює роботу радіохвиль мережевого устаткування, для зменшення перешкод роботи інших пристроїв, які працюють в тому ж самому діапазоні частот або близько лежачим до нього діапазонам частот [9,12].

Стандарт IEEE 802.11e. Стандарт IEEE 802.11e був спеціально розроблений з метою передачі потокового відео або аудіо з гарантованими якістю і доставкою. Він визначає важливість і формати даних і надає надає їм необхідний пріоритет [12].

Стандарт IEEE 802.11f забезпечує аутентифікацію мережевого обладнання (робочої станції). Якщо комп'ютер користувача переміщається від однієї точки доступу до іншої, тобто між сегментами мережі. При цьому вступає в дію протокол обміну службовою інформацією (Inter-Access Point Protocol, IAPP), який необхідний для передачі цієї інформації між точками доступу. При цьому досягається ефективна організація роботи розподілених бездротових мереж [12].

Стандарт IEEE 802.11g. Стандарт IEEE 802.11g використовує діапазон 2,4 ГГц. Стандарт наказує обов'язкові і не обов’язкові швидкості передачі даних :

- обов’язкові – 1, 2, 5,5, 6,11, 12 та 24 Мбіт/с;
- не обов’язкові - 33, 36, 48 та 54 Мбіт/с.

Для досягнення таких показників використовують кодування за допомогою послідовності додаткових кодів (CCK), метод ортогонального частотного мультиплексування (OFDM), метод гібридного кодування (CCK-OFDM) і метод двійкового пакетного згорткового кодування (PBCC). Слід зазначити, що одна і та ж швидкість передачі може бути досягнута різними методами, але при цьому обов'язкові швидкості передачі даних досягаються тільки за допомогою методів CCK і OFDM, а не обов’язкові швидкості - за допомогою методів CCK-OFDM і PBCC. Перевагою обладнання стандарту IEEE 802.11g є його сумісність з обладнанням IEEE 802.11b, тобто ви зможете легко використовувати свій комп'ютер з мережевою картою стандарту IEEE 802.11 з точкою доступу стандарту IEEE 802.11g, і навпаки. Крім того, споживана потужність обладнання цього стандарту набагато нижче, ніж аналогічне обладнання стандарту IEEE 802.11a. Як і у випадку зі стандартом

IEEE 802.11b+, існує аналогічний стандарт 802.11g+, який дозволяє працювати зі швидкістю 108 Мбіт /с [3,12].

Стандарт IEEE 802.11h забезпечує ефективного управління потужністю випромінювання передавача, вибір несучої частоти передачі і генерацію потрібних звітів. Він вносить деякі нові алгоритми в MAC-рівень, а також фізичний рівень стандарту IEEE 802.11a. В першу чергу це пов'язано з тим, що в деяких країнах діапазон 5 Ghz використовують для трансляції супутникового телебачення, радарного спостереження за об'єктами і т. п., що може вносити перешкоди в роботу передавачів бездротової мережі. Сенс роботи алгоритмів стандарту IEEE 802.11h полягає в тому, що комп'ютери бездротової мережі (або передавачі) при виявленні відпрацьовано дені сигналів (інтерференції сигналу) можуть динамічно переходити на інший діапазон, знижувати або підвищувати потужність передавачів. Це дозволяє ефективніше організувати роботу вуличних і офісних радіомереж [12].

Стандарт IEEE 802.11i забезпечує підвищення безпеки при роботі бездротової мережі [12]. В стандарті використовуються різні алгоритми шифрування і аутентифікації, функції захисту при обміні інформацією, функції генерування ключів :

- AES (Advanced Encryption Standard) - алгоритм шифрування, який по дозволяє працювати з ключами шифрування довжиною 128, 192 і 256 біт;
- RADIUS (Remote Access Dial-In User Service) - система аутентифікації з можливістю генерування ключів для кожної сесії і управління ними, що включає в себе алгоритми перевірки автентичності пакетів і т. д .;
- TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) - алгоритм шифрування даних;
- WRAP (Wireless Robust Authenticated Protocol) - алгоритм шифрування даних;
- CCMP (Counter with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol) - алгоритм шифрування даних.

Стандарт IEEE 802.11j розроблений спеціально для використання бездротових мереж, які би задовольняли законодавчі норми Японії. Передбачає використання додаткового діапазону радіочастот 4,9-5 Ghz. Специфікація розширює стандарт 802.11a додатковим каналом 4,9 Ghz. Даний стандарт розширює діапазон роботи пристроїв стандарту IEEE 802.11a [12].

Стандарт IEEE 802.11n є найпоширенішим з усіх стандартів на сьогоднішній день, що стосуються бездротових мереж. Його відносять до генерації Wi-Fi 4. За допомогою нього є можливим підвищення продуктивності Wi-Fi-мереж, що дозволяє в середньому збільшити пропускну здатність мережі в 5 разі, а даність зв'язку в 2 рази. Більшість виробників Wi-Fi-обладнання надали перші рішення для підприємств, засновані на тестових версіях 802.11n, ще в 2008 р [4,5].

На ввідміну від стандарту 802.11g пристрої стандарту 802.11n включають в себе велику кількість удосконалень. Пристрої 802.11n можуть працювати на діапазонах частот 2,4 або 5 Ghz. Реалізована вдосконалена обробка сигналу і модуляції, додана можливість одночасної передачі сигналу через чотири антени на фізичному рівні (PHY) [7].

Один із найсучасніших стандартів для бездротових локальних мереж 802.11ac може забезпечити передачу даних на швидкості понад 1 Гбіт/сек. Для розуміння, в чому перевага 802.11ac, потрібно звернути увагу на його ключові переваги над технологією Wi-Fi попереднього покоління [6].

У стандартах для бездротових мереж IEEE 802.11ac/ad перенаселений діапазон 2,4 ГГц просто ігнорується. Стандарт 802.11ad використовує частотний діапазон 60 Ghz, що робить його придатним головним чином для організації коротких з'єднань з високою пропускною здатністю, наприклад для з'єднань між окремими стійками в великих ЦОД. Технологія дозволить доповнити функціонал традиційних стоєчних комутаторів (Top of Rack). Через використання високої частоти, витікає проблема малого радіусу дії(декілька метрів). Стандарт 802.11ad створений не для охоплення великих площ [6].

Для створення традиційних бездротових мереж з використанням мобільних пристроїв більш цікавим варіантом є стандарт 802.11ac, який відносять до генерації Wi-Fi 5 [8]. Стандарт передбачає використання частотного діапазону 5 Ghz, а не 2,4 Ghz, який є дуже завантажений пристроями Bluetooth, радіо нянями, і іншими службами. В середньостроковій перспективі можна очікувати формування більш однорідної структури клієнтських пристроїв для бездротових мереж.

У стандарті 802.11n передбачено використання діапазону частот 2,4 Ghz, або діапазону частот 5 Ghz, при цьому слід звернути увагу , що діапазон частот 2,4 Ghz є переповненим. Діапазон 2,4 Ghz працездатний, але ненадійний, тому при збільшення потрібності каналу для передачі данних тим вище вимоги до його надійності. Можливості діапазону частот 2,4 Ghz є практично повністю вичерпаними, в рамках технологій нинішнього покоління. Проблему можна вирішити примусово організувавши підвищену пропускну здатність за допомогою тактики "поганого сусіда", об'єднуючи канали, але це призведе до негативного впливу на всі інші бездротові пристрої. Діапазон частот 5 Ghz може частково вирішити проблему переповнення, але кількість пристроїв з часом збільшиться і Інститут інженерів з електротехніки та електроніки IEEE вибрав новий діпазон частот 6 Ghz для використання в стандарті зв'язку нового покоління 802.11ax [8,20].

IEEE 802.11ax, який Wi-Fi Alliance продає як Wi-Fi 6, є стандартом специфікації Wi-Fi і наступником Wi-Fi 6. Він призначений для роботи в смугах, звільнених від ліцензії, між 1 і 6 Ghz, коли вони стають доступними для використання у стандарті 802.11. Усі пристрої Wi-Fi 6 працюють у раніше виділених діапазонах 2,4 та 5 Ghz. Розширене позначення Wi-Fi 6 призначене для продуктів, які також підтримують стандарт вище 6 Ghz [8,20].

Пристрої, представлені на виставці CES 2018, вимагають сумарних 11 Гбіт / с теоретичних швидкостей передачі даних. Для щільних розгортань швидкість пропускної здатності в 4 рази перевищує швидкість IEEE 802.11ac,

хоча номінальна швидкість передачі даних є щонайбільше на 37% швидшою. Затримка також знижується на 75%. [20]

Для поліпшення ефективного використання спектру, нова версія вводить кращі методи управління потужністю, щоб уникнути перешкод у сусідніх мережах, ортогональний множинний доступ з розподілом частоти (OFDMA), 1024-QAM вищого порядку та напрямок висхідної лінії зв'язку, додані за допомогою нижньої лінії зв'язку. MIMO та MU-MIMO для подальшого збільшення пропускної здатності, а також покращення надійності енергоспоживання та протоколів безпеки, таких як Target Wake Time та WPA3 [20].

Концепція 802.11n. Стандарт IEEE 802.11n для бездротових локальних обчислювальних мереж (БЛОС) був прийнятий у вересні 2009 р. Його відносять до генерації Wi-Fi 4. За допомогою нього є можливим підвищення продуктивності Wi-Fi-мереж, що дозволяє в середньому збільшити пропускну здатність мережі в 5 разі, а даність зв’язку в 2 рази. Більшість виробників Wi-Fi-обладнання надали перші рішення для підприємств, засновані на тестових версіях 802.11n, ще в 2008 р. [4,10].

Пристрої стандарту 802.11n включають в себе безліч удосконалень у порівнянні з пристроями стандарту 802.11g. Пристрої 802.11n можуть працювати в одному з двох частотних діапазонів 2.4 або 5.0 Ghz.

Реалізована вдосконалена обробка сигналу і модуляції, додана можливість одночасної передачі сигналу через чотири антени на фізичному рівні (PHY) [4, 5].

В стандарті IEEE 802.11n використовується схема модуляції OFDM - завдяки їй швидкість передачі даних по одному просторовому потоку може досягати 65 Мбіт/с. Всього таких потоків може бути від одного до чотирьох [5].

Реалізовано більш ефективне використання доступної пропускної здатності на канальному підрівні управління доступом до середовища (MAC).

Згадані вдосконалення дозволяють збільшити максимальну теоретичну швидкість передачі даних до 600 Мбіт/с, що є збільшенням більше ніж в 10 разів, у порівнянні з 54 Мбіт/с стандарту 802.11a/g.

У реальності, продуктивність бездротової локальної мережі залежить від численних факторів, таких як середовище передачі даних, частота радіохвиль, розміщення пристроїв і їх конфігурація. Слід звернути увагу на те, які саме удосконалення були реалізовані в стандарті IEEE 802.11, при використанні пристроїв з підтримкою цього стандарту, який саме вплив вони мають, а також як вони поєднуються і співіснують з мережами застарілих стандартів 802.11a/b /g бездротових мереж. Важливо мати на увазі, які саме особливості стандарту 802.11n реалізовані в бездротових пристроях.

Технологія MIMO, рис. 1.2.Однією з головних особливостей стандарту 802.11n є можливість використання технології MIMO (Multiple-Input Multiple-Output, Багатоканальний вхід/вихід). При використанні технології MIMO реалізована можливість одночасного прийому/передачі декількох потоків передачі даних за допомогою декількох антен, замість однієї [4, 5,10].

Стандарт 802.11n визначає різні антенні конфігурації "MxN", від "1x1" до "4x4" (на сьогоднішній день найбільшого поширення здобули конфігурації "3x3" або "2x3"). Число (M) визначає кількість антен передавачів (T), а число (N) визначає кількість антен приймачів (R). Наприклад, точка доступу з трьома передавальними і трьома приймальними антенами є "3x3" (або 3T3R) MIMO-пристроєм [5,10].

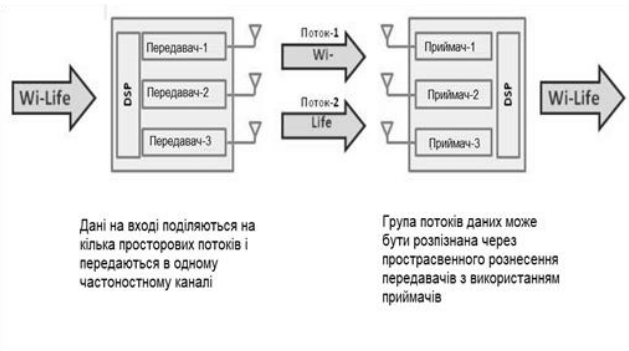


Рисунок 1.1 – Принцип MIMO

Чим більше пристрій 802.11n використовує антен для одночасної роботи передачі/прийому, тим буде вище максимальна швидкість передачі даних. Само собою використання декількох антен не збільшує швидкість передачі даних або розширення діапазону. Головним в пристроях стандарту 802.11n є реалізація вдосконаленого методу обробки сигналу, який і визначає алгоритм роботи MIMO-пристрою при використанні декількох антен [5,10].

Швидкості до 600 Мбіт/с дозволяє досягти конфігурація "4x4" при використанні модуляції 64-QAM, швидкості до 450 Мбіт / с дозволяє досягти конфігурація "3x3" при використанні модуляції 64-QAM забезпечує, в той час як швидкості до 300 Мбіт / дозволяють досягти конфігурації "2x3" і "1x2" [5,10].

Ширина смуги пропускання каналу 40 MHz, рис. 1.2. Ще однією додатковою особливістю стандарту 802.11n є збільшення ширини каналу з 20 до 40 MHz [5.7].

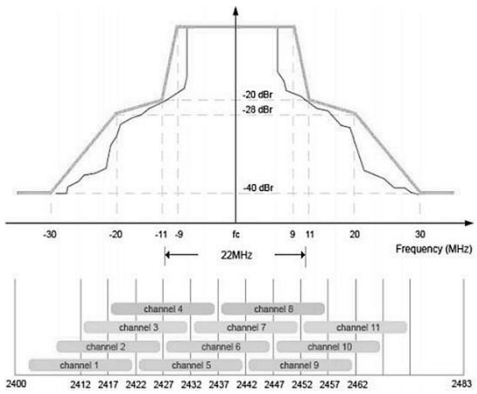


Рисунок 1.2 – Використання каналів Wi-Fi

Пристрої стандарту 802.11n мають можливість використовувати ширину каналу 20 або 40 MHz в будь-якому частотному діапазоні 2,4 або 5 Ghz. При використанні ширини каналу 40 Mhz зазвичай має місце подвійне збільшення пропускної здатності в порівнянні з шириною каналу 20 Mhz [5,11].

У смузі частот 5 Ghz існує 19 непересічних каналів, які більше придатні для застосування в пристроях стандарту 802.11n, що дозволяє забезпеч максимально можливу швидкість передачі даних. Сигнали розподіляються без взаємного перекриття каналів при використанні смуги шириною 40 Mhz [5,11].

Слід мати на увазі, що при використанні смуги 40 Mhz точками доступу 802.11n, їх роботі можуть заважати існуючі 802.11b / g пристрої, що може призвести до зниження продуктивності всього сегмента мережі [5,10].

Режими роботи 802.11n. Існують такі режими роботи точок доступу на базі стандарту 802.11n: HT, Non-HT і HT Mixed [5,10].

HT (High Throughput) – це режим з високою пропускною здатністю.

Зазвичай точки доступу використовують режим HT, коли в діючий бездротовій мережі відсутні клієнти 802.11b/g, що використовують ту ж саму смугу частот. В цьому режимі пристарої 802.11b/g не зможуть спілкуватися з точкою доступу 802.11n. В цьому режимі дозволені до під'єднання тільки клієнти 802.11n, що дозволить використовувати переваги набагато більшої швидкості передачі збільшеною дальністю передачі даних, сертифікованими стандартом 802.11n [5.10].

Non-HT – це режим з невисокою пропускною здатністю. Точка доступу 802.11n з використанням режиму Non-HT, відправляє всі кадри в застарілому форматі 802.11b/g, що забезпечує можливість з'єднання з застарілими станціями. В цьому режимі точка доступу повинна використовувати ширину каналів 20 Mhz, при цьому не будуть використовуватися переваги стандарту 802.11n. Для забезпечення максимальної зворотної сумісності всі пристрої будуть повинні підтримувати цей режим. Слід звернути увагу, що точка доступу 802.11n при використанні режиму Non-HT не зможе забезпечити високу продуктивність. При використанні цього режиму передача даних здійснюється зі швидкістю, що підтримується самим повільним пристроєм [5,10].

HT Mixed – це змішаний режим для забезпечення обраної сумісності з застарілим обладнанням. Цей режимі дозволяє використати удосконалення

стандарту 802.11n, які можуть бути використані одночасно з існуючими станціями 802.11b/g. Режим HT Mixed забезпечить сумісність пристроїв, але пристрої 802.11n отримають зменшення пропускної здатності тільки на час роботи прийому-передачі даних застарілих пристроїв 802.11b/g. [5,10]

Таким чином, при практичному застосуванні поліпшень стандарту 802.11n, максимальне досягнення переваг може бути тільки у випадку, що клієнти 802.11b/g. Відсутні та бездротова мережа працює в HT режимі.

Індекс модуляції і схеми кодування (MCS). Стандарт 802.11n передбачає, що точкам доступу і станціям необхідно вести узгодження просторових потоків (Spatial Streams) і ширини каналу. Кількість просторових потоків залежить від кількості антен. Швидкість 600 Мбіт/с, що є максимально теоретично можливою пропускною здатністю при використанні стандарту 802.11, досяжна лише при використанні схемі з'єднання при конфігурації "4x4" або 4T4R [5].

За стандартом 802.11n індекс модуляції і схеми кодування MCS (Modulation and Coding Scheme), являє собою просте ціле число, що привласнюється кожному варіанту модуляції (до 77 варіантів). Кожен варіант визначає тип модуляції радіочастоти (Type), швидкість кодування (Coding Rate), захисний інтервал (Short Guard Interval) і значення швидкості передачі даних. Всі ці фактори визначають реальну фізичну (PHY) або канальну швидкість передачі даних від 6,5 Мбіт/с до 600 Мбіт/с [5].

То як дані будуть передаватися в радіоефір визначають тип модуляції і швидкість кодування. Наприклад, модуляція BPSK (Binary Phase Shift Keying), яка включена в початковий стандарт 802.11, а в той же самий час QAM (Quadrature Amplitude Modulation), яку додали в 802.11a. Нові методи модуляції (64-QAM) і кодування, показують більшу ефективність і підтримують набагато більші швидкості передачі даних, але застарілі методи і швидкості все ще підтримуються для сумісності [4,5,7].

Короткий захисний інтервал SGI (Short Guard Interval) являє собою інтервал часу між переданими символами (найменша одиниця даних,

переданих за один раз). Інтервал допомагає при прийомі даних уникнути затримки через міжсимвольних перешкод Inter-Symbol Interference (ISI) і подолати ефекту багатопроменевості. Для стандарту 802.11b/g захисний інтервал 800 нс, а для стандарту 802.11n інтервал складає всього 400 нс. Більш короткі інтервали призводять до більшого втручання і зниження пропускної здатності, в той час як великі інтервали можуть привести до небажаних простоїв в бездротовому середовищі. Використання короткого захисного інтервалу (SGI) може збільшити швидкість передачі даних до 11% [4,5,7].

Значення MCS від 0 до 31 визначають тип модуляції і схеми кодування, які використовуються для всіх потоків. Значення MCS від 32 до 77 описують змішані комбінації, які можуть бути використані для модуляцій від 2 до 4 просторових потоків [4,5,7].

За стандартом 802.11n точки доступу бездротових мереж повинні підтримувати значення MCS від 0 до 15, в той час як клієнти-станції повинні підтримувати значення MCS від 0 до 7. Всі інші значення MCS, в тому числі пов'язані з каналами шириною 40 МГц, коротким захисним інтервалом (SGI) , є не обов’язковими тобто опціонними. Визначення значення MCS і SGI для всіх пристроїв мережі, являє собою відмінний спосіб для визначення набору швидкостей передачі даних, які можуть бути використані бездротовою мережею [4,7].

Захисний інтервал. Моделювання даних здійснюється поверх несучого сигналу в послідовності бітів. В умовах багатопроменевого поширення символ може прибути на приймач до завершення прийому попереднього символу (межсимвольна інтерференція), що призводить до руйнування даних. Затримка поширення зазвичай становить 50-100 нс (максимум близько 200 нс). Для боротьби з міжсимвольною інтерференцією в стандартах сімейства 802.11 символи слідують один за одним з тимчасовим захисним інтервалом (guard interval), який зазвичай в 2-4 рази більше затримки поширення [4.7].

У системах 802.11a/g захисний інтервал між OFDM-символами становить 800 нс. У стандарті 802.11n є можливість встановити захисний

інтервал рівним 400 нс, що дозволяє приблизно на 11% підвищити пропускну здатність. Однак це збільшує ризик втрати даних через міжсимвольної інтерференції, тому опціональний інтервал 400 нс зазвичай застосовуватися тільки при наявності хороших радіочастотних умов [4,7].

Удосконалення на канальному рівні. Стандарт 802.11n передбачає для забезпечення високих швидкостей передачі поліпшений MAC – підрівень рівня ланки передачі даних. До поліпшень входять механізми агрегації кадрів та підтвердження прийому для блоку кадрів. Завдяки чому відбувається зростання пропускної здатності в порівнянні з стандартами 802.11a/g, яке може досягати 100% [5,7]

Агрегація кадрів – механізм, для об'єднання декількох кадрів в один для подальшої передачі.

Підтвердження прийому блоку являє собою передачу тільки одного кадру підтвердження (Block ACK-кадру) після прийому групи кадрів замість передачі безлічі ACK-кадрів підтвердження після прийому кожного окремого кадру з групи [5,7]

Всі ці механізми зменшують заголовну надмірність на MAC-рівні та конкуренцію за доступ до середовища передачі, що підвищує пропускну здатність і надійність системи.

Технологія PoE. Використовувати систему електроживлення PoE(Power over Ethernet) для живлення точок доступу дуже зручно, так як зазвичай точки доступу встановлюються в важко доступних місцях або за фальш панелями фальш-стелі. PoE усуває проблеми зв’язані з підводами електричних кабелів і установки розеток для живлення кожної точки доступу. Достатньо буде лише протягнути до ТД лише низьковольтний Ethernet-кабель. Що дозволить істотно знизити вартість розгортання мережі та забезпечить максимальну гнучкість у виборі місця розташування точки доступу.

За стандартом 802.3af PoE передбачена можливість підведення до точки доступу використовуючи лише Ethernet-кабель максимальною вихідною потужністю 15,2 Вт з максимальним енергоспоживанням 12,95 Вт.

Найчастіше, точки доступу 802.11n для підприємств використовують MIMO 3 × 3, які як правило здатні працювати в діапазонах частот 2,4 та 5 Ghz. У більшості випадків для живленная таких точок доступу 15,4 Вт буде недостатньо. З поширенням точок доступу з використанням технології MIMO 4×4, проблеми з електроживленням стануть ще гострішими.

Як правило точки доступу 802.11n оснащені портами Ethernet з ппідтримкою PoE+(802.11at з максимальною вихідною потужністю 30 Вт та максимальним енергоспоживанням 25,5 Вт).

При виборі обладнання 802.11n особливу увагу слід приділити методу живлення точок доступу. Слід розуміти, що використовування точок доступу 802.11n призведе до значного збільшення споживаної потужності. Тому при розгортанні цих точок доступу необхідно ретельно планувати бюджет PoE з урахуванням інших пристроїв, таких як VoIP-телефони і відеокамери, які також вимагають PoE.

2 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET

2.1 Організація досліджуваної мережі.

Проектується мережа для відділення банку, який складається з відділів: консультаційний відділ, касовий відділ, відділ IT-обслуговування. Схема відділу банку зображена на рис. 2.1.

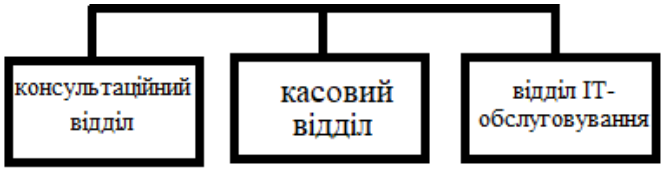


Рисунок 2.1 – Структура організації

План приміщення підприємства на рис. 2.2, на схемі вказані розміри площі приміщень підприємства.

Число комп'ютерів в підприємстві дорівнює 12 та 3 камери відео-спостереження і вони в такий спосіб розподілені в приміщеннях відділів:

1. 1 комп'ютер, 3 термінали самообслуговування та 2 камери відео-спостереження в приміщенні холу ;
2. 3 комп'ютери в приміщенні касового відділу;
3. 1 комп'ютер в приміщенні менеджера;
4. 1 комп'ютер та сервер в приміщенні відділу IT-обслуговування;
5. 1 камера відео-спостереження та 3 мобільні робочі станції в приміщенні консультаційного відділу з можливістю переміщення в зону відпочинку;

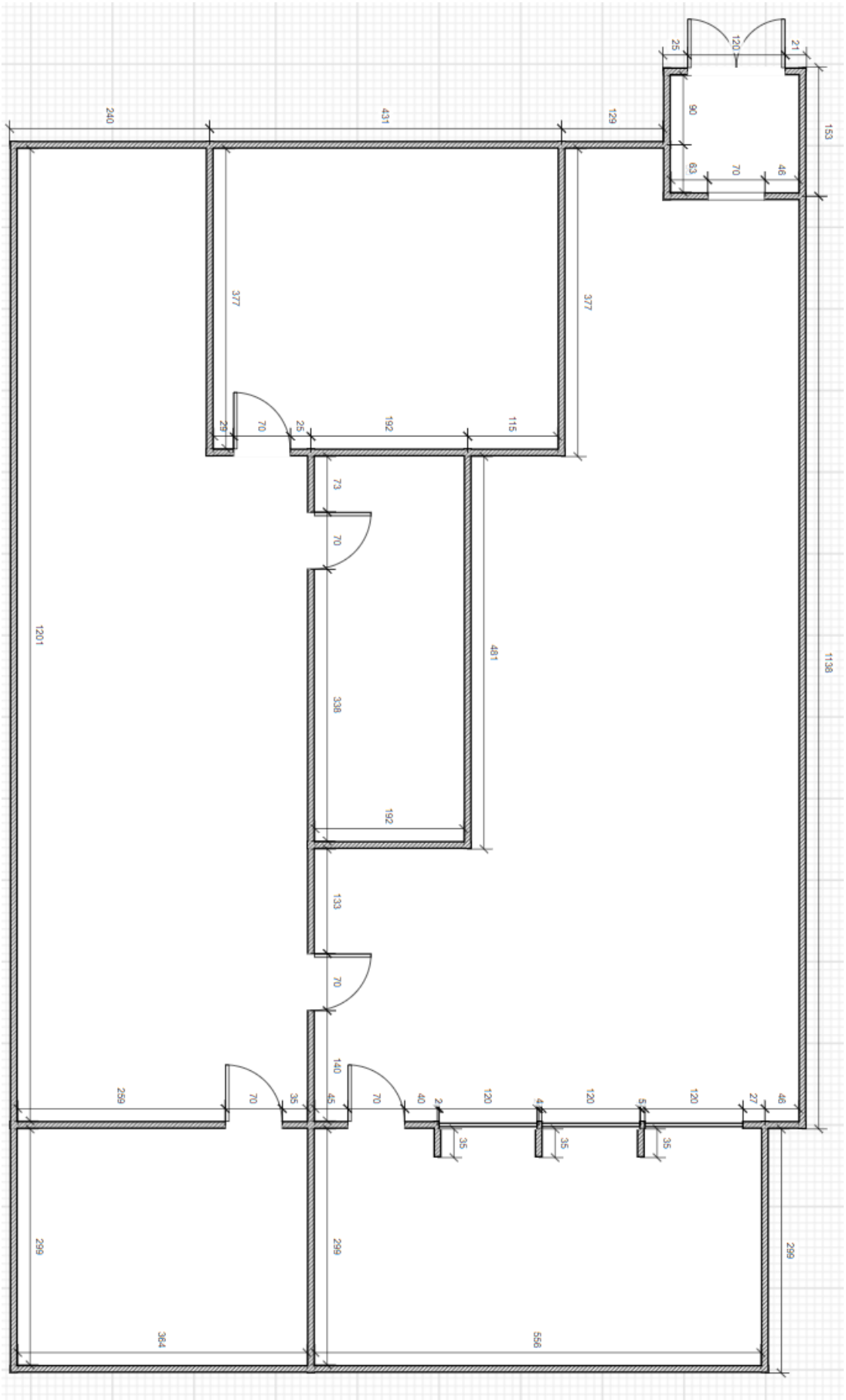


Рисунок 2.2 – План приміщення

Комп'ютерна мережа відділення банку збудована за технологією Gigabit Ethernet та FAST ETHERNET . Вона складається з локальної мережі, що об'єднує 11 комп'ютери, сервер та 3 камери відео-спостереження; Мережа в будівлі відділення банк побудована по топології зірка з використанням маршрутизатора, комутатора та точки доступу D-LINK.

Робочі станції мережі працюють під управлінням операційної системи MS Windows 10 LTSC, а на сервері використовується Windows Server 2019. Мобільні робочі станції працюють під управлінням операційної системи MS Windows 10 PRO 20H2, а термінали самообслуговування використовують Windows 10 IoT for Industry Devices

Відповідно до завдання на дипломне проектування необхідно об'єднати всі комп'ютери відділення банку в єдину мережу з використанням технології Wi-Fi.

Оскільки служби відділення банку займають 1 поверх будівлі, то для їх зв'язку між собою потрібно одна точка бездротового доступу в будівлі відділення банку.

Для підключення до Internet потрібний пристрій, що здійснює функції маршрутизатора. Для підключення Серверу, камер відео-спостереження та точки доступу до маршрутизатора потрібен комутатор.

Кабельна система комп'ютерної мережі відділення банку буде побудована з використання кабелів типу кручена пара STP cat 6, яка використовується для зв’язку серверу з маршрутизатором та використовує технологію FAST ETHERNET та GIGABIT ETHERNET.

Для зв’язку робочих станцій з бездротовою точкою доступу потрібний пристрій який підтримує технологію стандарту 802.11n.

Структура бездротової мережі відділеня банку, яка реалізує викладені вище принципи зображена на рис. 2.3. У розробленому проекті в будівлі відділення банку використано бездротове підключення робочих станцій до точки доступу

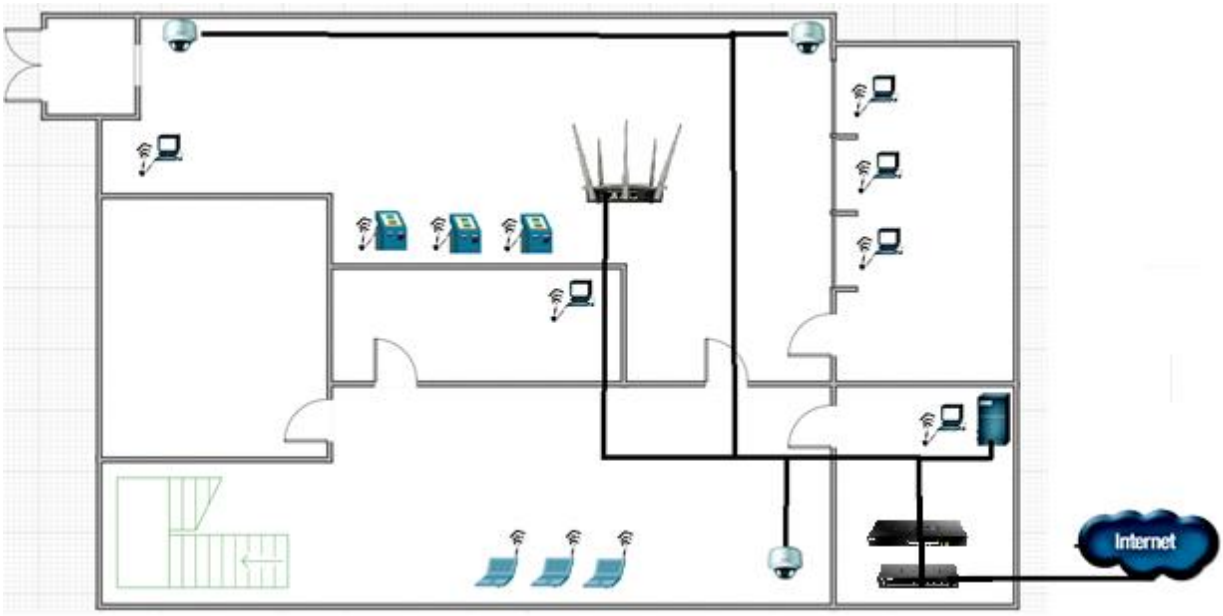


Рисунок 2.3 – Структура мережі відділу банку

2.2 Вибір мережевого обладнання.

Компанія D-Link є всесвітньо відомим розробником мережевого і комунікаційного устаткування, пропонує широкий набір рішень для [22]:

1 створення локальних мереж Ethernet / Fast Ethernet / Gigabit Ethernet:

2 побудови бездротових мереж і організації широкосмугового доступу;

3 передачі зображень і голосу по IP (VoIP);

4 проведення відеоконференцій.

Вибір маршрутизатора. Багатофункціональний маршрутизатор D-LINK DSR-250, рис. 2.4, основні особливості якого [23]:

1 широкий набір функцій VPN:

2 web-аутентифікація;

3 фільтрація Web-контенту.

Передня частина приладу все інтерфейси: порт WAN для підключення до мережі 1000 Мбіт / с і 8 порти LAN 10/100/1000 Мбіт/с, порт USB та порт Console.

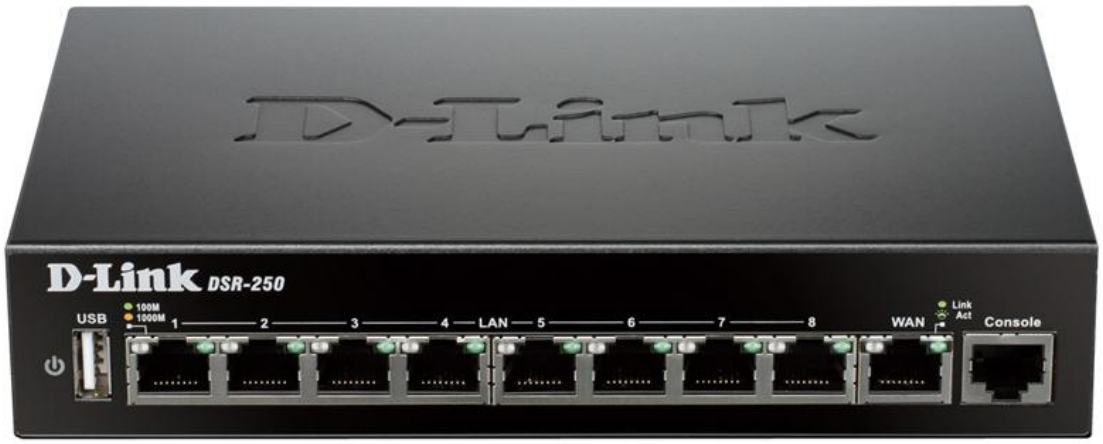


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд D-LINK DSR-25

Вибір комутатора. Комутатор DMS-1100-10TP, рис. 2.5, оснащений 8 портами 2.5GBase-T з підтримкою PoE для підключення по кручений парі, а також 2 портами 10GBase-X SFP +, застосовуваними для організації підключення до високошвидкісної магістралі. Завдяки підтримці технології 2.5 Gigabit Ethernet даний комутатор є ідеальним рішенням для роботи з бездротовими точками доступу 802.11ac Wave 2, а 10-гігабітні uplink-порти SFP + забезпечують з'єднання з високою пропускною здатністю при організації більшої локальної мережі [24].



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд DMS-1100-10TP.

Вибір бездротової точки доступу. AirPremier AC1750, рис. 2.6,

дводіапазонна точка доступу з підтримкою PoE. DAP-2695, розроблена для використання в мережах великих підприємств і підприємств малого і середнього бізнесу, дозволяє мережевим адміністраторам скористатися можливостями керованої і безпечної дводіапазонної бездротової мережі і швидкістю новітнього стандарту 802.11ac [25].



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд D-LINK DAP-2695/AirPremier AC1750

Вибір бездротового адаптера. DWA-192, рис. 2.7. Бездротовий двохдіапазонний адаптер USB 3.0 AC1900 з підтримкою MU-MIMO [26]

При виборі бездротового адаптера будемо виходити з вимог низької вартості і підтримки стандарту IEEE 802.11n/ac. Цим вимогою задовольняє бездротової USB-адаптер TP-LINK TL-WN822N.

Пристрій працює на швидкості до 1300 Мбіт / с, має вбудовані антени, підтримує типи шифрування 64/128-біт WEP, WPA-PSK / WPA2-PSK і має можливість швидко встановлювати бездротове з'єднання з мережею завдяки функції WPS [26].



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд адаптера DWA-192

Вибір крученої пари. Екрановані кабелі Cat 6, рис. 2.8, мають додатковий захист від електромагнітних завад (EMI) і перехресних перешкод (crosstalk). Вони використовуються в умовах з підвищеним рівнем електромагнітних завад, наприклад, у промислових приміщеннях, центрах обробки даних або поряд із потужними електричними пристроями.

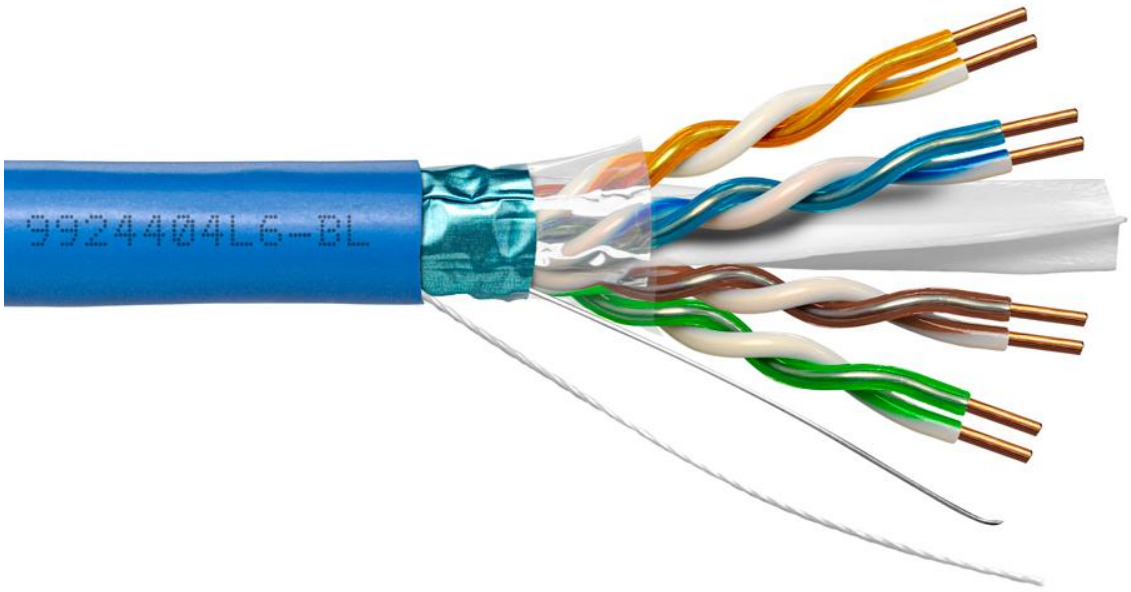


Рисунок 2.8 – Приклад екранованої крученої пари Cat 6.

Основні характеристики:

1. Структура: 4 пари (8 провідників), кручені для зменшення перешкод.
2. Екранування: екранований (FTP, STP, S/FTP).
3. Смуга пропускання: до 250 МГц.
4. Роз'єм: RJ45.
5. Матеріал провідників: найчастіше мідь або мідь із покриттям (CCA – Copper Clad Aluminum).

Застосування:

1. Гігабітний Ethernet (1000BASE-T)
2. 10GBASE-T (до 55 м)

3. IP-телефонія
4. Відеоспостереження

2.3 Особливості моделювання безпровідних мереж.

Для прогнозування пропускної здатності мережі та впливу неї навантаження та колізій було обрано аналітичний спосіб.

Для цього використаємо рекомендації IEEE 802.11 стандарту для інформаційних технологій — телекомунікаційний та інформаційний обмін між системами — локальні мережі та мережі широкої зони обслуговування — специфічні вимоги, частина 11 — контроль доступу до середовища передачі (MAC) та специфікації фізичного рівня бездротових локальних мереж. На підставі аналізу рекомендацій стандарту, де описана структура фрейму канального рівня, рис. 2.9, буде здійснено прогнозування продуктивності бездротової мережі Wi-Fi.

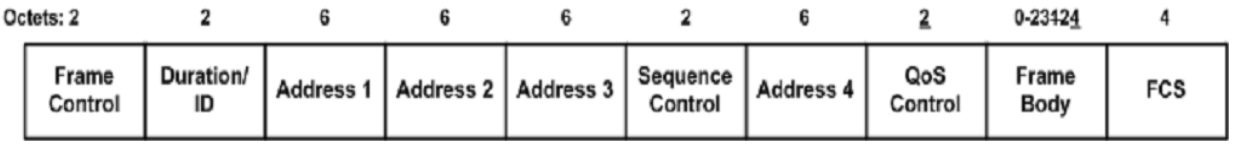


Рисунок 2.9 - Структура фрейму (кадру канального рівня)

Кінцева формула для розрахунків, яка враховує характеристики рівноправного доступу до середовища передачі даних та структурні характеристики фрейму, має вигляд:

$$V(N) = V_0 \cdot \frac{FrameBody}{DIFS+Back_Off_Time+Frame_Size+(\mathrm{N}\text{-}1)\cdot(DIFS+Back_Off_Time+Frame_Err)^{1+p}} \quad (2.1)$$

3 ПОБУДОВА МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET

3.1 Імітаційна модель мережі.

Імітаційна модель мережі була побудована в Cisco Packet Tracer, рис. 3.1. Вона складається з 5 стаціонарних робочих станцій, 3 мобільних робочих станцій, 3 терміналів самообслуговування, 3 камер відеоспостереження, одного сервера, одного комутатора, одного маршрутизатора та WiFi-точки доступу.

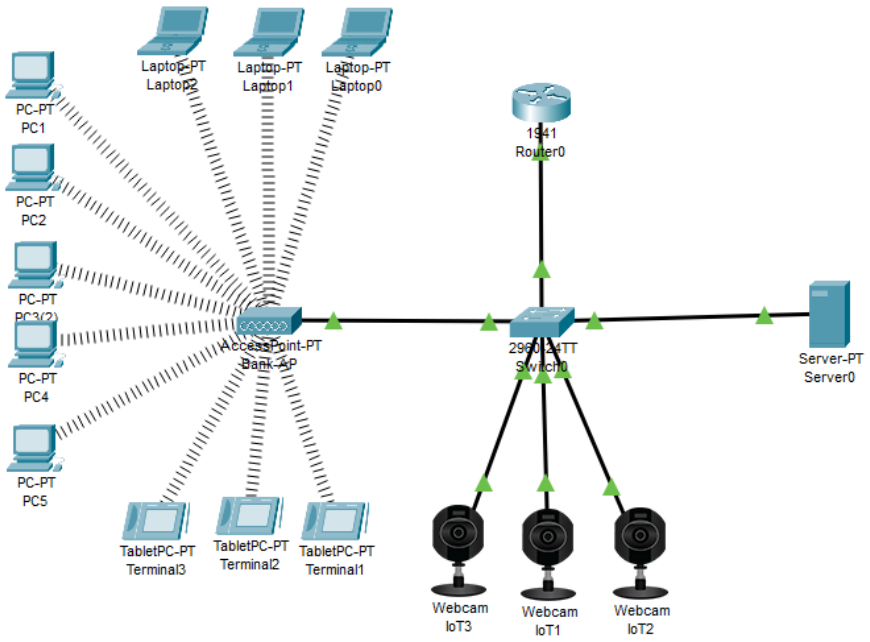


Рисунок 3.1 – Модель мережі в Cisco Packet Tracer.

Маршрутизатору присвоєно зовнішню IP-адресу 22.88.1.4 та створено кілька підмереж:

1. 192.168.2.0/24 – підмережа для пристроїв Wi-Fi, що отримують IP через DHCP.

2. 192.168.3.0/24 – підмережа для камер відеоспостереження зі статичними IP-адресами 192.168.3.2, 192.168.3.3, 192.168.3.4.

3. 192.168.4.0/24 – підмережа для сервера, що має статичну IP-адресу 192.168.4.3.

VLAN-сегментація на комутаторі, рис 3.2:

2. VLAN2 – для пристроїв, що підключаються через точку доступу.

3. VLAN3 – для камер відеоспостереження.

4. VLAN4 – для серверного сегмента.

5. VLAN1 працює у режимі trunk і забезпечує зв’язок між VLAN2, VLAN3 та VLAN4.

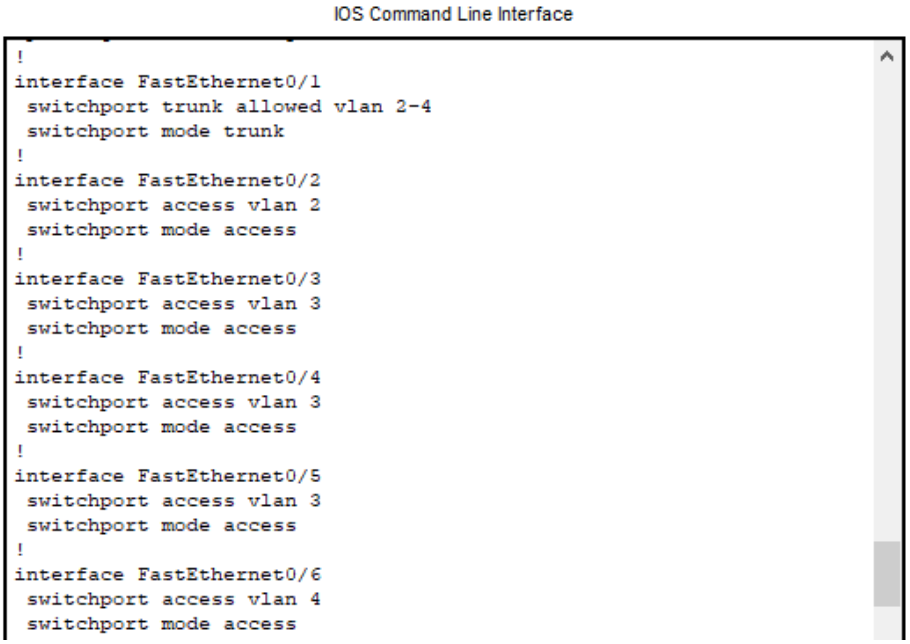


Рисунок 3.2 – Параметри налаштування Switch.

Налаштування маршрутизатора, рис. 3.3. На маршрутизаторі налаштовано інкапсуляцію 802.1Q для VLAN:

4. VLAN2 (192.168.2.1/24) – з DHCP-сервером.

5. VLAN3 (192.168.3.1/24) – для камер відеоспостереження зі статичними адресами.

6. VLAN4 (192.168.4.1/24) – для серверів.

IOS Command Line Interface

```
ip dhcp pool wifi
 network 192.168.2.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.2.1
!
!
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.2
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.3
 encapsulation dot1Q 3
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.4
 encapsulation dot1Q 4
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
```

Рисунок 3.3 – Параметри налаштування Router.

Для перевірки роботи мережі було використана можливість комп'ютера модельованої мережі провести команду ping. Результати перевірки роботи з'єднання клієнтів в середні сегменту мережі та між сегментами мережі зображені на рис. 3.4-3.6.

Laptop0

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

```
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>ping 192.168.2.2

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>
C:\>
C:\>
```

Рисунок 3.4 – Перевірка з'єднання в підмережі точки доступу WiFi.

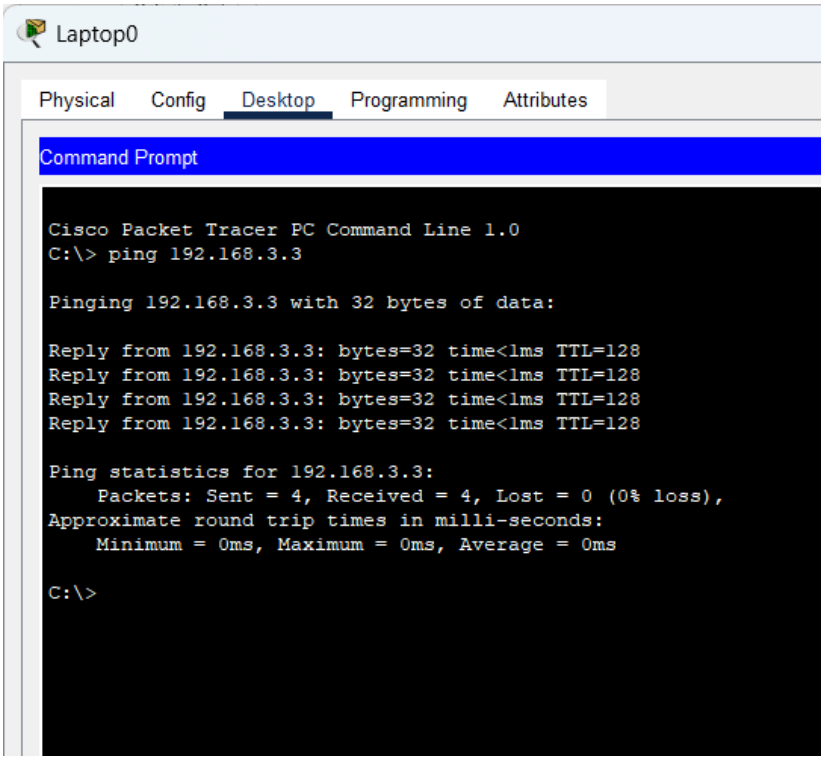


Рисунок 3.5 – Перевірка з’єднання між клієнтом підмережі WiFi та клієнтом підмережі камер відео спостереження.

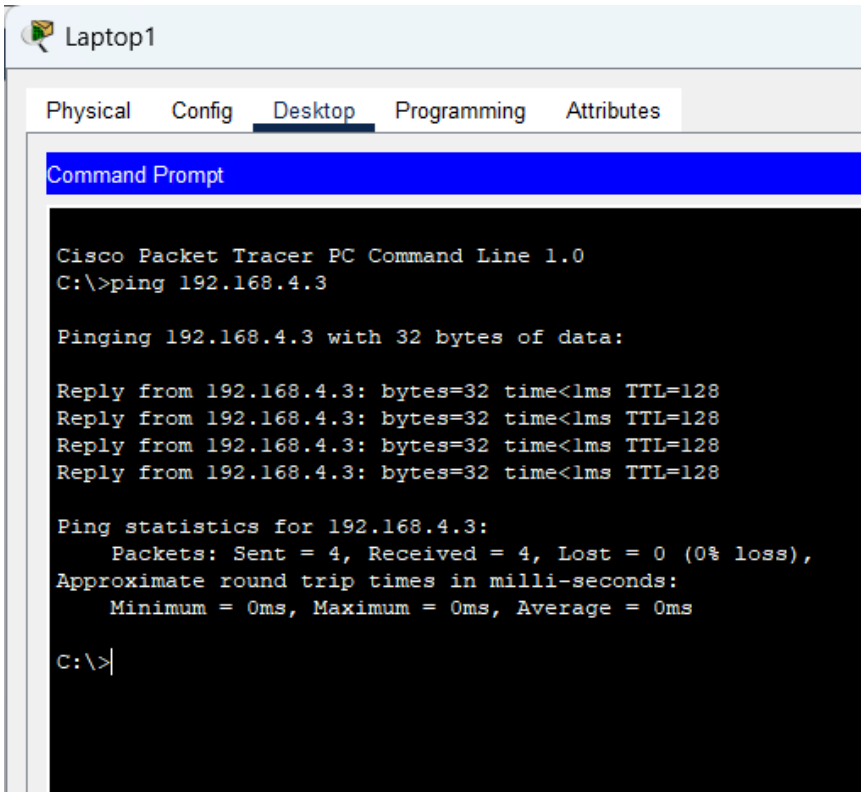


Рисунок 3.6 – Перевірка з’єднання між клієнтом підмережі WiFi та клієнтом підмережі серверу.

3.2 Дослідження зони покриття точки доступу бездротової мережі

Моделювання зони покриття мережі здійснюється для однієї точки доступу так як для заданої кількості клієнтів її в цілому достатньо. У якості точки доступу обрано DAP-2695.

Діаграма направленості точки доступу DAP-2695 та результати моделювання зони покриття без середовища зображенні на рис. 3.7 та 3.8.

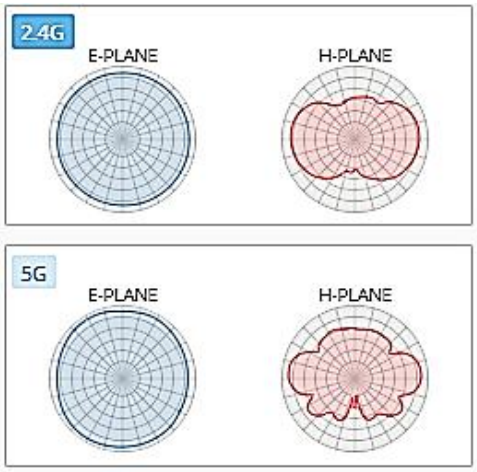


Рисунок 3.7 – Діаграма направленості антен точки доступу DAP-2695.

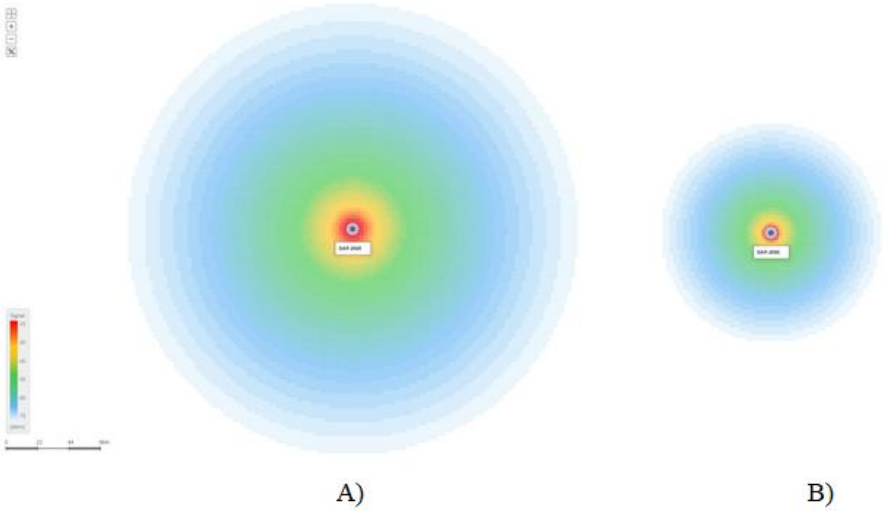


Рисунок 3.8 – Результати моделювання зони покриття в свободному просторі точки доступу DAP-2695 в режимах роботи: A)на частоті 2.4Ghz, B) на частоті 5Ghz.

За допомогою ПЗ було створено план налаштування середовища, модель покриття мережі на частотах 2.4-5Ghz, зображена модель розповсюдження сигналу точки без середовища та діаграма направленості її сигналу.

План зображення налаштування середовища моделювання зображені на рис 3.9.



Рисунок 3.9 – План зображення налаштування середовищ

Моделі зон покриття точки доступу на частотах діапазону 2.4 Ghz з урахування середовища розроблюваної мережі зображенні на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Модель зони покриття мережі банку на частоті 2.4 Ghz

Моделі зон покриття точки доступу на частотах 5 Ghz з урахування середовища розроблюваної мережі зображенні на рис. 3.11.

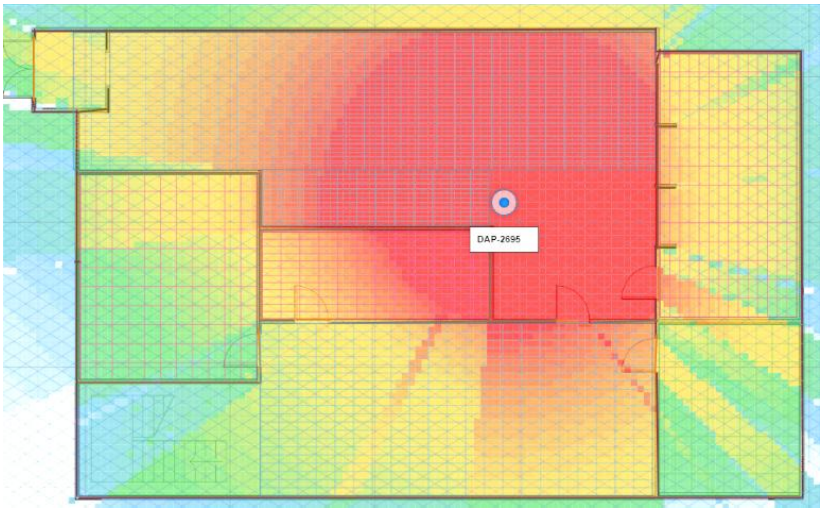


Рисунок 3.11 – Модель зони покриття точки доступу мережі банку на частоті 5Gh

Результати моделювання з урахуванням матеріалів середовища занесені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Порівняння результатів програмним способом з використанням однієї точки доступу .

Номер кімнати	Відстань від точки доступу до центру кімнати, м	Результати моделював,dbm (2.4Ghz)	Результати моделював, dbm (5Ghz)
1	7.2	-44.85	-54
2	3.6	-26	-37
3	4.8	-38.5	-47
4	3.36	-26	-38
5	4.8	-38.5	-47
6	6.24	-42	-50

За результатами моделювання виявилося, що однієї точки доступу достатньо, при використанні точки доступу на двох діапазонах частот 2.4-5Ghz, щоб покрити майже усе приміщення Банку. Але при використанні однієї точки доступу, клієнти мережі матимуть змогу отримувати доступ до мережі на обмеженій пропускній здатності. Також слід звернути увагу, що при появі можливих зовнішніх факторів впливу таких, як випромінювання інщих Wifi мереж або випромінювання простоїв Bluetooth також зменшить зону покриття точки доступу та її пропускну здатність.

Для збільшення зони покриття з у режимі максимальної пропускною здатністю використаймо дві точки доступу з спрямованими антенами.

Розглянемо випадок моделювання з двома точками доступу.

У цьому випадку використаємо при моделюванні випадку точки доступу які мають підтримку встановлення на них спрямованих антен.

Використаємо дві точки доступу DAP-6600AP з спрямованими антенатами ANT70-1400N. Розглянемо базовий функціонал DAP-6600AP до використання спрямованих антен ANT70-1400N, який є доступним у симуляторі.

Діаграма направленості простішої антени точки доступу DAP-6600AP зображена на рис. 3.12.

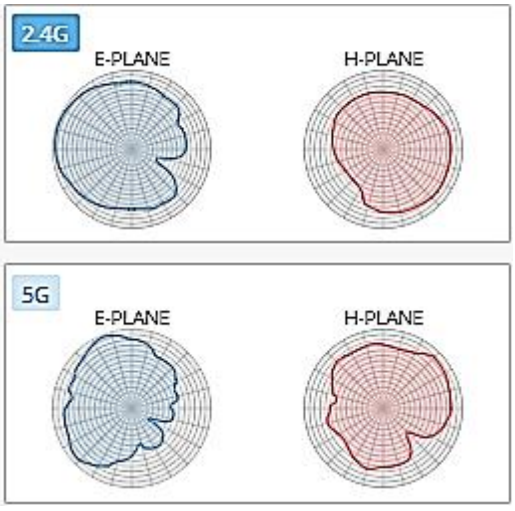


Рисунок 3.12 - Діаграма направленості простішої антени точки доступу DAP-6600AP.

Результати моделювання зони покриття точки доступу DAP-6600AP у свободному просторі зображені на рис. 3.13.

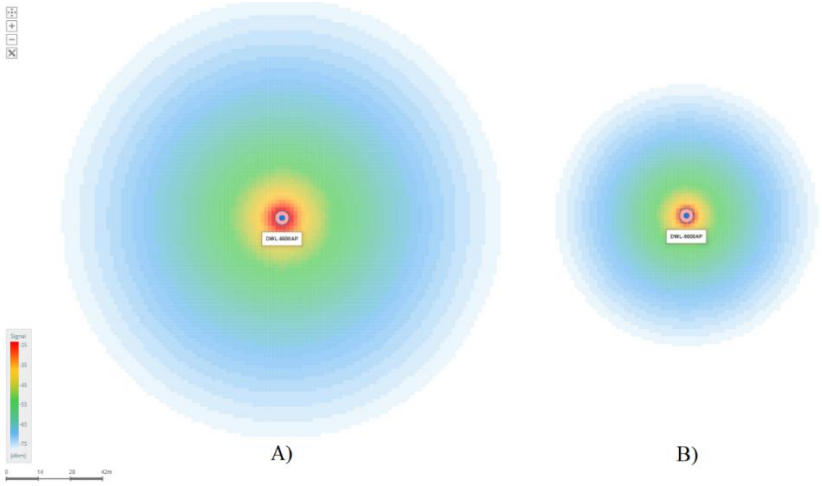
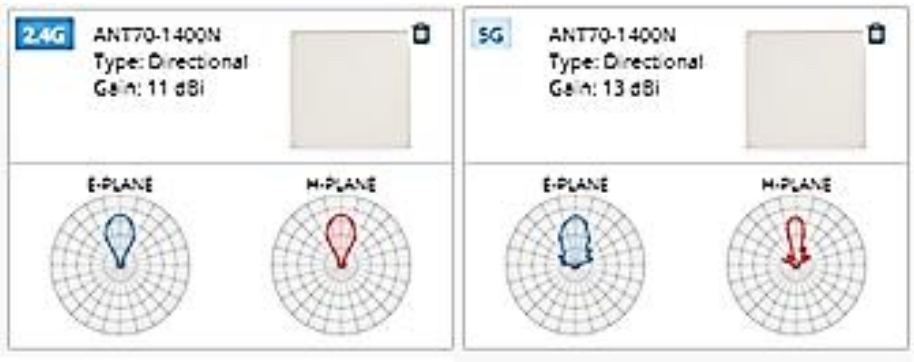


Рисунок 3.13 – Результати моделювання зони покриття в свободному просторі точки доступу DAP-6600AP в режимах роботи: A)на частоті 2.4Ghz: B) на частоті 5Ghz.

При використанні спрямованих антен діапазон направленості антен точки доступу зміниться. Зміни можна побачити на рис. 3.14, де зображена діаграма направленості антени ANT70-1400N, яка використовується на точках доступу DAP-6600AP.



A) B)

Рисунок 3.14- Діаграма направленості точки доступу DAP-6600AP з використанням спрямованої антени ANT70-1400N.

A) частота 2.4 Ghz; B) частота 5 Ghz.

Результати моделювання у свободному просторі зони покриття точки доступу з використанням антен ANT70-1400N, рис. 3.15.

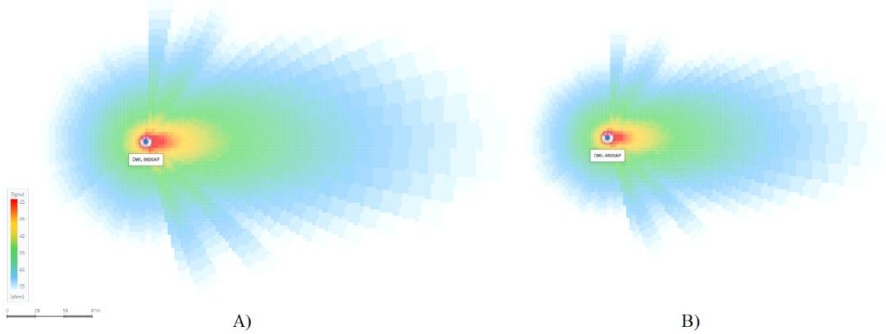


Рисунок 3.15 – Результати моделювання зони покриття точки доступу DAP-6600AP з використанням спрямованої антени ANT70-1400N в режимах роботи: A)на частоті 2.4Ghz, B) на частоті 5Ghz.

Проведемо моделювання зони покриття точки доступу DAP-6600AP при використанні спрямованих антен ANT70-1400N на частотах 2.4-5 Ghz з урахуванням матеріалів середовища.

Результати моделювання зони покриття точок доступу з використанням спрямованих антен на частоті 2.4 Ghz зображені на рис. 3.16.

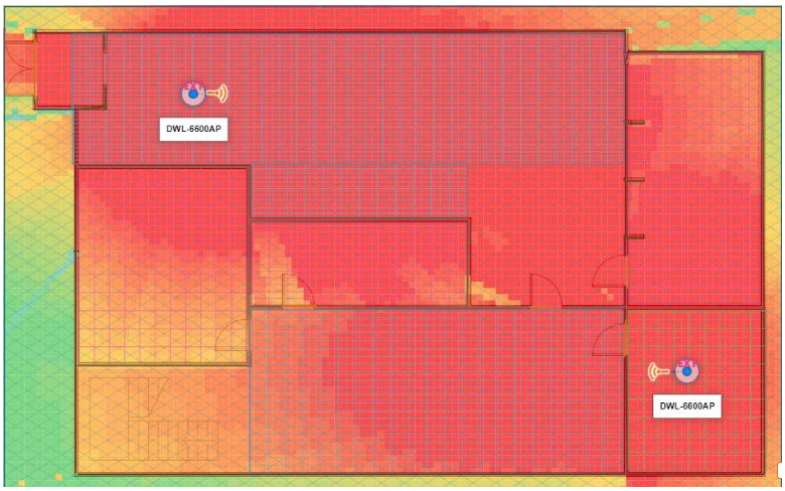


Рисунок 3.16 – Модель зони покриття точок доступу бездротової мережі банку на частоті 2.4Ghz

Результати моделювання зони покриття точок доступу з використанням спрямованих антен на частоті 5 Ghz зображені на рисунку 3.17.

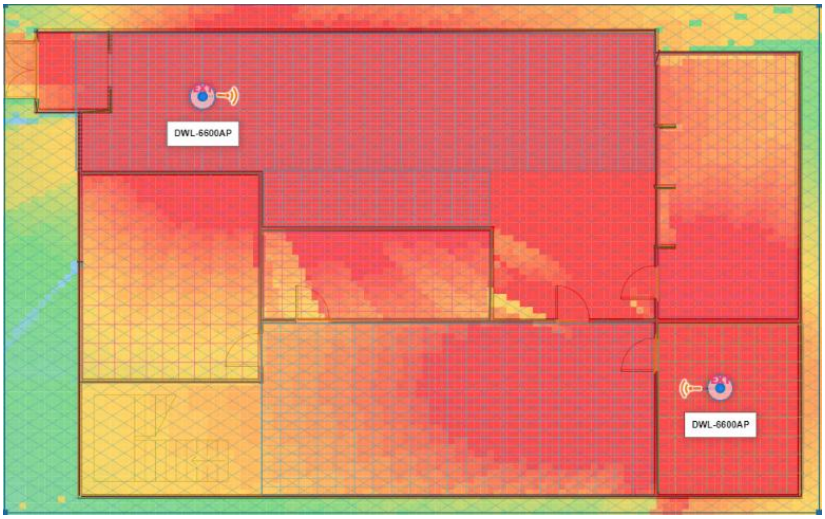


Рисунок 3.17 – Модель зони покриття бездротової мережі банку на частоті 5Ghz

Додатково занесемо до таблиці 3.2 результати моделювання при роботі точок доступу на частотах 2.4-5 Ghz.

Таблиця 3.2 Порівняння результатів програмним способом.

Номер приміщення	Відстань від точки доступу до центру кімнати, м	Результати моделлювая ПЗ,дБ (2.4Ghz)	Результати моделлювая ПЗ,дБ (5Ghz)
1	5	-38	-41
2	4.125	-25	-25
3	4.125	-35	-38
4	5.625	-33	-36
5	6.25	-32	-34
6	1	-25	-25

За результатами моделювання виявилося, що двох точок доступу спрямованими антенами достатньо, щоб покрити усе приміщення банку, без втрати пропускної здатності мережі. Рівні сигналу у цьому випадку достатньо високі, щоб уникнути високого впливу інших бездротових мереж на радіус зони покриття, що також дозволяє уникнути високих падінь пропускної здатності мережі.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження технології Ethernet як основи для побудови локальних мереж можна зробити кілька ключових висновків:

1. Ethernet залишається провідною технологією для побудови локальних мереж завдяки своїй високій швидкості, стабільності та здатності забезпечувати ефективне з'єднання великої кількості пристроїв у межах обмеженої території. Вона є основою багатьох сучасних мереж, використовуючи різні варіанти підключення, від традиційного 10 Мбіт/с до сучасних швидкостей 100 Гбіт/с.

2. Поєднання Ethernet і Wi-Fi в локальних мережах дозволяє отримати баланс між стабільністю та мобільністю. Ethernet забезпечує надійне з'єднання для стаціонарних пристроїв, в той час як Wi-Fi дозволяє підключати мобільні пристрої, що створює зручність для користувачів у межах однієї мережі.

3. Процес побудови локальної мережі на базі Ethernet включає кілька етапів, зокрема вибір відповідних компонентів (комутатори, кабелі, мережеві карти), налаштування фізичного підключення, оптимізацію продуктивності та забезпечення безпеки мережі. Важливою частиною є також інтеграція з бездротовими технологіями для забезпечення універсальності та мобільності мережі.

4. Оптимізація локальних мереж на базі Ethernet передбачає аналіз і покращення швидкості передачі даних, зменшення затримок та забезпечення високого рівня безпеки. Для цього використовуються різні методи, такі як налаштування маршрутизаторів, комутаторів, а також правильний вибір топології мережі.

5. Методи дослідження, що використовуються в роботі, включають аналіз літературних джерел та програмне моделювання мереж, що дозволяє наочно оцінити ефективність різних рішень для побудови локальних мереж та

6. їх оптимізації. Це також допомагає виявити слабкі місця в конфігураціях та покращити загальну продуктивність.

Таким чином, Ethernet як технологія є надійною основою для створення ефективних та стабільних локальних мереж, а поєднання її з Wi-Fi відкриває нові можливості для створення гнучких та масштабованих мережевих рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.networxsecurity.de/?page_id=4330
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-wi-fi-6.
3. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://lanmarket.ua/stats/evolyutsiya-standartov-wifi-802-11/
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/wifi-ieee-802-11/802-11n.php
5. Verenkoff B. Understanding and Optimizing 802.11n [Електронний ресурс] / Brian Verenkoff // Buffalo Technology – Режим доступу до ресурсу: https://www.lmi.net/wp-content/uploads/Optimizing_802.11n.pdf.
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/wifi-ieee-802-11/standards.php
7. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.netacad.com/ru/courses/packet-tracer
8. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://docs.gns3.com/docs/
9. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.nsnam.org/
10. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://support.ekahau.com/hc/en-us/articles/115004123808-Ekahau-Pro-Features
11. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.ekahau.com/products/ekahau-connect/pro/
12. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.tamos.ru/products/wifi-site-survey/

13. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.netally.com/products/airmagnet-survey-pro/

14. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.zdnet.com/article/next-generation-802-11ax-wi-fi-dense-fast-delayed/

15. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://tools.dlink.com/intro/wfp/

16. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dlink.ru/ua/about/

17. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dlink.ru/ua/products/9/2186.html

18. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dlink.ru/ua/products/1/2277.html

19. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.dlink.ru/ua/products/2/1915.html

20. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.dlink.ru/ua/products/2/2426.html

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (ПРЕЗЕНТАЦІЯ)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАВЧАЛЬНО–НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Бакалаврська робота

«ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ETHERNET»

Виконав: студент групи КІД-41 Антонюк Павло Володимирович

Керівник: ассистент кафедри КІ Борова Юлія Олександрівна

Київ - 2025

Мета, об’єкт, предмет дослідження

Метою даного дослідження є побудова локальної мережі на базі технології Ethernet.

Об’єкт дослідження процес побудови локальної мережі на базі технології Ethernet.

Предмет дослідження принципи побудови, функціонування та оптимізації та локальної мережі з використанням технології Ethernet.

Завдання для проектування мережі

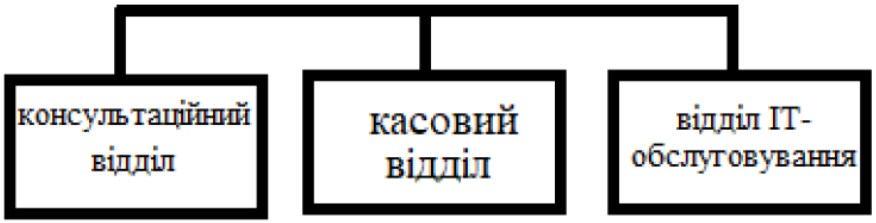


Рисунок 3.1 – Структура організації

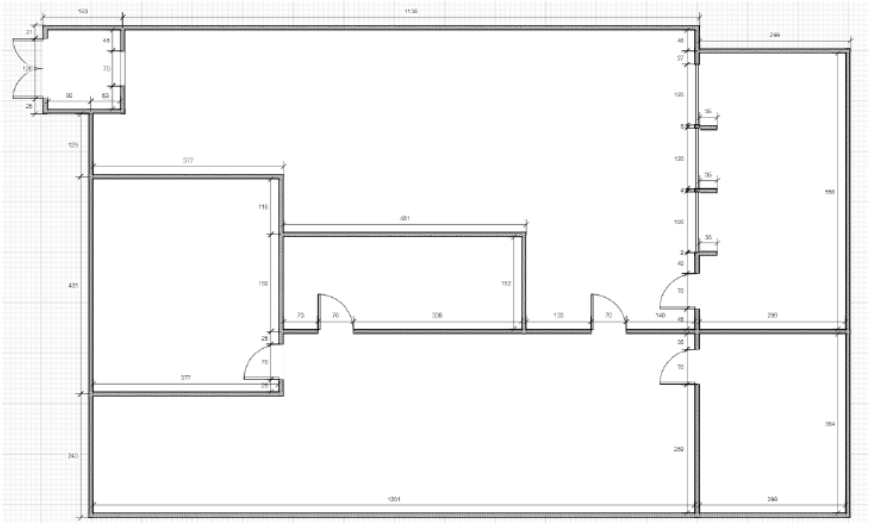


Рисунок 3.2 – План приміщення

Проектування мережі

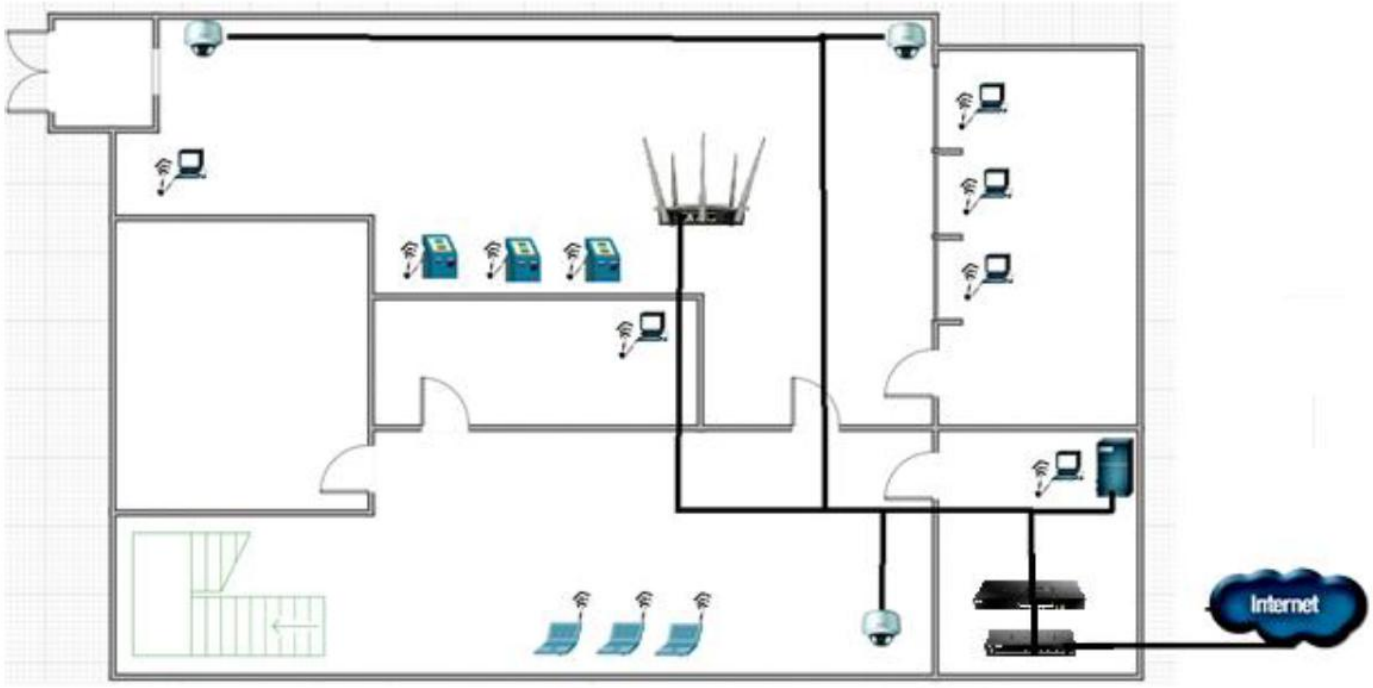


Рис. 4.1 – Проект мережі Банку

Вибір мережевого обладнання

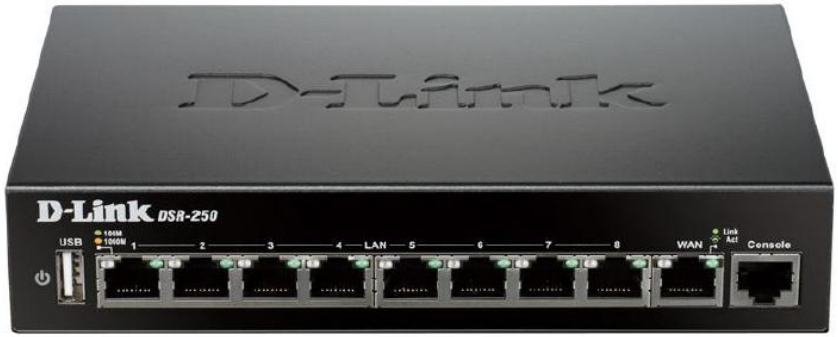


Рис. 5.1 – Маршрутизатор D-Link DSR-250



Рис. 5.2 – Комутатор D-Link DMS-1100-10TP



Рис. 5.3 - Бездротова точка доступу D-Link AirPremier AC1750



Рис. 5.4 – Екранована кручена пара Cat 6

Імітаційна модель мережі

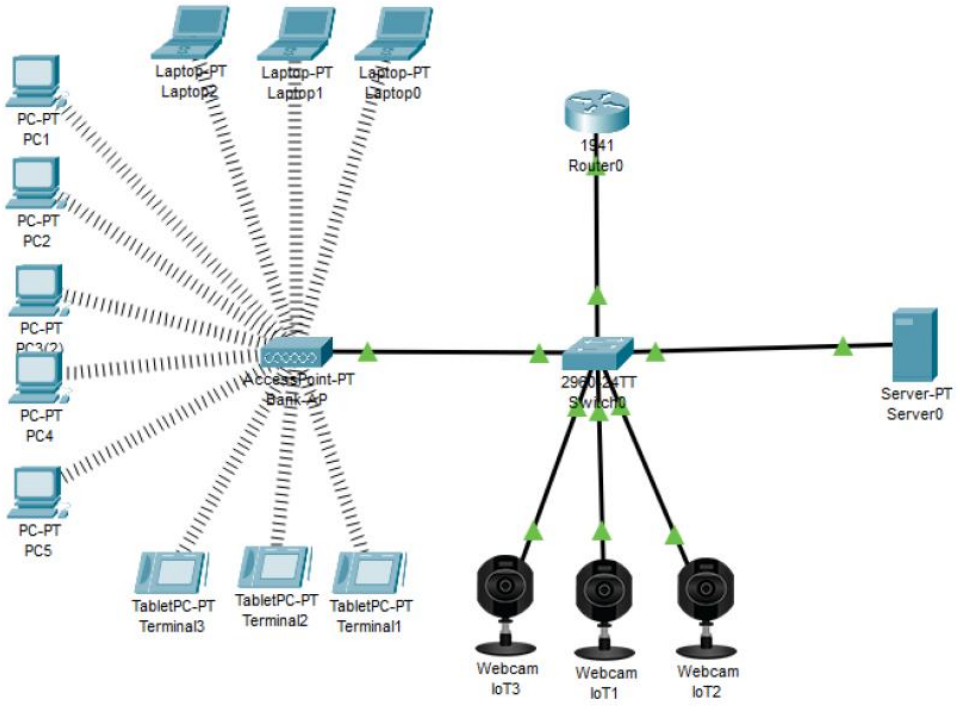


Рис. 6.1 – Модель мережі в Cisco Packet Tracer

Налаштування імітаційної моделі мережі

IOS Command Line Interface

```
!
interface FastEthernet0/1
 switchport trunk allowed vlan 2-4
 switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
 switchport access vlan 2
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
 switchport access vlan 3
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
 switchport access vlan 3
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
 switchport access vlan 3
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
 switchport access vlan 4
 switchport mode access
```

Рис. 7.1 – Параметри налаштування Switch

IOS Command Line Interface

```
ip dhcp pool wifi
 network 192.168.2.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.2.1
!
!
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.2
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.3
 encapsulation dot1Q 3
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.4
 encapsulation dot1Q 4
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
```

Рис. 7.2 – Параметри налаштування Router

Тестування імітаційної моделі мережі

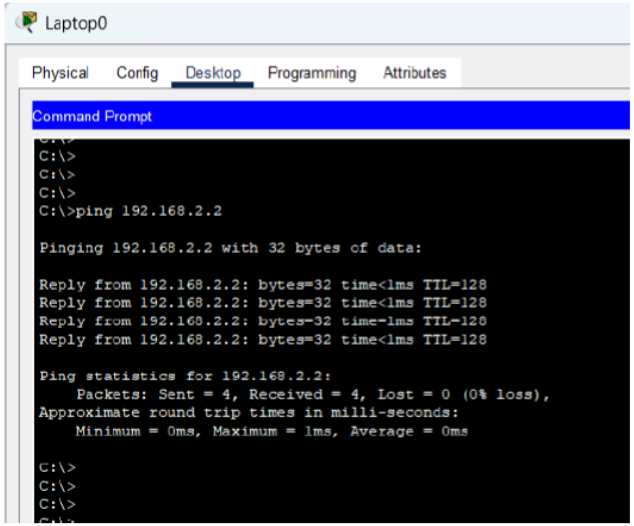


Табл. 8.1 – Перевірка з’єднання в підмережі точки доступу Wi-Fi.

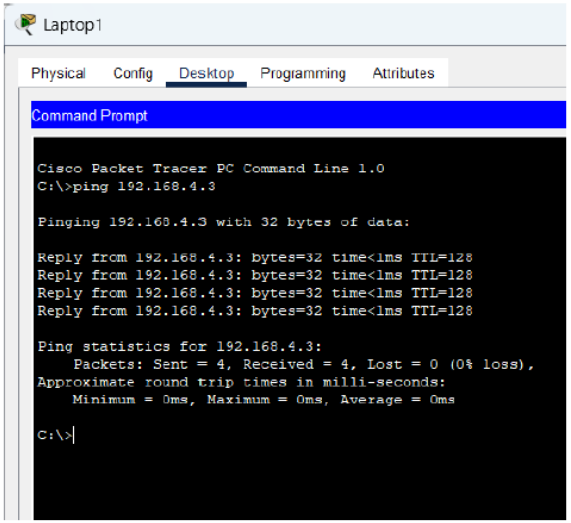


Табл. 8.2 – Перевірка з’єднання між клієнтом підмережі Wi-Fi та клієнтом підмережі серверу.

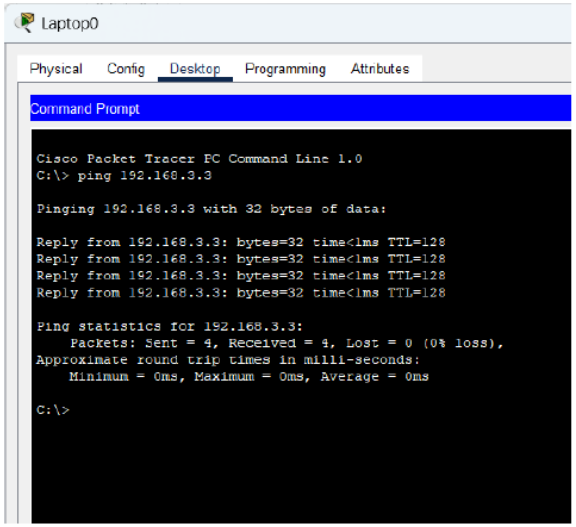


Табл. 8.3 – Перевірка з’єднання між клієнтом підмережі WiFi та клієнтом підмережі камер відео спостереження.

Дослідження зони покриття точки доступу бездротові мережі

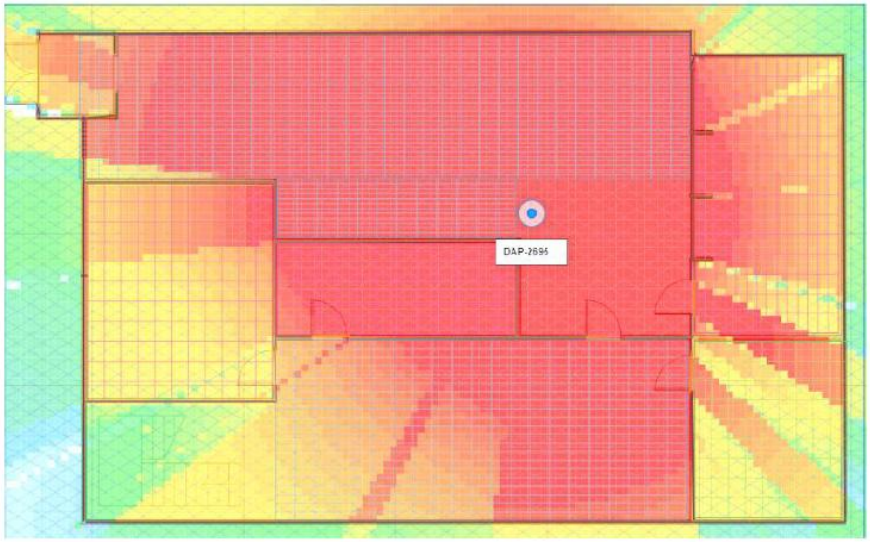


Табл. 9.1 – Модель зони покриття мережі банку на частоті 2.4 Ghz для однієї точки доступу Wi-Fi

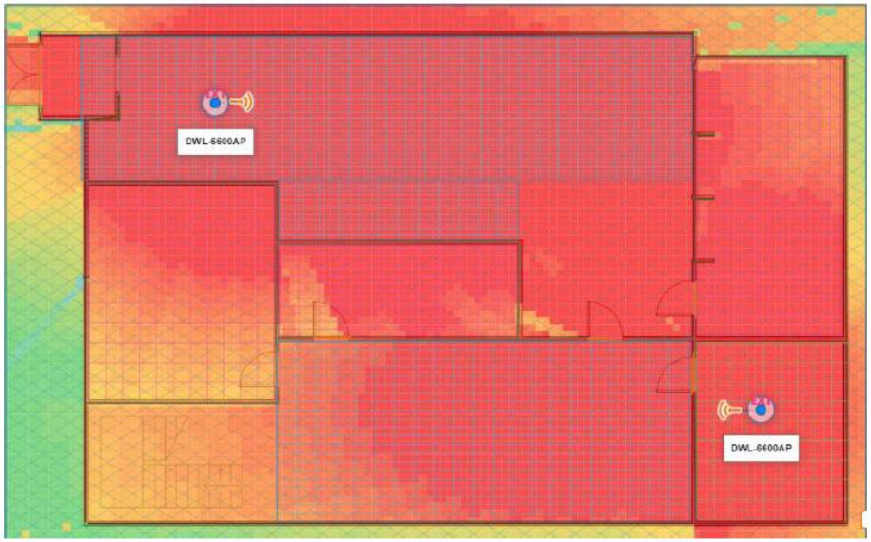


Табл. 9.2 – Модель зони покриття мережі банку на частоті 2.4 Ghz для двох точок доступу Wi-Fi

Порівняльний аналіз вартості D-link і Cisco

Категорія	Модель D-Link	Орієнтовна ціна, грн	Модель Cisco	Орієнтовна ціна, грн
Маршрутизатор	D-Link DSR-250	6 000 – 8 000	Cisco RV340	12 000 – 15 000
Комутатор	D-Link DMS-1100-10TP	5 000 – 7 000	Cisco CBS250-8T-E-2G	8 200 – 10 000
Точка доступу	D-Link AirPremier AC1750	4 000 – 6 000	Cisco Aironet 1832i	10 000 – 12 000
Загальна вартість		18 000 – 25 000		33 200 – 41 000

Табл. 10.1 – Порівняння двох виробників

Висновки

В ході виконання бакалаврської роботи були зроблені наступні висновки:

1. Ethernet залишається провідною технологією для побудови локальних мереж завдяки високій швидкості, стабільності та ефективності. Поєднання Ethernet і Wi-Fi дозволяє збалансувати надійність та мобільність, що забезпечує комфортне підключення для різних типів пристроїв.

2. Процес побудови локальної мережі включає вибір відповідних компонентів, налаштування фізичного підключення, оптимізацію продуктивності та забезпечення безпеки. Інтеграція з бездротовими технологіями підвищує універсальність та адаптивність мережі.

3. За результатами моделювання виявилося, що і однієї точки доступу достатньо для забезпечення потреб клієнтів і робітників банку. Однак, якщо необхідно покрити усе приміщення банку без втрати пропускної здатності мережі, доцільно використовувати дві точки доступу зі спрямованими антенами.

4. Використання обладнання D-Link в середньому на **42% дешевше**, ніж Cisco.