

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

«До захисту допущена»

Завідувач кафедри комп'ютерних наук
та прикладної математики

_____ Турбал Ю.В.

«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Використання технології GPON для побудови інтернет
мережі в сільській місцевості.**

Виконала: Добринська Дар'я Вікторівна

Студентка навчально-наукового інституту кібернетики, інформаційних
технологій та інженерії

група КН - 41

підпис

Керівник: ст. викладач Герус Володимир Андрійович

підпис

Рівне-2024

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	4
1. Загальні відомості	8
1.1 Інформативність об'єктів та технічне завдання	8
1.2 Технічне завдання	10
2. Вибір обладнання та розрахунок покриття	19
2.1 Alcatel-Lucent	19
2.2 Контроллер беспроводной сети Wi-Fi	26
2.3 Розрахунок зони покриття та побудова мережі	32
3. Забезпечення інформаційної безпеки та її вартість	46
3.1 Безпека в бездротових мережах	46
3.2 Техніко-економічні розрахунки.	52
ВИСНОВОК	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 57 сторінок, 25 малюнків, 5 розділів.

У даній дипломній роботі розглянуто план і обґрунтування побудови мережі бездротового зв'язку на основі стандарту Wi-Fi (IEEE 802.11n) у торговельному комплексі.

У дипломній роботі також представлені характеристики стандарту IEEE 802.11n, відмінності цього стандарту від інших, схема побудови мережі та склад обладнання.

У проєкті також описані заходи безпеки життєдіяльності, необхідні для забезпечення безперебійної та безпечної роботи мережі.

Розроблено техніко-економічне обґрунтування впровадження цього проєкту, що включає аналіз витрат, оцінку економічної доцільності та потенційні переваги для торговельного комплексу.

ВСТУП

У наш час у всьому світі стрімко зростає потреба в бездротових з'єднаннях, особливо у сфері бізнесу та ІТ-технологій.

Користувачі бездротових технологій доступу до інформації можуть працювати продуктивніше та ефективніше, ніж їхні колеги, які мають доступ тільки до проводових телефонних і комп'ютерних мереж, оскільки вони не прив'язані до певної інфраструктури комунікацій.

На сучасному етапі розвитку мережевих технологій, технологія бездротових мереж Wi-Fi є найбільш зручною в умовах, які вимагають мобільності, простоти встановлення та використання. Wi-Fi (від англ. wireless fidelity — бездротова зв'язок) — стандарт широкосмугового бездротового зв'язку родини 802.11, розроблений у 1997 році. Як правило, технологія Wi-Fi використовується для організації бездротових локальних комп'ютерних мереж, а також для створення так званих точок доступу з високошвидкісним інтернетом.

Бездротові мережі мають, порівняно з традиційними проводовими мережами, значні переваги, головними з яких є:

Простота розгортання.

Відсутність необхідності прокладання кабелів, що дозволяє швидко розгорнути мережу в будь-якому місці без складних інфраструктурних робіт.

Гнучкість архітектури мережі.

Забезпечується можливість динамічного зміни топології мережі при підключенні, переміщенні та відключенні мобільних користувачів без значних витрат часу. Це особливо важливо в умовах, коли потрібно швидко реагувати на зміну потреб і вимог.

Швидкість проєктування та реалізації.

Критична при жорстких вимогах до часу побудови мережі. В умовах, коли терміни виконання робіт обмежені, бездротові мережі можуть бути розгорнуті значно швидше, ніж традиційні проводові.

Відсутність необхідності прокладання кабелів.

Це часто вимагає буріння стін та інших структурних змін у будівлі, що може бути дорого і незручно. Бездротові мережі дозволяють уникнути цих проблем, надаючи можливість швидкого та ефективного створення мережевої інфраструктури.

Ширококутний зв'язок.

Wi-Fi забезпечує високошвидкісне підключення, що є критичним для сучасних додатків, які вимагають великої пропускної здатності, таких як потокове відео, відеоконференції та онлайн-ігри.

Використання у різних сферах.

Wi-Fi мережі широко застосовуються в офісах, торговельних центрах, навчальних закладах, громадських місцях та навіть у домашніх умовах, що робить їх універсальним рішенням для забезпечення зв'язку.

Економічна ефективність.

Бездротові мережі можуть зменшити витрати на установку та обслуговування мережевої інфраструктури, оскільки немає потреби в прокладці та обслуговуванні кабельних систем.

Покращення продуктивності.

Можливість підключення до мережі з будь-якого місця в зоні покриття дозволяє користувачам працювати ефективніше, не прив'язуючись до робочого місця.

Проблеми безпеки.

Бездротові мережі потребують ретельного управління безпекою, оскільки дані передаються по повітрю і можуть бути вразливими до перехоплення та несанкціонованого доступу. Використання сучасних методів шифрування та аутентифікації допомагає мінімізувати ці ризики.

Водночас бездротові мережі на сучасному етапі їхнього розвитку не позбавлені серйозних недоліків. Перш за все, це залежність швидкості з'єднання та радіуса дії від наявності перешкод і відстані між приймачем і передавачем. Один із способів збільшення радіуса дії бездротової мережі полягає у створенні розподіленої мережі на основі декількох точок бездротового доступу. При створенні таких мереж з'являється можливість організувати в будівлі єдину

бездротову зону та збільшити швидкість з'єднання незалежно від кількості стін (перешкод). Аналогічно вирішується і проблема масштабованості мережі, а використання зовнішніх спрямованих антен дозволяє ефективно вирішувати проблему перешкод, що обмежують сигнал.

Залежність від перешкод.

Втрата сигналу через стіни та інші об'єкти: Стіни, металеві конструкції та інші перешкоди можуть значно знизити якість і дальність бездротового сигналу.

Використання багатоточкових конфігурацій.

Для забезпечення безперервного покриття використовуються кілька точок доступу, розташованих таким чином, щоб мінімізувати вплив перешкод і забезпечити стабільне з'єднання на всій території.

Розширення мережі:

Створення єдиної бездротової зони.

Використання декількох точок доступу дозволяє створити безшовну мережу, яка забезпечує постійний зв'язок на всій території торгового комплексу без необхідності переналаштування обладнання.

Збільшення пропускної здатності.

Кожна точка доступу може обслуговувати певну кількість пристроїв, що дозволяє розподілити навантаження і забезпечити високу швидкість з'єднання для всіх користувачів.

Метою цієї роботи є проектування мережі бездротового доступу в торговельному комплексі з метою надання сучасних послуг зв'язку відвідувачам торгових залів для підвищення рівня інформатизації та забезпечення високошвидкісного доступу до Інтернету, а також представлення інтерактивної інформації про орендарів і структуру торгового комплексу на базі технології Wi-Fi.

Надання сучасних послуг зв'язку.

Забезпечення відвідувачів торгового комплексу можливістю використовувати високошвидкісний доступ до Інтернету для роботи, навчання чи розваг.

Підвищення рівня інформатизації.

Створення інтерактивних інформаційних систем, які надають відвідувачам актуальну інформацію про орендарів, акції та події у торговому комплексі.

Покращення взаємодії з клієнтами.

Впровадження технологій, що дозволяють зручно отримувати інформацію про товари та послуги, а також взаємодіяти з орендарями через мобільні пристрої.

Інтерактивна інформація:

Інформаційні термінали.

Розміщення інформаційних кіосків у різних зонах торгового комплексу для зручного доступу до інтерактивної інформації.

Мобільні додатки.

Розробка додатків, які дозволять відвідувачам отримувати інформацію про структуру комплексу, розташування магазинів та їх асортимент.

Вирішення проблеми масштабованості:

Гнучка архітектура.

Можливість додавання нових точок доступу без значних змін в існуючій інфраструктурі дозволяє легко розширювати мережу відповідно до зростаючих потреб.

Зовнішні спрямовані антени.

Використання таких антен дозволяє підвищити якість сигналу, подолати перешкоди і забезпечити зв'язок на великих відстанях, навіть у складних умовах.

1. Загальні відомості

1.1 Інформативність об'єктів та технічне завдання

Зазвичай кожен ТЦ - це проект регіонального масштабу, багатофункціональний торговельний комплекс, розташований, неподалік від основної транспортної магістралі міста.

Вулиці що ведуть до них є зв'язковою артерією між частинами міста, і транспортний потік в районі цього ділянки складає не менше 4 000 автомобілів на день. Кількість жителів у зоні охоплення від 26 тисячі осіб даного району кожного міста, що забезпечує велику кількість постійних відвідувачів торговельного центру. Загальна площа комплексу становить 122 581 кв. м, та має 4 рівні.

Архітектурні особливості: Загальна площа 122 581 кв. м: Велика площа комплексу дозволяє розмістити широкий спектр торговельних, розважальних і офісних приміщень, що задовольняють потреби різних груп споживачів.

4 поверхи: Багатоповерхова структура комплексу забезпечує ефективне використання простору і створює можливості для розміщення великої кількості орендарів з різноманітними послугами та товарами.

Багатофункціональність: Торговельний комплекс включає не тільки торгові площі, але й зони для відпочинку, розваг, харчування та ділових заходів, що робить його центром притягання для різних категорій відвідувачів.

Потенціал для розвитку - це можливості для бізнесу. Завдяки великій кількості відвідувачів і зручному розташуванню, торговельний комплекс створює привабливі умови для розвитку бізнесу, залучення інвесторів та партнерів.

Інтеграція з міською інфраструктурою: Комплекс має потенціал стати важливим елементом міської інфраструктури, сприяючи розвитку комерційних і культурних зв'язків у регіоні.

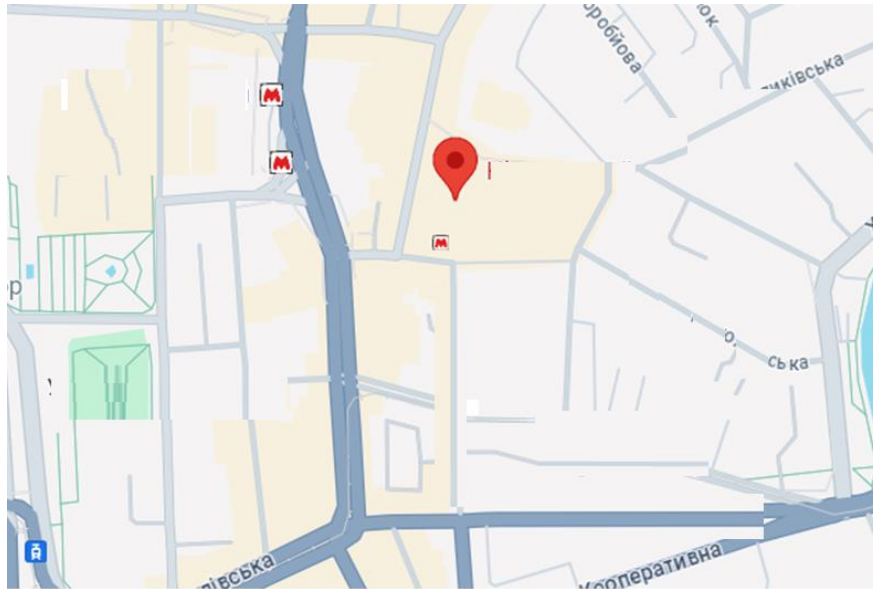


Рисунок 1. План розташування

Торговий комплекс є зоною сімейного відпочинку і поділений на основні зони: шопінгу, розваг і культурно-соціального життя.

Зона шопінгу насичена орендарями. Зона розваг включає багатозальний кінотеатр, боулінг, фудкорт на 750 посадкових місць і дитячі центри. Крім того, вона містить фонтани та площадки на 500 посадкових місць, які є відкритим майданчиком для основних культурних подій міста: концерти, театральні проекти, художні вистави, покази мод дизайнерів, трансляція спортивних змагань, підтримка міських благодійних акцій та студентських фестивалів.

Доступність для всіх категорій відвідувачів робить вертикальну зону розваг активним громадським простором і водночас ідеальним місцем для проведення промоакцій.

Виходячи з вищевикладеного, цей комплекс потребує організації покриття рекреаційної зони мережею Wi-Fi для надання відвідувачам ширококутного мобільного доступу до Інтернету. Ця послуга позитивно позначиться на зацікавленості відвідувачів торговельного комплексу, оскільки підвищить їхню проінформованість про комплекс, дозволить швидко отримувати інформацію з Інтернету про товари та послуги, а також допоможе урізноманітнити дозвілля або зайняти час очікування.

Запропонована бездротова мережа на основі стандартів IEEE 802.11 (Wi-Fi) має забезпечити високу якість зв'язку, безпеку та зручність для всіх відвідувачів

торгового комплексу. Забезпечення стабільного і швидкого доступу до Інтернету у всіх ключових зонах комплексу підвищить рівень комфорту і привабливості об'єкта для широкого кола відвідувачів, сприятиме кращому обслуговуванню клієнтів і ефективнішій організації дозвілля.

1.2 Технічне завдання

Сформулюємо вимоги до мережі бездротового зв'язку на основі групи стандартів IEEE 802.11 (Wi-Fi). Мережа бездротового зв'язку, побудована на основі групи стандартів IEEE 802.11 (Wi-Fi), призначена для забезпечення надійного та швидкого доступу до Інтернету для відвідувачів торгового комплексу, за допомогою мобільних пристроїв, таких як ноутбуки, ПК і смартфони. Мережа має охоплювати різні зони комплексу, щоб забезпечити максимальну зручність та комфорт користувачів.

Основні цілі мережі.

Забезпечення бездротового доступу до Інтернету для відвідувачів з мобільних пристроїв, таких як ноутбуки, КПК і смартфони.

Покриття ключових зон торгового комплексу, щоб забезпечити стабільний та швидкий доступ до Інтернету у всіх важливих місцях.

Основні вимоги до мережі та технічні характеристики:

Стандарти

Мережа повинна відповідати стандартам групи IEEE 802.11, включаючи 802.11n, 802.11ac, та 802.11ax для забезпечення високої пропускної здатності і надійності з'єднання.

Частотні діапазони

Підтримка діапазонів 2,4 ГГц і 5 ГГц для забезпечення гнучкості і мінімізації інтерференції.

Швидкість передачі даних

Забезпечення високої швидкості передачі даних, мінімум 300 Мбіт/с для стандарту 802.11n і більше 1 Гбіт/с для стандартів 802.11ac і 802.11ax.

Безпека

Підтримка сучасних стандартів шифрування, таких як WPA3, для забезпечення безпеки з'єднання і захисту персональних даних користувачів.

Для забезпечення безпеки бездротової ЛВС точки доступу Wi-Fi повинні відповідати таким загальним вимогам:

- Підтримувати механізм забезпечення цілісності та аутентифікації для захисту службових блоків даних, призначених для управління з'єднаннями у бездротовій ЛВС.
- Забезпечувати інтеграцію комплексної системи виявлення вторгнень із базою даних виявлених атак.
- Підтримувати функції, передбачені у розробляється стандарті IEEE 802.11w.
- Підтримувати протоколи захисту даних бездротових ЛВС IEEE 802.11i, WPA та WPA2 на апаратному рівні.
- Забезпечувати захист даних на основі стандарту WPA2 з максимально можливою швидкістю передачі на фізичному рівні.
- Підтримувати аутентифікацію за протоколами EAP-TLS, EAP-LEAP та EAP-FAST у режимі роботи ведучого радіомосту.

Зони покриття та доступність

Мережа повинна забезпечувати повне покриття ключових зон торгового комплексу, включаючи зони шопінгу, розваг, вертикальний атриум, фудкорт та дитячий центр.

Покриття на кожному поверсі

Забезпечення стабільного сигналу на всіх рівнях комплексу, включаючи всі чотири поверхи.

Обладнання та точки доступу

Встановлення достатньої кількості точок доступу для забезпечення якісного покриття і рівномірного розподілу сигналу.

Маршрутизатори та комутатори

Використання високопродуктивних маршрутизаторів та комутаторів для управління трафіком і забезпечення надійного з'єднання.

Моніторинг та системи управління

Впровадження систем для віддаленого моніторингу та управління мережею, що дозволить оперативно реагувати на можливі збої та проблеми.

Контроль доступу

Використання сучасних систем контролю доступу для обмеження несанкціонованого використання мережі і забезпечення високого рівня безпеки.

Технічна підтримка

Організація служби технічної підтримки для допомоги користувачам у разі виникнення проблем з підключенням або використанням мережі.

Доступні інструкції

Наявність зрозумілих і доступних інструкцій з підключення до Wi-Fi мережі для відвідувачів.

Перелік зон покриття на поверхових планах

Перший поверх:

Вхідні групи: Забезпечення покриття біля основних входів до торгового комплексу для зручного підключення при вході до будівлі.

Зона шопінгу: Повне покриття зони шопінгу для забезпечення доступу до Інтернету у всіх торгових точках.

Другий поверх:

Фудкорт: Забезпечення надійного покриття фудкорта на 750 посадкових місць, щоб відвідувачі могли користуватися Інтернетом під час харчування.

Боулінг та кінотеатр: Забезпечення покриття в зоні розваг для комфортного використання Інтернету в залах очікування і розваг.

Третій поверх:

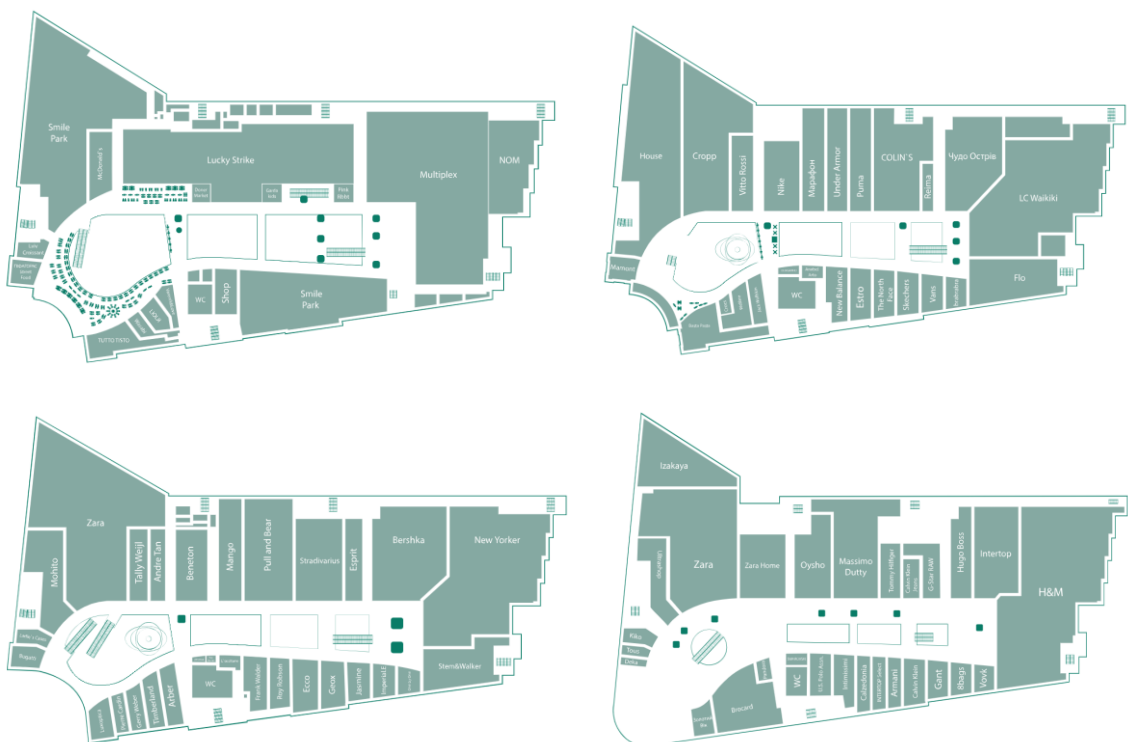
Вертикальний атриум: Забезпечення повного покриття атриуму на 500 місць для підтримки онлайн-трансляцій і забезпечення доступу до Інтернету під час культурних заходів.

Культурно-соціальна зона: Покриття зони для проведення заходів і акцій, щоб забезпечити стабільний зв'язок і доступ до Інтернету.

Четвертий поверх:

Забезпечення покриття дитячого центру, щоб батьки могли отримувати інформацію і забезпечити розваги для дітей через Інтернет.

Зони відпочинку: Забезпечення Wi-Fi у зонах відпочинку для забезпечення комфорту відвідувачів.



З урахуванням аналізу радіоефіру від Wi-Fi точок доступу, важливо забезпечити автоматичне змінення параметрів частотно-територіального плану та випроміненої потужності для мінімізації негативного впливу на бездротову мережу з боку небажаних пристроїв у ефірі.

Крім того, Wi-Fi точки доступу повинні підтримувати такі методи аутентифікації як EAP-FAST, EAP-LEAP, EAP-TLS, PEAP-GTC, PEAP-MSCHAPv2.

Також важливо забезпечити пропускну спроможність однієї точки доступу до 54 Мбіт/с та підтримку стандарту подачі живлення по витій парі IEEE 802.3af (обов'язково) та IEEE 802.3at (бажано).

Wi-Fi точки доступу повинні мати живлення від джерела постійного струму, а також забезпечити можливість автоматичної координованої зміни робочих частот та потужності радіопередатчиків декількома точками доступу для оптимізації зони покриття та продуктивності бездротової мережі.

Ця функція повинна підтримуватися в нормальному режимі роботи мережі. Додатково, точки доступу повинні мати можливість автоматичної координованої настройки потужності радіопередатчиків декількома точками доступу для усунення "дірок" у покритті, що виникають внаслідок виходу з ладу частини обладнання.

Загальні вимоги до контролерів бездротової ЛВС включають:

Кожен контролер бездротової ЛВС повинен підтримувати одночасну роботу з Wi-Fi точками доступу, призначеними для внутрішнього використання. Для стандартизації повинна бути реалізована можливість використання бездротового контролера в одній конструкції з маршрутизатором, міжмережєвим екраном, голосовим шлюзом та системою виявлення вторгнень.

Контролери повинні мати:

Таблицю MAC-адрес розміром не менше 16000;

Порти 10/100/1000 або SFP: не менше 2;

Інтерфейси VLAN: не менше 128;

Кількість підтримуваних точок доступу не менше 12 з можливістю подальшого розширення.

Вимоги забезпечення безпеки:

Кожен контролер бездротової ЛВС повинен задовольняти наступним вимогам забезпечення безпеки бездротової ЛВС:

- Підтримка централізованої аутентифікації та авторизації користувачів та мережевих пристроїв з використанням вбудованого RADIUS-сервера при підключенні до Wi-Fi точок доступу бездротової ЛВС за допомогою IEEE 802.1x;
- Вбудований RADIUS сервер у контролері повинен підтримувати аутентифікацію за протоколами EAP-FAST, EAP-LEAP, EAP-TLS та EAP-MD5 без використання зовнішніх програмних або апаратних компонентів;
- Вбудований RADIUS сервер у контролері бездротової ЛВС повинен підтримувати інтеграцію з зовнішніми базами даних облікових записів користувачів за протоколом LDAP;
- Вбудований RADIUS сервер у контролері бездротової ЛВС повинен підтримувати зберігання облікових записів користувачів у вбудованій базі даних контролера;
- Бездротовий контролер повинен підтримувати централізовану аутентифікацію та авторизацію користувачів з використанням зовнішнього RADIUS-сервера;
- Аутентифікація Wi-Fi точок доступу за допомогою цифрових сертифікатів при їх підключенні до контролера.

Стандарти бездротового зв'язку IEEE 802.11 є основою технології Wi-Fi (скорочення від Wireless Fidelity) - бездротового аналогу стандарту Ethernet, на основі якого сьогодні побудована значна частина офісних комп'ютерних мереж. Wi-Fi, фактично, є торговою маркою, запропонованою та рекламованою організацією Wi-Fi Alliance, і здобула широке поширення завдяки розвитку мобільних електронно-обчислювальних пристроїв, таких як КПК, ноутбуки, смартфони та інші.

Wi-Fi об'єднує кілька протоколів IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronic Engineers), над якими почалася робота в 1990 році. До стандартів IEEE 802.11, що входять до Wi-Fi, відносяться 802.11b, 802.11g, 802.11n. Convolutional Coding), відоме також як двійкове кодування, є технологією модуляції, яка використовується для генерації зайвого набору бітів для кожного переданого

біта корисної інформації. Це дозволяє підвищити ймовірність відновлення переданої інформації та забезпечити кращий захист від перешкод (шуми та перешкоди ідентифікуються як сигнал із різним набором бітів і, таким чином, фільтруються). Стандартом визначені чотири обов'язкові швидкості: 1, 2, 5,5 та 11 Мбіт/с.

Щодо можливого радіусу взаємодії пристроїв, він складає приблизно 30 метрів в закритих приміщеннях зі швидкістю 11 Мбіт/с, та до 90 метрів при швидкості 1 Мбіт/с, у відкритих приміщеннях або в зоні прямого видимості - близько 120 метрів (11 Мбіт/с) і до 460 метрів при 1 Мбіт/с. Умови постійного зростання потоків даних призвели до того, що ця специфікація майже вичерпала себе, і на зміну їй прийшов стандарт IEEE 802.11g.

Стандарт бездротової мережі IEEE 802.11g є логічним розвитком 802.11b, оскільки використовує той же частотний діапазон і передбачає сумісність з пристроями, які відповідають стандарту 802.11b. Одночасно з цим цей стандарт, як і очікувалося, намагався взяти все краще від піонерів 802.11b та 802.11a. Основний принцип модуляції був запозичений у 802.11a OFDM разом із технологією ССК (Complementary Code Keying, кодування комплементарним кодом), а додатково передбачено використання технології РВСС. Це дозволило включити у стандарт шість обов'язкових швидкостей: 1, 2, 5,5, 6, 11, 12, 24 Мб/с, і чотири необов'язкових: 33, 36, 48 і 54 Мб/с. Радіус дії збільшено в закритих приміщеннях до 30 метрів (54 Мб/с), і до 91 метра при швидкості 1 Мб/с, в межах прямої видимості зв'язок доступний на відстані 120 метрів із швидкістю 54 Мб/с, а при віддаленні до 460 метрів можливе використання із швидкістю 1 Мб/с. Окремий клас специфікацій 802.11 i/e/.../w головним чином призначений для опису функціонування різних службових компонентів та розробки нових технологій і стандартів бездротового зв'язку, роботи бездротових мостів, вимог до фізичних параметрів каналів (потужність випромінювання, діапазони частот), специфікацій, спрямованих на різні категорії користувачів і т.д.

IEEE 802.11n - версія стандарту 802.11, в якій передбачена обернена сумісність з 802.11a/b/g для мереж Wi-Fi. Цей стандарт був затверджений 11

вересня 2009 року. Стандарт 802.11n збільшує швидкість передачі даних практично в чотири рази у порівнянні з пристроями стандартів 802.11g (максимальна швидкість яких дорівнює 54 Мбіт/с), за умови використання в режимі 802.11n з іншими пристроями 802.11n. Теоретично 802.11n здатний забезпечувати швидкість передачі даних до 600 Мбіт/с (стандарт IEEE 802.11ac до 1,3 Гбіт/с), застосовуючи передачу даних одразу по чотирьох антенах. По одній антенні - до 150 Мбіт/с. Пристрої 802.11n працюють у діапазонах 2,4—2,5 або 5,0 ГГц.

Крім того, пристрої 802.11n можуть працювати в трьох режимах:

- спадний (Legacy), де забезпечується підтримка пристроїв 802.11b/g та 802.11a;
- змішаний (Mixed), де підтримуються пристрої 802.11b/g, 802.11a і 802.11n;
- "чистий" режим — 802.11n (саме в цьому режимі можна скористатися перевагами збільшеної швидкості та збільшеного радіусу передачі даних, забезпеченими стандартом 802.11n).

Чернетку стандарту 802.11n (DRAFT 2.0) підтримують багато сучасних мережевих пристроїв. Кінцева версія стандарту (DRAFT 11.0), яка була прийнята 11 вересня 2009 року, забезпечує швидкість до 600 Мбіт/с, багатоканальний вхід/вихід, відомий як MIMO, і більше покриття. Ці параметри дозволять використовувати стандарт 802.11n у завданнях, де використання Wi-Fi обмежувалося недостатньою швидкістю.

Основні рішення щодо організації мережі в торговому комплексі включають у себе наступне. Метою проектування даної системи є створення сучасної, масштабованої та надійної бездротової локальної мережі (БЛВС) із традиційними принципами мережевого дизайну: ієрархічність та модульність з урахуванням резерву для можливості розширення, як функціональних можливостей, так і кількісних характеристик (пропускна спроможність, портова ємність).

Запропонований варіант технічного рішення дозволяє забезпечити надійне підключення поверхових комутаторів завдяки дублюванню зв'язків між ядром

мережі та поверховими комутаторами. Ядро мережі реалізується в надійному варіанті, з повним дублюванням всіх компонент ядра, включаючи незалежні блоки живлення. Усі компоненти БЛВС забезпечують підтримку класів обслуговування (QoS), що гарантує передачу високопріоритетного трафіку без затримок. Усі життєво важливі компоненти мережі продубльовані та забезпечують неперервну роботу в разі відмови одного з критичних пристроїв.

При розробці архітектури мережі досягнутий баланс між наступними основними характеристиками та можливостями, необхідними для виконання бізнес-вимог та підтримки бізнес-додатків:

- висока доступність мережі;
- високошвидкісне комутування пакетів;
- якість обслуговування користувачів та додатків (QoS).

Проект передбачає:

- будівництво бездротової мережі передачі даних з базовою функціональністю локальної обчислювальної мережі;
- встановлення джерел безперебійного живлення.

Бездротову локальну обчислювальну мережу пропонується побудувати на обладнанні Alcatel-Lucent. Для забезпечення високошвидкісної передачі пропонується використовувати між рівнями ядра та доступу дубльовані канали по 10 Гбіт/с.

У складі БЛВС пропонується використовувати:

- На рівні ядра мережі рекомендується використовувати два комутатори Alcatel-Lucent Omni Switch 6900 з додатковим запасом ємності для встановлення додаткових інтерфейсних модулів.

- На рівні доступу рекомендується використовувати етажні комутатори Alcatel-Lucent Omni Switch 6450E, включаючи можливість живлення абонентських пристроїв через PoE (802.3af).

2. Вибір обладнання та розрахунок покриття

2.1 Alcatel-Lucent

Для побудови цієї локальної обчислювальної мережі передбачається використання обладнання Alcatel-Lucent, яке є високотехнологічними телекомунікаційними рішеннями, адаптованими до потреб державних структур, операторів зв'язку та приватних компаній.

Alcatel-Lucent (Euronext Paris та NYSE: ALU) розробляє рішення, що дозволяють операторам, корпоративним замовникам та державним установам у всіх країнах світу надавати кінцевим користувачам послуги, пов'язані з передачею голосу, відео та даних. Як лідер на ринку фіксованих, мобільних та конвергентних широкосмугових мереж, IP-технологій, додатків та послуг, Alcatel-Lucent пропонує комплексні рішення, які підтримують привабливі комунікаційні послуги вдома, на роботі та в дорозі. Компанія працює в більш ніж 130 країнах світу і є місцевим партнером з глобальною присутністю. Послугами компанії користуються більш ніж 150 IP-операторів у 65 країнах, включаючи 13 з 30 найбільших операторів. Alcatel-Lucent працює на світовому ринку зв'язку протягом кількох десятиліть. За цей час пройдено великий шлях - від поставок перших систем комутації до сертифікації систем якості та пропозиції широкого спектра інтегрованих рішень.

Alcatel-Lucent пропонує широкий спектр інтегрованих рішень у сфері сучасних засобів зв'язку, включаючи рішення для транспортних мереж і мереж передачі даних, рішення для високошвидкісного доступу до Інтернету та мобільних мереж зв'язку, мережеві застосунки та мобільні телефони стандарту GSM, а також корисне навантаження для космічних систем зв'язку. Інтегроване оптимізоване рішення з об'єднання пакетів від компанії Alcatel-Lucent є першим рішенням на ринку, спеціально призначеним для передачі всіх типів послуг по одному загальному каналу. Alcatel-Lucent підтримує адаптивну передачу пакетів для максимального використання радіочастотного спектру, значного покращення передачі широкосмугового трафіку та досягнення необхідного рівня

продуктивності для кожної послуги. Все це сприяє задоволенню потреб кінцевого користувача.

Коммутатор OmniSwitch 6900 — це компактний комутатор з високою щільністю портів 10 GE та портами 40 GE для мереж з підвищеними вимогами до пропускної спроможності. Платформа OS 6900 ідеально підходить для створення віртуалізованих центрів обробки даних. Можливість встановлення додаткових інтерфейсних модулів дозволяє налаштувати необхідну кількість портів з мінімальним коефіцієнтом підписки для доставки трафіку, що генерується застосунками. Окрім високої продуктивності та мінімальної затримки доставки пакетів, платформа OmniSwitch 6900 забезпечує покращене якість обслуговування, комутацію та маршрутизацію, а також високу надійність роботи мережі в цілому. Комутатор 6900 може використовуватися як агрегаційний комутатор Top of the Rack у центрах обробки даних, а також як комутатори ядра та агрегації в збірних мережах. Комутатори OmniSwitch 6900 відрізняються високою щільністю портів на 1U, що дозволить їх ефективно використовувати в системах наступного покоління. Висока продуктивність комутації та маршрутизації на швидкостях 40G, 10G та 1G. Загальна продуктивність на швидкості портів до 1,28 Тбіт/с, затримка менше однієї мікросекунди при підключенні до високопродуктивних серверів та магістральних мереж.

Висока надійність забезпечує максимальний час безперервної роботи. Мінімальне споживання електроенергії на кожний порт 10 GE в своєму класі. Ефективне керування енергоспоживанням дозволяє зменшити експлуатаційні витрати та знизити загальну вартість володіння завдяки зменшенню енергоспоживання. Застосовані функції інтеграції з Alcatel-Lucent OmniVista™ 2500 Virtual Machine Manager (менеджером віртуальних машин) (VMM) та віртуальними профілями мережі (vNP). Комутатори повністю підтримують технології віртуалізації, застосовані в центрах обробки даних.

Масштабована архітектура віртуалізації мережі, реалізована на платформі OS 6900, забезпечує гарантоване надання послуг згідно SLA за стандартними

каналами Ethernet, такими як EVB, SPB та динамічні віртуальні профілі мережі (vNP). Ця інноваційна архітектура розроблена для автоматизації розгортання мережевої інфраструктури, центрів обробки даних та хмарних послуг з одночасним запобіганням можливих проблем у мережі та працює на основі перевірених стандартів за невеликими експлуатаційними витратами.

Вбудовані інноваційні можливості операційної системи включають:

- Гарантоване якість надання послуг (QoS);
- Списки контролю доступу (ACLs);
- Підтримку L2/L3;
- Стекування VLAN;
- Підтримку IPv6;
- Архітектуру апаратного забезпечення з резервуванням;
- Джерела живлення та вентилятори з можливістю гарячої заміни;
- Продовжене охолодження спереду назад або від задньої стінки до передньої.

Комутатори ядра OmniSwitch 6900 з'єднані між собою двома каналами по 10 Гбіт/с, що забезпечує надійне з'єднання. Кожен під'їзний комутатор з'єднаний з комутаторами ядра за допомогою двох каналів по 10 Гбіт/с. На кожному поверхневому рівні розташовано по одному комутатору з підтримкою PoE на всіх портах (OS6450-P10) для живлення точок доступу Wi-Fi. Електроживлення всього обладнання ЛВС резервується джерелами безперебійного живлення.

Для поверхневих комутаторів передбачено запас за портовою ємністю на кожному поверсі. Для активного обладнання ЛВС також передбачено ЗПІ для забезпечення надійної роботи системи.

OS6900-X20



Ось характеристики комутатора OS6900-X20:

- Кількість портів (SFP+): 20
- Кількість слотів: 1
- Кількість виділених портів Ethernet для управління: 1
- Кількість портів USB: 1
- Кількість консольних портів: 1
- Кількість слотів основного блоку живлення: 1
- Кількість слотів резервного блоку живлення: 1
- Резервовані вентилятори: 3 + 1
- Об'єм Flash-пам'яті: 2 ГБ
- Об'єм оперативної пам'яті (DRAM): 2 ГБ
- Максимальна продуктивність: 640 Gb/s
- Пропускна здатність: 480 Mpps
- Споживана потужність при повному навантаженні: 181 Вт
- Розсіювана теплова енергія: 618 BTU/h
- Середній час безвідмовної роботи при живленні від мережі змінного струму: 146520 годин
- Середній час безвідмовної роботи при живленні від постійного струму: 153407 годин
- Розміри (Ш x Г x В): 48,2 см x 55,9 см x 4,4 см
- Маса (без блоків живлення та модулів): 7,61 кг
- Маса (повний комплект): 10,21 кг
- Робоча температура: Від 0°C до 45°C
- Температура зберігання: Від 10°C до 70°C

- Вологість при експлуатації (зберіганні): 5%-90% (5%-95%) без конденсації

Додаткові модулі:

Модуль OS-XNI-U12:

- Кількість портів 40 Гб (QSFP+): 0
- Кількість портів 10 Гб (SFP+): 12
- Швидкість комутації: 240 Gb/s
- Підтримка гарячої заміни: Так
- Споживана потужність: 44 Вт
- Розсіювана теплова енергія: 150,13 BTU/год

Модуль OS-XNI-U4:

- Кількість портів 40 Гб (QSFP+): 0
- Кількість портів 10 Гб (SFP+): 4
- Швидкість комутації: 80 Gb/s

Ось характеристики додаткових модулів та модульного резервного блоку живлення для комутатора OS6900:

Додатковий модуль OS-HNI-u6:

- Кількість портів 40 Гб (QSFP+): 2
- Кількість портів 10 Гб (SFP+): 4
- Швидкість комутації: 240 Gb/s
- Возможность гарячої заміни: Так
- Споживана потужність: 37 Вт
- Розсіювана теплова енергія: 126,25 BTU/год

Додатковий модуль OS-QNI-u3:

- Кількість портів 40 Гб (QSFP+): 3
- Кількість портів 10 Гб (SFP+): 4
- Швидкість комутації: 240 Gb/s
- Возможность гарячої заміни: Так

- Споживана потужність: 34 Вт
- Розсіювана теплова енергія: 116 BTU/год

Модульний резервний блок живлення OS6900:

- Потужність: 450 Вт
- Маса: 1,2 кг
- Розміри (Ш x Г x В): 50,5 см x 30 см x 4,2 см
- Потік охолодження: Спереду назад (F) або зі задньої стінки до передньої (R)
- Тип живлення: Від мережі змінного струму (BP) або від мережі постійного струму (BPD)

Ось деякі характеристики комутатора доступу Alcatel-Lucent OmniSwitch 6450-P10:

- Кількість портів: 10/100/1000 (10 портів)
- Тип портів: RJ-45
- Підтримка PoE: Так
- Підтримка стекування: Так, стекування 10 Гігабіт
- Uplinks: Uplinks Ethernet на швидкості 10 Гігабіт
- Оптичні порти: 2 порти SFP (1Gbs)
- Можливість збільшення пропускної здатності: Так, за допомогою ліцензії Performance License до 10Gbs
- Стекування: Стековий

Цей комутатор призначений для оптимізації мережі, забезпечуючи збільшену пропускну здатність та можливість електроживлення пристроїв через мережу передачі даних PoE на всіх портах.

Комутатори доступу Alcatel-Lucent OmniSwitch 6450-P10 - це новий гігабітний комутатор з можливістю стекінгу, спеціально розроблений для оптимізації мережі. Він дозволяє збільшувати пропускну здатність і отримувати такі можливості, як стекінг 10 гігабіт, 10 гігабітні Ethernet uplinks, і підтримують

сучасну технологію живлення зовнішніх пристроїв через мережу передачі даних PoE на всіх портах.

Комутатори OmniSwitch 6450 мають різні конфігурації портів:

- 10 портів 10/100/1000
- 24 порти 10/100/1000 або 48 портів 10/100/1000
- Підтримка PoE і non-PoE
- Оптична модель на 24 порти поставляється з двома портами SFP, які працюють на швидкості 1Gbps за замовчуванням, з можливістю збільшення пропускної здатності до 10Gbps за допомогою відповідної ліцензії Performance License.

OmniSwitch 6450 мають розширені можливості комутації (L2) з базовими функціями маршрутизації як для IPv4, так і для IPv6. Вони працюють на базі операційної системи AOS, забезпечують безпечну та безперебійну роботу додатків в мережі і надають зручні механізми управління та налаштування. Крім того, вони мають можливість гнучкої налаштовуваної аутентифікації пристроїв і користувачів за допомогою Alcatel-Lucent Access Guardian (IEEE 802.1x/MAC/captive portal) з перевіркою цілісності ПЗ (HIC).

Комутатори використовують джерела живлення постійного або змінного струму. Вони відрізняються високою надійністю завдяки можливості стекінгу, резервуванню блоків живлення і повному резервуванню комутатора в віртуальному шасі. Усі моделі характеризуються зниженим споживанням електроенергії, а версії з 10 і 24 портами не мають вбудованого вентилятора.



Рисунок 8. Коммутатор доступу OmniSwitch 6450-P10

Характеристики	Значення
Кількість портів PoE 10/100/1000BaseT, RJ-45	8
Кількість портів, що підтримують 802.3af	8
Кількість портів SFP	2
Кількість стекуючих портів	2

Характеристики	Значення
Кількість портів COMBO	2
Максимальна швидкість uplink/SFP-портів	10 Gbit/s
Розмір таблиці MAC адресів	До 16000
Flash-пам'ять	128 Мб
Оперативна пам'ять (DRAM)	512 Мб
Середній час безвідмовної роботи	499,729 годин
Споживана потужність при повному навантаженні	23,5 Вт
Максимальна потужність, передавана через PoE	115 Вт
Розподіл тепла	78 BTU/год
Розподіл тепла при максимальному навантаженні PoE	409 BTU/год
Робоча температура	0°C до 45°C
Температура зберігання	-40°C до 75°C
Вологість при експлуатації та зберіганні	5% - 95%
Ширина	29,21 см
Глибина	21,5 см
Висота	4,4 см

2.2. Контроллер беспроводной сети Wi-Fi

При розгортанні бездротової локальної мережі необхідно вирішити ряд завдань, пов'язаних з безпекою мережі, мобільністю користувачів та управлінням мережею та її ресурсами.

Користувачам Wi-Fi мережі важливо, щоб зв'язок та параметри безпеки зберігалися при переміщенні між точками доступу та підмережами (роумінг на рівні L2/L3). Ефективне використання бездротової мережі неможливе без керування точками доступу, радіопокриттям, QoS, користувачами та безпекою. Зазвичай контролер відокремлює бездротову мережу від провідної інфраструктури, забезпечуючи контроль та управління WLAN, а також обробку трафіку даних від бездротових користувачів та передачу його в провідну мережу для підтримки різних послуг бездротової мережі: гостьовий доступ, безшовний роумінг та інше.

Вирішення цих завдань в мережі торгового комплексу буде здійснене за допомогою технології Instant™ - віртуалізованим контролером мобільного доступу в точках доступу (AP) стандарту 802.11n, який має можливість створення повнофункціональної бездротової LAN (WLAN) корпоративного

класу, що забезпечує цінову доступність та простоту налаштування мережі Wi-Fi мінімальної конфігурації.

Висока ступінь масштабованості рішення Instant дозволяє використовувати точки доступу як у централізованій, так і в територіально-розподіленій мережевій інфраструктурі. Одна точка доступу (AP), призначена віртуальним контролером, може керувати групою з 16 точок доступу Instant. Система управління AirWave™ забезпечує централізоване керування декількома мережами віртуальних контролерів.

Технологія віртуального контролера дозволяє реалізувати в точці доступу Instant різноманітні можливості корпоративного рівня. Серед них:

- автоматична підтримка якості обслуговування (QoS);
- керування радіопокриттям, виявлення та запобігання вторгненням;
- аутентифікація за стандартом 802.1X;
- застосування політик на основі ролей та пристроїв;
- обмеження впливу шкідливих точок доступу;
- використання модуля Adaptive Radio Management™ (ARM™), який оптимізує логіку роботи клієнтів Wi-Fi, забезпечуючи відсутність перешкод для точок доступу.

Точка доступу Wi-Fi

Бездротова точка доступу Alcatel-Lucent InstantOmniAccess 135 (далі IAP135) стандарту 802.11n призначена для використання всередині приміщень і забезпечує максимальну продуктивність для мобільних пристроїв в умовах високої щільності бездротових радіосигналів.

Ця багатофункціональна точка доступу може передавати дані по радіоканалу зі швидкістю 450 Мбіт/с за стандартом 802.11n. IAP135 використовує три просторових потоки, що дозволяє доставляти на 50% більше інформації за одиницю часу, ніж стандарти попереднього покоління Wi-Fi.

Бездротова точка доступу IAP135 використовує 3x3 MIMO двохдіапазонні антени 2,4 ГГц/5 ГГц. Вона розроблена для тривалої безвідмовної роботи,

забезпечує надійні високошвидкісні мережеві послуги бездротового доступу, підтримує технології спектрального аналізу та адаптивного керування радіо пристроями (ARM). Це зменшує рівень радіоперешкод і підвищує ефективність роботи користувачів.

Точка доступу IAP135 підтримує стандарти 802.3af і 802.3at для живлення через Ethernet (PoE). Додатковий інтерфейс Ethernet (активний лише при підключенні PoE або живлення постійним струмом до точки доступу) забезпечує безпечний авторизований транспорт до мережевих пристроїв з провідним підключенням.

У режимі віддалених точок доступу (Remote AP (RAP)), це обладнання дозволяє організувати безпечний мережевий доступ до корпоративних ресурсів підприємства для віддалених користувачів.

Точка доступу підтримує розподілений і централізований режими передачі даних, одночасно надаючи краще управління радіочастотним ресурсом за допомогою технології Adaptive Radio Management (ARM). ARM дозволяє автоматизувати управління радіоканалами, захист від радіоперешкод і гарантувати високу продуктивність додатків Wi-Fi клієнтів з вимогливим трафіком, таким як голосові та відеодані.

Бездротова точка доступу IAP135 для внутрішнього розташування призначена для підтримки максимальної продуктивності в умовах максимальної щільності користувачів з максимальною гнучкістю розгортання та безпекою.

OAW-IAP135



Рис. 10. Беспровідная точка доступу OAW-IAP135

Характеристики	Величина
Бездротова точка доступу OAW-IAP135	
Відповідність промисловим стандартам	IEEE 802.11a/b/g/n
Швидкість передачі даних (макс)	450 Мбіт/с
Модуляція	DSSS, OFDM
Сертифікація	FCC
Підтримка якості обслуговування (QoS)	Так
Підтримка VLAN	Так
Консольний порт	1, RJ-45
Тип антени	3x3 MIMO, 2.4-2.5GHz і 5GHz
Тип кабелю	10/100/1000Base-T
Тип інтерфейсу	MDI/MDX
Роз'єм постійного струму (DC)	Так
Кількість портів Ethernet LAN (RJ-45)	2
Діапазон робочої вологості (без конденсату)	5 - 95 %
Діапазон робочих температур	0°C - 50°C
Діапазон температур зберігання	-40°C - 70°C
Слот для замка Kensington	Так
Габарити (Ш,В,Г)	170мм, 45мм, 170мм
Тип монтажу	Настінний
Висота	1U
Підтримка живлення 802.3at PoE	Так
Споживана потужність	16 Вт (PoE)
Вихідна потужність	20dBm/100mW

Етажні шкафи.

Вибір телекомунікаційної шафи базується переважно на зручності доступу до обладнання, розташованого всередині. З цієї точки зору найбільш привабливими є класичні трьохсекційні шафи. Також телекомунікаційний шаф повинен забезпечувати ефективне живлення, охолодження і захист мережевого обладнання.

При виборі розміру телекомунікаційних шафів слід враховувати не лише розміри встановлюваного мережевого обладнання, але й 30-відсотковий залишок об'єму, необхідний для зручного монтажу і обслуговування кабелів. Крім того, це забезпечить кращу циркуляцію повітря та ефективне охолодження

пристроїв всередині шафи. Обов'язковим вимогам при виборі шафи є відповідність стандартам 19-дюймового шафи за ГОСТ 28601.2. З метою забезпечення електричної безпеки всі зовнішні металеві частини шафи повинні бути заземлені. Крім того, активне обладнання, встановлене в монтажному шафі, також потребує заземлення. Зазвичай для зручності заземлення окремі частини шафи мають приварений контакт, який за допомогою проводу зазначеного перерізу з'єднується з загальною земельною шиною. Контакт може бути позначений символом заземлення ЕС 417-5019.



Рис. Телекомунікаційна шафа AESP

Для цього проекту були обрані серверні шафи серії "Grey Premium" від компанії AESP. Ця серія є однією з найбільш популярних розробок в області телекомунікаційного обладнання. Дана серія спрямована на розміщення серверів, важкого телекомунікаційного обладнання, джерел резервного живлення та іншого подібного обладнання. Таблиця характеристик телекомунікаційних шаф:

Артикул	Ємкість U	Висота Н (мм)	Глибина (мм)	Вага нетто (кг)	Полезна глибина (мм)	Макс. навантаження (кг)
RECW-065H	6	371	521	375	19.5	65
RECW-095H	9	504	521	375	23	75
REC-63710S-GP	37	1813	810	1000	-	1200
REC-64210S-GP	42	2035	810	1000	-	1200
REC-64710S-GP	47	2197	810	1000	-	1200

Особливостями серії серверних шафів Grey Premium є їх розбірна конструкція та велика навантажувальна здатність - до 1200 кг.

Вентиляція

Для підтримки мікроклімату в шафі використовується примусова вентиляція. Для організації цієї вентиляції і забезпечення більшого потоку холодного повітря всередині шафи для охолодження активного обладнання, а також фільтрації подаваного повітря в шафу, необхідно використовувати 19-дюймові вентиляторні модулі одноюнітового розміру або вентиляційні модулі, що встановлюються на стелю шафи. Вентиляторні модулі обладнані 2 або 3 елементами і можуть встановлюватися на будь-якій висоті за допомогою стандартного кріплення 19 дюймів. Потолочні вентиляторні модулі встановлюються в кришу шафи. Залежно від потрібної потужності подачі повітряного потоку і розміру шафи вентиляторні модулі комплектуються 2, 4 або 6 елементами.

Моделі REC-RMFTU-4A, REC-RMFTU-4T, REC-RMFTU-6A та REC-RMFTU-6T від AESP мають збільшені розміри корпусу порівняно з "настінною" серією і кількістю потокових елементів. Їх продуктивність складає 644 і 966 м³/год для чотирьох- і шести-потокових моделей відповідно.

Для підвищення потоку повітря через перфоровані двері шаф Grey Premium передбачено монтаж вентиляторів на дверцята за допомогою адаптера REC-RMFT-DM-GY.

Для більш ефективного використання електроенергії у шафі необхідно встановити термостат, який забезпечує включення та виключення вентиляторних модулів. Можлива установка рівня температури, при досягненні якого буде автоматично вмикатися або вимикатися підключений вентиляторний блок. Варіант RMFTU-4A і RMFTU-6A передбачає режими "ввімкнено", "вимкнено", а також автоматичне ввімкнення. У режимі автоматичного включення вентилятор самостійно запускається при досягненні температури $34 \pm 2^{\circ}\text{C}$, і вимикається при охолодженні до 27 градусів. Пороги автоматичного спрацювання встановлені заводськими налаштуваннями і не можуть бути змінені користувачем. Варіант RMFTU-4T і RMFTU-6T обладнаний електронним контролером з дисплеєм, що дозволяє налаштовувати пороги включення і виключення. Контролер визначає температуру оточуючого повітря за допомогою вбудованого датчика, відображає її на дисплеї, і управляється за допомогою клавіатури на лицевій панелі вентилятора.



Рис 12. Універсальний вентилятор AESR

2.3 Розрахунок зони покриття та побудова мережі

Для побудови оптимальної мережі Wi-Fi в ТЦ потрібно виконати наступні кроки:

1. Аналіз площі: Зважте на загальну площу приміщень кожного поверху, включаючи технічні приміщення. Розрахуйте, скільки точок доступу потрібно для покриття кожного поверху.

2. Врахування матеріалів: Врахуйте, що бетонні стіни і перекриття можуть значно знизити зону покриття Wi-Fi. Використовуйте це для визначення оптимального розташування точок доступу.

3. Мінімальний рівень сигналу: Встановіть мінімально допустимий рівень сигналу (-75 дБм) для забезпечення стабільної роботи мережі. Розрахуйте, як це вплине на розміщення точок доступу.

4. Програмне забезпечення для розрахунків: Використовуйте програмне забезпечення AirMagnet Survey для проведення детального аналізу кожного поверху та визначення оптимального розташування точок доступу.

5. Врахування конфігурації приміщень: Врахуйте конфігурацію приміщень та розташування перегородок для визначення кращих місць для точок доступу.

6. Зона покриття для кожного поверху: Обчисліть зону покриття для кожного поверху, враховуючи матеріали та конфігурацію приміщень.

7. Розташування точок доступу: На основі результатів аналізу визначте оптимальне розташування точок доступу на кожному поверсі.

8. План монтажу: Розробіть план монтажу, включаючи кількість, розташування та тип точок доступу, а також управління вентиляцією та терморегуляцією.

9. Тестування та налаштування: Після монтажу проведіть тестування мережі та налаштуйте її для оптимальної продуктивності.

Загальна площа приміщень на перших трьох поверхах комплексу складає 122581 кв.м, а площа технічних приміщень на 4 поверсі - 2216 кв.м. З урахуванням наявності бетонних стін, перекриттів і секційних перегородок з цементних матеріалів, що мають схожі параметри затухання сигналу, як у кирпичних стін, зони покриття для кожної точки доступу будуть значно зменшені.

Мінімально припустимий рівень сигналу для правильної та комфортної роботи визначається як -75 дБм. Слід звернути увагу на те, що для частоти 5ГГц зона стійкого сигналу буде значно меншою, ніж для частоти 2.4ГГц. Також

бетонні стіни та перекриття негативно впливають на проникнення радіохвиль, особливо для частоти 5ГГц.

Згідно з характеристиками, для цих точок доступу відкритий простір забезпечує зону стійкого сигналу приблизно на відстані 90 метрів. Ураховуючи кількість перегородок і конфігурацію приміщень у торговому комплексі, ця відстань зменшиться принаймні в 3 рази.

Основні розрахунки для визначення кількості та місця розташування точок доступу будуть виконані за допомогою програмного комплексу AirMagnet Survey для кожного поверху.

AirMagnet Survey - це найточніше відоме програмне забезпечення у галузі бездротових досліджень з метою складання схем, планування та проектування місцевих бездротових мереж 802.11n/a/b/g/ac для оптимальної продуктивності, безпеки та відповідності стандартам. Це програмне забезпечення для бездротових досліджень розраховує оптимальну кількість, розташування та конфігурацію точок доступу для успішного розгортання бездротової мережі LAN.

AirMagnet Survey виходить за рамки перевірки охоплення радіочастот, забезпечуючи продуктивність мережі для кінцевого користувача з точки зору швидкості зв'язку, пропускну здатності та статистики пакетів. Кінцевим результатом є комплексна карта Wi-Fi для всіх критичних показників радіочастот та продуктивності для кінцевого користувача, що допомагає правильно розгорнути мережу відразу ж і уникнути дорогоцінних доробок та скарг, які надходять до служби IT.

Розширені функції цього програмного забезпечення для бездротових досліджень дозволяють користувачам інтегруватися з професійними спектральними аналізаторами для збору даних Wi-Fi та інших мереж, але, на жаль, в рамках даного дипломного проекту, відсутність на місці та детальне планування бездротової мережі з точки зору кінцевих користувачів, а також моделювання сценаріїв будівництва, не виявилось можливим.

Визначення кількості точок доступу

Розробивши використовуючи програмний комплекс AirMagnet Survey та базуючись на технічних характеристиках обраного обладнання Alcatel-Lucent, були створені карти зон покриття кожного поверху, що в подальшому дозволило визначити кількість та місця розташування точок доступу на поверххах торгового комплексу. Для складання зони покриття в AirMagnet Survey було завантажено план першого поверху торгового комплексу. Далі на зображення наносились інженерні конструкції - бетонні стіни, легкі стіни з гіпсокартону та вітрини з скла. Програма має попередньо встановлені параметри величини затухання різних типів перегородок, що дозволяє найточніше відобразити проекцію радіосигналу в приміщенні. Для оптимального автоматичного розташування точок доступу в приміщенні необхідно на план етажу нанести необхідні зони покриття мережі відповідно до технічного завдання.

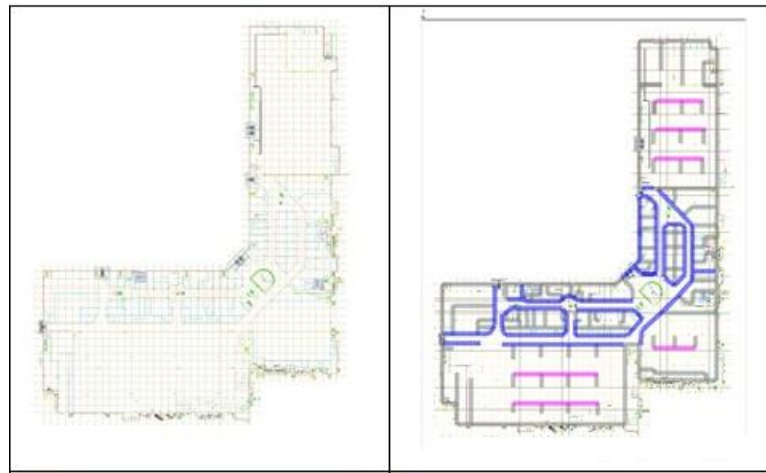


Рис. Проектування стін та перегородок

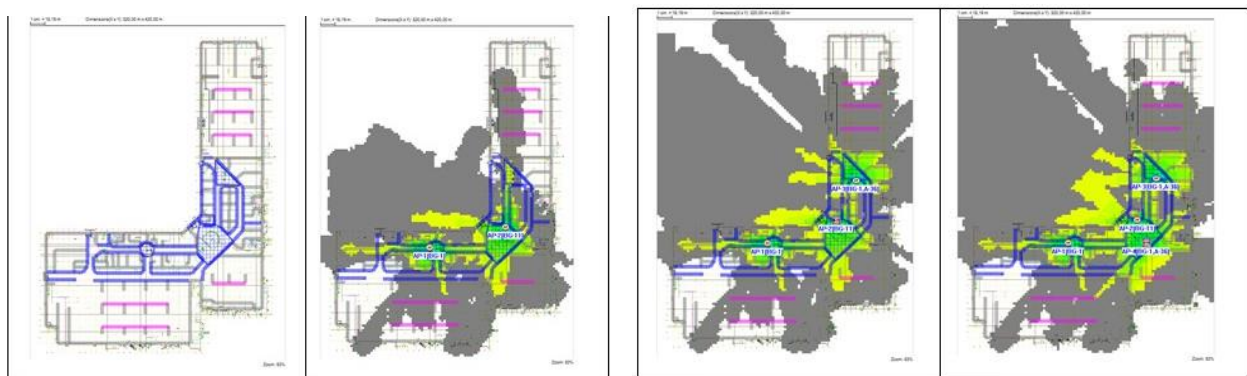


Рис. Автоматичний розподіл точок доступу

Після нанесення на зображення плану поверху всіх об'єктів та потрібних зон покриття можна провести автоматичний розрахунок оптимального

розташування точок доступу. У меню автоматичного розрахунку було вказано мінімально допустимий рівень сигналу для правильної та комфортної роботи -75 дБм, але в додаткових налаштуваннях при створенні проекту був вказаний тип будівлі - торговий центр, що дозволило програмі AirMagnet Survey максимально точно розрахувати положення та кількість точок доступу, використовуючи типові характеристики цього типу будівель. Таким чином, були мінімізовані витрати на придбання обладнання, зведення його кількості до оптимального рівня. На малюнках, що відображають зону покриття радіосигналу, сірий колір показує зону, де сигнал не досягає мінімально допустимого рівня - 75 дБм, а відтінки від жовтого до зеленого вказують на зону, яка задовольняє вимоги технічного завдання проекту.

Функція Planner Advisor, на основі введених даних, визначила кількість (2 шт.) та розташування точок доступу (Рисунок 17). Проте під час аналізу цієї карти зон покриття радіосигналу видно, що зона відпочинку не має достатнього охоплення. Було прийнято рішення збільшити кількість точок доступу та змінити їх розташування відповідно до конфігурації приміщення, а саме (Рисунок 18):

- додати точку доступу AP-3 в зоні відпочинку біля входу "1" в північному корпусі;

- перемістити точку доступу AP-2 ближче до тераси кафе, розташованого біля входу "1";

Також було прийнято рішення (Рисунок 19) розташувати четверту точку доступу AP-4 на протилежному боці атриуму від уже доданої, через очікувану велику кількість відвідувачів комплексу, які входять через головний вхід "1".

Згідно проведених досліджень першого поверху торгового комплексу "Акварель" у програмному комплексі AirMagnet Survey, було визначено оптимальну кількість точок доступу для забезпечення вимаганого рівня сигналу на охоплюваній території. Для будівництва Бездротової Локальної Високошвидкісної Мережі (БЛВМ) на першому поверсі комплексу потрібно 4 бездротових точок доступу Alcatel-Lucent OAW-IAP135.

Аналогічно було проведено моделювання зон покриття та визначення кількості точок доступу на поверхах 2-4.

На другому поверсі виникла необхідність збільшити розраховану програмою кількість точок доступу (Рисунок 23), очікуючи на велику відвідуваність атриуму і великого кафе, розташованого на цьому поверсі. Додавання четвертої точки доступу дозволило покращити прогнозовану якість прийому радіосигналу в зоні відпочинку галереї південного корпусу будівлі і забезпечити все необхідне покриття Wi-Fi.



Рис. Ручне збільшення точок доступу

Автоматичне визначення розташування точок доступу за допомогою Planner Advisor створило карту зони покриття радіосигналу третього поверху, що повністю відповідає вимогам технічного завдання і не потребує коригування. Простота планування фудкорту, а також його розміри відкритого простору дозволили обмежитися однією точкою доступу Wi-Fi для організації мережі на третьому поверсі торгового комплексу.



Рис. Автоматичне маркування точок доступу

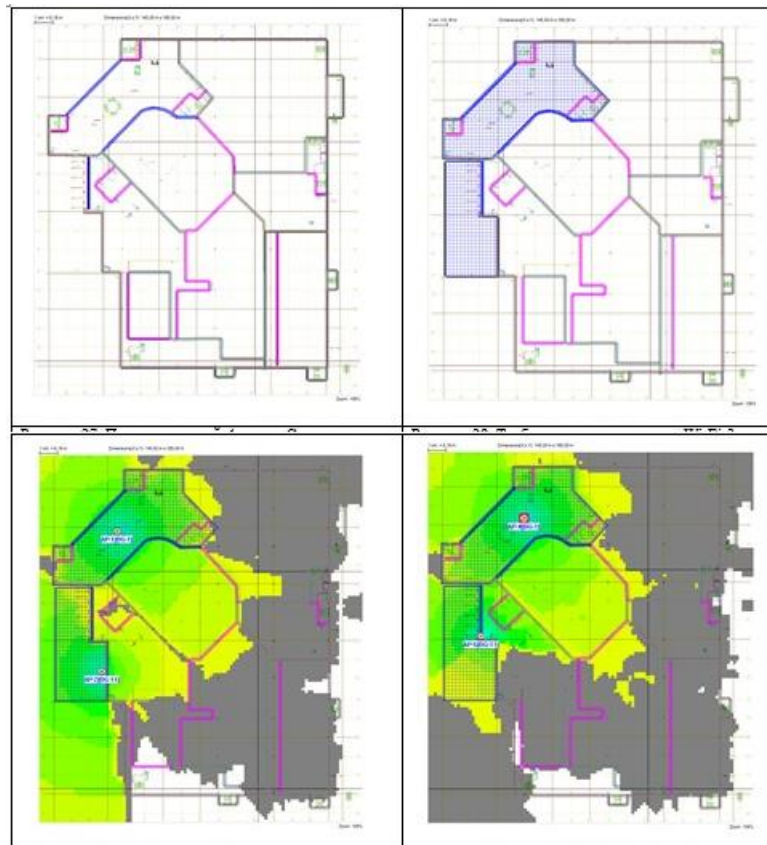


Рис. Ручне додавання до маркування точок доступу

При розміщенні точок доступу на 4-му поверсі торгового комплексу знадобилося перемістити автоматично розташовану точку доступу AP-2

всередину приміщення, за скляні стіни, оскільки технічні характеристики обладнання допускають установку тільки у внутрішніх приміщеннях. Для забезпечення необхідної зони покриття четвертого поверху потрібно встановити 2 бездротові Wi-Fi точки доступу. Згідно з результатами проектування зон покриття радіосигналу

Розподіл адресного простору

Переклад

Для всього проєкту виділена IP-мережа класу C. Слід враховувати, що окрім адрес, які використовуються на абонентських пристроях, частина адрес необхідна для службових потреб, а саме для керування точками доступу, комутатором, контролером бездротової мережі. Частина адрес необхідна для здійснення маршрутизації.

Для зв'язку точок доступу Alcatel-Lucent OAW-IAP135 з контролером бездротової мережі виділимо одну мережу класу C з маскою /24. Ця мережа не маршрутизується кінцевим користувачам, а використовується лише для зв'язку між точками доступу та контролером. Також ці адреси можуть використовуватися для налагодження налаштувань у разі виникнення проблем з будь-якими точками доступу або абонентськими пристроями.

Для керування та маршрутизації всередині бездротової мережі виділимо одну мережу класу C з маскою /24, яку надалі розділимо на менші сегменти.

Для закритої бездротової внутрішньої ЛВС, користувачами якої будуть співробітники торгового комплексу, виділимо одну мережу класу C з маскою /22.

Для відкритої мережі бездротової ЛВС, користувачами якої будуть відвідувачі торгового комплексу, виділимо одну мережу класу C з маскою /19.

При розподілі адресного простору враховується максимальна відвідуваність у «години пік» торгового комплексу. Також береться до уваги і той факт, що у відвідувачів або у персоналу комплексу може бути декілька пристроїв доступу.

Таким чином, орієнтуючись на все вищезазначене, для кращого підсумовування мереж і подальшого зменшення кількості маршрутів у таблиці

маршрутизації, було вирішено використовувати для проекту мережу 192.168.96.0/18.

IP мережа	Кількість IP адрес	Опис
192.168.68.0/19	8191	Мережа для абонентських пристроїв відкритої бездротової мережі
192.168.100.0/21	2047	Мережа для абонентських пристроїв закритої бездротової мережі
192.168.108.0/24	256	Мережа для комунікації точок доступу з бездротовим контролером доступу
192.168.109.0/24	255	Резерв
192.168.110.0/24	255	Резерв
192.168.111.0/24	255	Мережа управління активним обладнанням, P2P комунікації, маршрутизації.

Розпишемо номери VLAN для сегментів мережі та вкажемо обладнання для термінації трафіку для бездротового обладнання.

IP мережа	VLAN	Термінаційне обладнання
192.168.96.0/21	41	OS6850EP24X-EU
192.168.104.0/22	42	OS6850EP24X-EU
192.168.108.0/24	50	OS6850EP24X-EU

Пояснення

- 192.168.96.0/21 (VLAN 41):
 - IP-мережа: Цей діапазон IP-адрес використовується для абонентських пристроїв відкритої бездротової мережі.
 - VLAN: 41.
 - Термінаційне обладнання: OS6850EP24X-EU. Це комутатор, який буде забезпечувати термінацію трафіку та управління мережевими ресурсами.
- 192.168.104.0/22 (VLAN 42):
 - IP-мережа: Цей діапазон IP-адрес використовується для абонентських пристроїв закритої бездротової мережі.
 - VLAN: 42.
 - Термінаційне обладнання: OS6850EP24X-EU. Це комутатор, який забезпечує термінацію трафіку для закритої мережі, надаючи додатковий рівень безпеки.
- 192.168.108.0/24 (VLAN 50):
 - IP-мережа: Цей діапазон IP-адрес використовується для зв'язку точок доступу з контролером бездротового доступу.

- VLAN: 50.
- Термінаційне обладнання: OS6850EP24X-EU. Цей комутатор забезпечує надійну термінацію трафіку між точками доступу та контролером, забезпечуючи оптимальну роботу бездротової мережі.

Ця структура VLAN і розподіл IP-адрес допомагає забезпечити ізоляцію та безпеку мережевого трафіку між різними типами користувачів і пристроїв, а також спрощує управління та адміністрування мережі.

Розпишемо номери VLAN для сегментів мережі для обладнання та маршрутизаторів.

IP-мережа	VLAN	Опис
192.168.111.248/29	60	Мережа управління обладнанням
192.168.111.240/29	59	Site-to-site з'єднання з мережею оператора (вихід в інтернет)
192.168.111.0/30	58	Point-to-point з'єднання з ЛВС парома
192.168.111.4/30	57	Point-to-point з'єднання WLC

Пояснення

- 192.168.111.248/29 (VLAN 60):
 - IP-мережа: Діапазон адрес від 192.168.111.248 до 192.168.111.255, використовується для мережі управління обладнанням.
 - VLAN: 60.
 - Опис: Мережа для управління активним обладнанням торгового комплексу, забезпечує адміністрування та моніторинг мережевих пристроїв, таких як комутатори та точки доступу.
- 192.168.111.240/29 (VLAN 59):
 - IP-мережа: Діапазон адрес від 192.168.111.240 до 192.168.111.247, використовується для Site-to-site з'єднання з мережею оператора.
 - VLAN: 59.
 - Опис: Цей сегмент мережі забезпечує з'єднання з інтернет-провайдером і використовується для виходу в інтернет. З'єднання Site-to-site дозволяє безпечно і надійно підключати локальні мережі через інтернет.
- 192.168.111.0/30 (VLAN 58):
 - IP-мережа: Діапазон адрес від 192.168.111.0 до 192.168.111.3, використовується для Point-to-point з'єднання з локальною мережею парома.
 - VLAN: 58.

- Опис: Цей VLAN використовується для прямого з'єднання з ЛВС парома, що забезпечує обмін даними між торговим комплексом і мережевою інфраструктурою парома.
4. 192.168.111.4/30 (VLAN 57):
- IP-мережа: Діапазон адрес від 192.168.111.4 до 192.168.111.7, використовується для Point-to-point з'єднання з контролером бездротової мережі (WLC).
 - VLAN: 57.
 - Опис: Цей сегмент мережі забезпечує пряме з'єднання між точками доступу і контролером бездротової мережі. Це дозволяє ефективно керувати бездротовою інфраструктурою та забезпечувати надійну роботу мережі.

IP-мережа	VLAN	Опис
192.168.111.248/29	60	Мережа управління обладнанням
192.168.111.240/29	59	Site-to-site з'єднання з мережею оператора (вихід в інтернет)
192.168.111.0/30	58	Point-to-point з'єднання з ЛВС парома
192.168.111.4/30	57	Point-to-point з'єднання WLC

Цей розподіл дозволяє оптимально використовувати IP-адреси, забезпечує сегментацію мережі для підвищення безпеки та ефективного управління трафіком.

Складемо таблицю комутацій між точками доступу, комутатором, бездротовим контролером і супутниковим каналом зв'язку, для повноцінної картини використання портів обладнання.

Початковий інтерфейс обладнання	Кінцевий інтерфейс обладнання
Cisco Aironet 2602I-E-K9 31xGigabit Ethernet	Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L 31xGigabit Ethernet
Cisco WLC 5508 2x1000Base SX	Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L 2x1000Base SX
Обладнання супутникового зв'язку 1xFastEthernet	Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L 1xGigabit Ethernet

Пояснення

1. Cisco Aironet 2602I-E-K9 до Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L:
 - Початковий інтерфейс обладнання: 31 портів Gigabit Ethernet на точці доступу Cisco Aironet 2602I-E-K9.

- Кінцевий інтерфейс обладнання: 31 порт Gigabit Ethernet на комутаторі Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L. Це забезпечує підключення бездротових точок доступу до комутатора для передачі трафіку у мережу.
2. Cisco WLC 5508 до Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L:
- Початковий інтерфейс обладнання: 2 порти 1000Base SX на контролері бездротової мережі Cisco WLC 5508.
 - Кінцевий інтерфейс обладнання: 2 порти 1000Base SX на комутаторі Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L. Ця зв'язок забезпечує підключення контролера бездротової мережі до комутатора для управління бездротовими точками доступу.
3. Обладнання спутникового зв'язку до Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L:
- Початковий інтерфейс обладнання: 1 порт FastEthernet на обладнанні спутникового зв'язку.
 - Кінцевий інтерфейс обладнання: 1 порт Gigabit Ethernet на комутаторі Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L. Це забезпечує підключення обладнання спутникового зв'язку до комутатора для передачі даних у мережу.

Як видно з таблиці 6, для остаточного під'єднання всіх мережевих пристроїв в одну схему, додатково необхідно 4 SFP модулі (GLC-SX-MM). А також 4 оптичних мультимодових комутаційних кабелі з роз'ємами LC-LC. Інша комутація здійснюється за допомогою комутаційних кабелів з роз'ємами RJ-45.

Складемо детальну таблицю використання портів на комутаторі Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L.

Інтерфейс локального пристрою	Назва кінцевого пристрою	Інтерфейс кінцевого пристрою
GigabitEthernet1/0/1	Cisco Aironet 2602I-E-K9	GigabitEthernet0/1
GigabitEthernet1/0/31	Cisco Aironet 2602I-E-K9	GigabitEthernet0/1
GigabitEthernet1/0/48	Коммутатор ЛВС парома	-
GigabitEthernet1/0/47	Обладнання оператора	-
	(вихід в Інтернет)	
GigabitEthernet1/1/1	Cisco WLC 5508	GigabitEthernet1/0/1
GigabitEthernet1/1/2	Cisco WLC 5508	GigabitEthernet1/0/2

Пояснення

1. **Cisco Aironet 2602I-E-K9 до Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L:**
 - Порти GigabitEthernet1/0/1 та GigabitEthernet1/0/31 на Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L призначені для підключення до портів GigabitEthernet0/1 на бездротових точках доступу Cisco Aironet 2602I-E-K9.

2. **Комутатор ЛВС парома до обладнання оператора:**
 - Порт GigabitEthernet1/0/48 на Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L призначений для підключення до обладнання оператора, що забезпечує вихід в Інтернет через паромну ЛВС.
3. **Cisco WLC 5508 до Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L:**
 - Порти GigabitEthernet1/1/1 та GigabitEthernet1/1/2 на Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L призначені для підключення до портів GigabitEthernet1/0/1 та GigabitEthernet1/0/2 відповідно на контролері бездротової мережі Cisco WLC 5508.

Виберемо назви SSID і методи аутентифікації.

Згідно зі стандартом 802.11, пунктом 7.3.2.1 Service Set Identity (SSID) Element, SSID може мати довжину від 1 до 32 символів. Наступні символи: ?, «, \$, [, \,] і ♦ заборонені. Наступні три символи: !, # і ; не можуть бути першими в назві SSID.

Керуючись вищеописаними вимогами присвоїмо SSID - **AQUARELLE_FREE**.

Аутентифікація та авторизація на Layer 3 Security, тобто бездротова мережа є відкритою, підключитися може абсолютно будь-який користувач. Однак під час спроби надіслати перший HTTP-пакет у зовнішню мережу, пакет буде перехоплено бездротовим контролером, і у відповідь буде надіслано веб-сторінку з формою згоди на використання бездротової мережі, правилами користування мережею та схемою торговельного комплексу. Після згоди користувача з правилами надання послуг зв'язку, шляхом надсилання веб-форми на контролер. Далі відбувається переадресація на первісно запитану сторінку і доступ до зовнішньої мережі відкрито.

Ґрунтуючись на отриманих даних вище, розроблено фізичну схему мережі бездротового абонентського доступу, зображену на малюнку

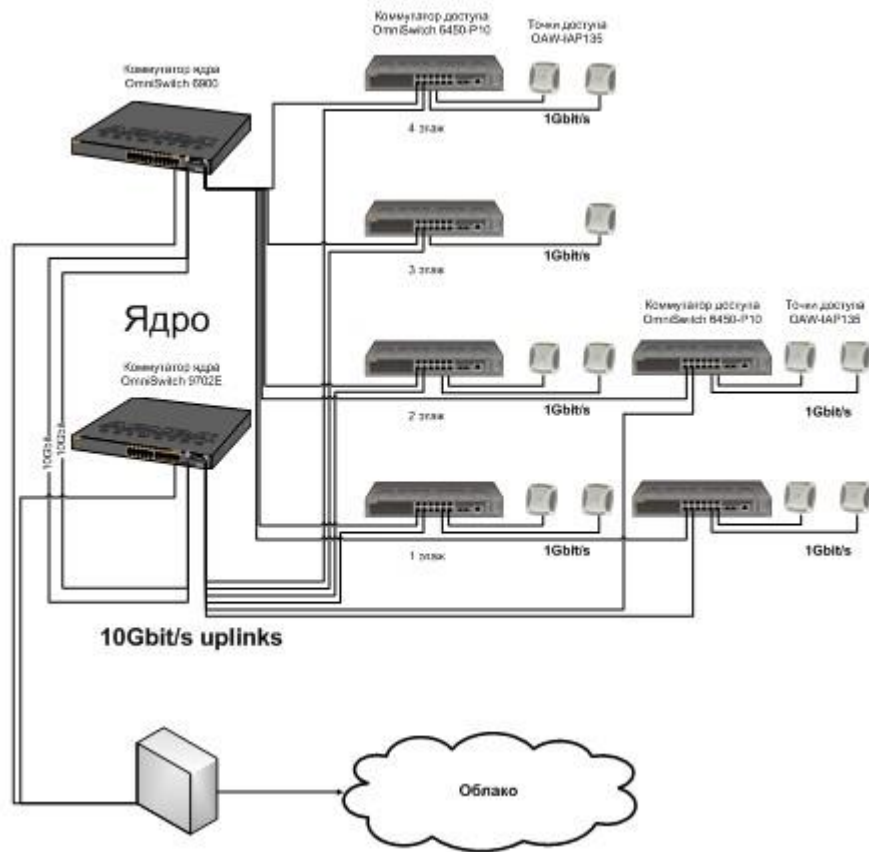


Рис. Фізична схема мережі

3. Забезпечення інформаційної безпеки.

3.1. Безпека в бездротових мережах

Основним питанням під час побудови бездротових мереж, безумовно, є питання забезпечення необхідного рівня безпеки інформації, що циркулює в мережу. Насамперед, причина гостроти питання у використовуваному середовищі передачі даних - радіофірі.

На відміну від звичайних мереж, в які інформація передається дротами, здійснити перехоплення інформації в радіофірі набагато простіше - достатньо мати комплект обладнання, аналогічний комплекту обладнання абонента бездротової мережі. Тому в специфікації стандартів IEEE 802.11 особливу увагу приділено питанням безпеки - визначено протокол забезпечення безпеки бездротових мереж WEP.

Для вирішення питання заходів безпеки необхідно визначити доступні заходи і засоби, що дають змогу зробити бездротову мережу якомога безпечнішою.

-Зменшити зону радіопокриття (зрозуміло, до мінімально прийнятної). В ідеалі, зона радіопокриття мережі не повинна виходити за межі контрольованої території

-Змінити пароль адміністратора за замовчуванням

-Активізувати фільтрацію за MAC-адресами

-Заборонити широкомовне розсилання ідентифікатора мережі (SSID)

-Змінити ідентифікатор мережі (SSID), встановлений за за замовчуванням

-Активізувати функції WEP

-Періодично змінювати WEP-ключі

-Виконати відповідні налаштування фільтрації трафіку на телекомунікаційному обладнанні та міжмережєвих екранах

-Забезпечити резервування обладнання, що входить до КТС

-Забезпечити резервне копіювання ПЗ та конфігурації обладнання

-Здійснювати періодичний моніторинг стану захищеності бездротової мережі за допомогою спеціалізованих засобів аналізу захищеності для бездротових мереж.

Всі ці методи захисту можна реалізувати на обладнанні практично будь-якого виробника, представленого на ринку бездротових мереж стандарту 802.11, що має логотип Wi-Fi.

Комплекс перерахованих вище заходів захисту заведено вважати «початковим» рівнем, нижче якого опускатися категорично не можна під час проектування корпоративної бездротової мережі.

Шифрування WEP

Механізми Wired Equivalency Privacy, визначений у стандарті IEEE 802.11, забезпечує ще один рівень безпеки. Він спирається на алгоритм шифрування RC4 компанії RSA Data Security з 40- або 128-розрядними ключами. Незважаючи на те, що використання WEP дещо знижує пропускну здатність, ця технологія заслуговує на більш пильну увагу. Додаткові функції WEP зачіпають процеси мережевої аутентифікації та шифрування даних. Процес аутентифікації з ключем, що розділяється, для отримання доступу до бездротової мережі використовує 64-розрядний ключ - 40-розрядний ключ WEP виступає як секретний, а 24-розрядний вектор ініціалізації (Initialization Vector) - як розділяється. Якщо конфігурація точки доступу дає змогу приймати тільки звернення з поділюваним ключем, вона надсилатиме клієнту випадковий рядок виклику довжиною 128 октетів. Клієнт має зашифрувати рядок виклику і повернути зашифроване значення точці доступу. Далі точка доступу розшифровує отриманий від клієнта рядок і порівнює його з вихідним рядком виклику.

Нарешті, право клієнта на доступ до мережі визначається залежно від того, чи пройшов він перевірку шифруванням. Процес розшифровки даних, закодованих за допомогою WEP, полягає у виконанні логічної операції «виключаюче АБО» (XOR) над ключовим потоком і прийнятою інформацією. Процес аутентифікації з поділюваним ключем не допускає передачі реального

40-розрядного ключа WEP, тому цей ключ практично не можна отримати шляхом контролю за мережевим трафіком. Ключ WEP рекомендується періодично змінювати, щоб гарантувати цілісність системи безпеки.

Ще одна перевага бездротової мережі пов'язана з тим, що фізичні характеристики мережі роблять її локалізованою. У результаті дальність дії мережі обмежується лише певною зоною покриття. Для підслуховування потенційного зломисника зломисник повинен буде перебувати в безпосередній фізичній близькості, а отже, привертати до себе увагу. У цьому перевага бездротових мереж з точки зору безпеки. Бездротові мережі мають також унікальну особливість: їх можна відключати або модифікувати їхні параметри, якщо безпека зони викликає сумніви.

Для вторгнення в мережу необхідно до неї підключитися. У випадку з дротовою мережею потрібне електричне з'єднання, бездротовою - досить опинитися в зоні радіовидимості мережі з обладнанням того самого типу, на якому побудована мережа.

У дротових мережах основний засіб захисту на фізичному і MAC-рівнях - адміністративний контроль доступу до обладнання, недопущення зломисника до кабельної мережі. У мережах, побудованих на керованих комутаторах, доступ може додатково обмежуватися за MAC-адресами мережевих пристроїв.

У бездротових мережах для зниження ймовірності несанкціонованого доступу передбачено контроль доступу за MAC-адресами пристроїв і той же самий WEP. Оскільки контроль доступу реалізується за допомогою точки доступу, він можливий тільки за інфраструктурної топології мережі. Механізм контролю передбачає завчасне складання таблиці MAC-адрес розріджених користувачів у точці доступу і забезпечує передачу тільки між зареєстрованими бездротовими адаптерами. За топології «Ad-hoc» (кожен з кожним) контроль доступу на рівні радіомережі не передбачено.

Проблеми протоколу WEP відомі давно і тому сьогодні на ринку є рішення, що дають змогу зробити використання протоколу WEP безпечнішим. Наприклад:

-Використання деяких протоколів стандарту 802.1x дає змогу вирішити проблему динамічної зміни ключів шифрування для бездротових пристроїв.

-Протокол MIC (Message Integrity Check) дає змогу захистити WEP-пакели від їхньої зміни та підробки під час процесу передавання

-Протокол TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), також розроблений з метою поліпшення ситуації з безпекою протоколу WEP, передбачає використання унікальної ключової послідовності для кожного пристрою, а також забезпечує динамічну зміну ключа кожні 10000 пакетів. Однак, також як і WEP, протокол TKIP використовує для шифрування криптографічний алгоритм RC4. Зазначимо, що для використання протоколу TKIP немає необхідності відмовлятися від наявного обладнання 802.11, достатньо лише оновити програмне забезпечення.

Аналіз характеристик об'єкта проектування та трудової діяльності

Вище розглянуто проект мережі бездротового абонентського доступу в торговому комплексі з використанням технології Wi-Fi. Об'єкт реалізації проектування є самостійною закінченою розробкою програмно-апаратного комплексу, створеного з метою надання сучасних послуг зв'язку відвідувачам торговельних залів для підвищення рівня інформатизації та високошвидкісного доступу до Інтернету, а також представлення інтерактивної інформації про орендарів і структуру торговельного комплексу. Мережа розрахована на безперебійне функціонування 24 години на добу з перспективою на термін служби 5-8 років.

Розглянемо докладніше монтажну частину проекрованої мережі бездротового доступу. Монтаж бездротових точок доступу здійснюється в підвісній стелі в кабельних каналах, розміщених під стелею переходів галерей торгового комплексу.

Роботу з монтажу бездротових точок доступу слід проводити бригадою, що складається не менше ніж із двох осіб.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, яким може піддаватися персонал під час цього виду робіт:

- підвищена або знижена температура повітря робочого середовища;
- недостатня освітленість робочої зони;
- проведення роботи з використанням сходів;
- фізичні перевантаження.

Проектом передбачено проведення комутаційних робіт із застосуванням з'єднувальних мідних і оптичних кабелів між комутаторами, бездротовими точками доступу та бездротовим контролером доступу, розташованими в центральному вузлі зв'язку (серверна).

Розглянемо процес комутації докладніше.

Комутація за допомогою з'єднувальних кабелів здійснюється вручну, без застосування спеціальних засобів. Особливу увагу слід приділити під час комутації між пристроями з використанням оптичних патч-кордів.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, на які може наражатися персонал при даному виді робіт:

- недостатня освітленість робочої зони;
- поява в зоні роботи пожежонебезпечних речовин;
- небезпека лазерного випромінювання для сітківки ока;
- виникнення електричної дуги;
- ураження електричним струмом.

Комутація кабельних ліній виконується інженером, який пройшов спеціальний курс навчання і має досвід аналогічної роботи.

Згідно з класифікацією трудової діяльності.

Тип трудової діяльності людини - алгоритмізований (тобто за інструкцією). Бригада виїжджає на об'єкт для проведення комутаційних або монтажних робіт. Працівники мають бути підготовлені до подібних дій, мають бути отримані необхідні інструкції та обладнання для монтажу. Усе обладнання має бути перевірено і функціонувати в робочому порядку. Необхідно забезпечити безпечні та здорові умови праці в процесі роботи. Люди, яких допускають до монтажних робіт, повинні проходити попередні та періодичні медогляди. Основними видами трудової діяльності є робота монтажника з розміщення та

комутації бездротових точок доступу, а також проведення комутаційних робіт з активним мережевим обладнанням. Розроблення питань щодо ергономічного забезпечення, техніки безпеки та пожежної безпеки буде передбачено для цих видів трудової діяльності.

Заходи щодо ергономічного забезпечення

Особливу увагу необхідно приділяти санітарно-гігієнічним умовам праці робітника.

За характеристикою зорової роботи, згідно з документом СНиП 23-05-2010 «Природне і штучне освітлення», процес комутації можна віднести до малої точності. Таким чином, у приміщенні, де відсутнє природне освітлення, норма освітленості на робочому місці має становити 400Лк.

За характеристикою трудової діяльності, згідно з СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на робочих місцях, у приміщеннях житлових, громадських будинків і на території житлової забудови», процес монтажу та комутації відноситься до п. 5. За вимогами, гранично допустимий рівень звукового тиску становить 80 дБА.

За вимогами СанПіН 2.2.4.548-96 «Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень» температура повітря в холодний період року має бути в діапазоні від 17 до 23 градусів, у теплий період - від 18 до 27 градусів Цельсія, за відносної вологості від 15 до 75%.

Для освітлення кабельних каналів у цьому проєкті застосовують електричні ліхтарі та електролампи на напругу не вище 12В із живленням від акумуляторних батарей.

Монтажно-вимірювальні роботи проводяться в спеціальному приміщенні, що дає змогу монтажнику виконувати складні роботи за відповідних умов, освітлення рівня шуму та припливно-витяжної вентиляції. Серверна обладнана спеціалізованим робочим місцем (монтажний стіл з усіма необхідними пристосуваннями) і місцем для вимірювальної техніки та відповідних фахівців.

Зазначені вище організаційні та технічні заходи, спрямовані на ергономічне забезпечення, задовольняють задані вимоги, оскільки знижують фізичне і

нервові напруження технічного персоналу, покращують умови праці, а отже, підвищують її ефективність.

Заходи з пожежної безпеки

Небезпека пожежі виникає в разі неналежної експлуатації мережевого обладнання, коротких замикань в електричних мережах, надлишкове виділення тепла елементами обладнання (недотримання температурного режиму експлуатації обладнання).

Під час проведення робіт слід дотримуватися комплексу заходів з охорони праці та техніки безпеки відповідно до вимог чинних нормативних правил Пожежної безпеки. Загальні вимоги безпеки

До заходів, що забезпечують профілактику виникнення пожежі, належать:

-Підготовка технічних засобів пожежогасіння.

-Навчання та підготовка особового складу ефективним заходам боротьби з вогнем.

При гасінні проводів, що горять, необхідно використовувати вогнегасники позначені класом АВС.

3.2. Техніко-економічні розрахунки

Зробимо розрахунок капітальних вкладень. У складі капітальних витрат (К) враховано:

-Вартість обладнання

-Монтажні роботи

-Накладні витрати

Під час розрахунку витрат на монтажні роботи вважаємо, що в даному проєкті, згідно з технічним завданням, використовується наявна СКС у будівлі торговельного комплексу, а отже, витрати на будівництво та прокладення нових комунікацій не буде передбачено в кошторисній вартості проєктованої мережі.

$$K = C_{np} + C_{об} + C_m + C_{тр} + C_{зс} + C_n,$$

де

Спр - затрати на проектування

Соб - стоимость обладнання, необхідного для проекту

См - затрати на монтаж, установку і настройку обладнання

Стр - транспортні витрати

Сзс - заготовительні-складські витрати

Сн - непередбачені витрати

Транспортні витрати взято в розмірі 3%, заготівельно-складські витрати взято в розмірі 1.2%.

Розрахунок вартості обладнання представлений нижче в табличній формі

№	Обладнання	Од. вим	Кіл	Ціна за од.	Сума грн
1	OS6900-X20-F-EU: 10 GE, рівень 2/рівень 3, шасі, фіксованої конфігурації в форм-факторі 1U з 20 портами SFP+ і одним додатковим слотом для модуля	шт.	2	536270,00	1072540,00
2	OS-QNI-U3 Додатковий модуль 40 GE для серії комутаторів OS6900. З підтримкою 3 портів QSFP+	шт.	2	н/д	н/д
3	OS6900-BP-F-EU Модульний резервний блок живлення від мережі змінного струму потужністю 450 Вт	шт.	2	н/д	н/д
4	OmniSwitch OS6450-P10: Гігабітне Ethernet шасі в форм-факторі 1 RU з восьмома PoE 10/100/1000Base-T портами, двома 10/100/1000 RJ-45/SFP комбінованими портами і двома фіксованими SFP портами для аплінків і стекінгу	шт.	7	42185,00	295295,00
5	10Gigabit SFP-10G-SR: 10 Гігабітний оптичний трансивер (SFP+). Мультимодовий кабель, довжина хвилі 850 нм (номінальна) з роз'ємом LC	шт.	36	62854,00	2262744,00
6	OmniAccess AP-130-MNT Комплект для монтажу точки доступу серії 130 на плоскій поверхні	шт.	12	1381,00	16572,00
7	OmniAccess AP135 бездротова точка доступу. OAW-IAP135 IEEE 802.11n бездротова точка доступу з підтримкою вибіркової роботи 802.11B/G/N і 802.11A/N, 3x3 MIMO двохдіапазонна антена, 2 x 10/100/1000Base-T (RJ-45)	шт.	12	68295,00	819540,00
8	ReCw-095H, шафа 9U	шт.	6	7811,00	46866,00
9	REC-64210S-GP, шафа 42U	шт.	1	53408,00	53408,00
10	REC-SV20B-GY, Полиця консольна, глибина 200 мм, сіра	шт.	6	552,00	3312,00
	Загальна вартість обладнання:				6408757,25

Найменування витрат	Одиниця виміру	Кількість	Сума (грн)
Монтажні роботи	% від вартості обладнання	25	1602189,31
Витрати на проектування	% від вартості обладнання	40	2563502,90
Транспортні витрати	% від вартості обладнання	3	961313,59
Заготовничко-складські витрати	% від вартості обладнання	1.2	192262,72
Непередбачені витрати	% від вартості обладнання	5	76905,09
Всього			5716611,47
ПДВ = 20%			1028990,064
Разом			6745601,529

Розходи на матеріали та запасні частини - це витрати на поточний ремонт обладнання та забезпечення його працездатності. Ці витрати становлять 1-3% від капітальних інвестицій. У розрахунках приймаємо 1%.

$$M=K*0.01, \text{ (грн.) } (7) \quad M = 1401720 * 0.01 = 14\,018 \text{ (грн.)}$$

Витрати на електроенергію Розрахунок витрат на електроенергію виконується за такою формулою:

$$Z_e = P * 365 * 24 * C_{\text{квт}} / n, \text{ (грн.) } (8)$$

де P - загальна потужність використовуваного обладнання; P = 2 кВт C_{квт} - вартість кіловат-год електроенергії; C_{квт}=3.5 (грн.) n - ККД використовуваного обладнання, приймаємо n = 0.8

$$Z_e = \frac{2 * 365 * 24 * 3.5}{0.8} = 76\,650$$

Складемо таблицю техніко-економічних показників

Найменування показника	Значення
Максимальна кількість SSID	16
Максимальна кількість пристроїв	6200
Максимальна кількість пристроїв (без зниження продуктивності)	930 - 1550
Максимальна кількість пристроїв на точку доступу, шт	200
Максимальна кількість пристроїв на точку доступу (без зниження продуктивності), шт	30 - 50
Максимальна пропускна здатність на частоті 2.4ГГц, Мб/с	до 54 Мб/с

Найменування показника	Значення
Максимальна пропускна здатність на частоті 5ГГц, Мб/с	до 216.7 Мб/с
Підтримка безшовного роумінгу	так
Капітальні витрати, тис. грн.	13154
Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	1998

ВИСНОВОК

У дипломному проекті розглянуто створення проекту мережі бездротового абонентського доступу в торговому комплексі. Ця мережа дасть змогу надати сучасні послуги зв'язку відвідувачам торговельних залів для підвищення рівня інформатизації та високошвидкісного доступу до Інтернету, а також організувати представлення інтерактивної інформації про орендарів і структуру торговельного комплексу. Відвідувачі зможуть скористатися доступом до мережі Інтернет як в атріумі, так і в зоні фудкорту та інших рекреаційних майданчиках комплексу, без необхідності перепідключення між точками доступу, за рахунок технології безшовного роумінгу.

Мережа спроектована на основі сучасного обладнання, яке володіє всіма технічними характеристиками, необхідними для надання високоякісних послуг зв'язку на частотах 2.4ГГц і 5ГГц, а також має високу надійність.

Обрано місця розташування для розміщення бездротових точок доступу, розписано адресний план, забезпечено механізми із забезпечення мережевої безпеки.

Передбачено організаційно-технічні заходи щодо ергономічного забезпечення, техніки безпеки, пожежної безпеки, які повною мірою забезпечують безпечні умови монтажу та експлуатації бездротової мережі, за умови дотримання правил електро- та пожежної безпеки.

Розраховано вартість експлуатаційних витрат, також проведено аналіз техніко-економічних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучерук, Л. М. (2008). Організація роботи мереж телекомунікаційного зв'язку. Київ: УкрДУЗТ.
2. Іванов, Г. П., & Петренко, В. І. (2015). Телекомунікаційні системи та мережі. Київ: Каравела.
3. Гаврилюк, В. В., & Стельмашук, М. С. (2012). Мережі зв'язку: теорія та практика. Київ: Каравела.
4. Бородій, О. І. (2018). Основи телекомунікацій. Львів: Видавництво Львівської політехніки.
5. Глібовець, В. В. (2017). Телекомунікаційні мережі та системи. Київ: НУБіП України.
6. Stallings, W. (2013). Data and Computer Communications. Pearson.
7. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). Computer Networks. Pearson.
8. Forouzan, B. A., Fegan, S. C., & Cahill, M. L. (2017). Data Communications and Networking. McGraw-Hill Education.
9. Comer, D. (2014). Computer Networks and Internets. Pearson.
10. Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson.