

МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
першого (бакалаврського) рівня

на тему Проектування комп'ютерної мережі середнього рівня
по бездротовій технології

Виконав: студент 4 курсу, групи КІ-4
спеціальності
123 Комп'ютерна інженерія

Власенко Д. І.

Керівник Тура В. І.

Рецензент Перемігін Б. В.

ДОВІДКА

кафедри КІ та ІТ про виконану бакалаврську роботу

студента 4 курсу ФКПІ та КН групи КІ-4

на тему Проектування комп'ютерної мережі у мережі
розподіленої технології

Висновок нормоконтролера на основі введеного замовлення до кваліфікаційної роботи виконана з урахуванням порушенням
згідно з вимогами фізичними та технічними

Нормоконтролер викл. каф. ІТ 29.06.23 І.В. Коваленко
(науковий ступінь, вчене звання, посада) (підпис, дата) (і. б. прізвище)

Висновок відповідального за наявність плагіату згідно з серійним кодом
ID 101534550 унікальність перевірено

Відповідальна особа викл. каф. ІТ 29.06.23 І.В. Коваленко
(науковий ступінь, вчене звання, посада) (підпис, дата) (і. б. прізвище)

Попередня експертиза (захист) _____ бакалаврської роботи

(бакалаврської роботи чи магістерської роботи)

студ. Власенко Д.І. проведена " 23 " 06 2023р.

(прізвище і б.)

Висновки Виконана робота відповідає завданню
особливо меншого кваліфікаційної роботи згідно
спроби це розкрити згідно з програмою
засобів спроби виконати та ефективно
результатів проектування комп'ютерної мережі
визначено в університетському торговельно-підприємстві
робота мережі виконана в програмному
комплексі Cisco Packet Tracer
Виконана робота відповідає усім
стандартам та рекомендується до
захисту в ЕК

Члени комісії _____ к.т.н. доц. зав. каф. КН Соловська І.М.

(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище і б.)

_____ к.т.н. доц. зав. каф. ІТ Тригор'кев І.О.

(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище і б.)

_____ к.т.н. доц. каф. ІТ Сіма І.І.

(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище і б.)

МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН та ІТ

К.т.н., доц.

В.І. Гура

" 7 " 20 23 року

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

1. Тема роботи: Проектування комп'ютерної мережі супермаркету по бездротовій технології

керівник роботи _____

затверджені наказом закладу вищої освіти від _____ р. № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: завдання від керівника роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки _____

Розділ 1: Стандарти і технології побудови бездротових комп'ютерних мереж

Розділ 2: Аналіз технічних рішень бездротових комп'ютерних мереж

Розділ 3: Проектування комп'ютерної мережі зєднаної з Wi-Fi уєд Supermarket

5. Перелік графічного матеріалу (з зазначенням обов'язкових креслень)

Слайд 1 – План приміщення Supermarket з розташуванням мереж доступу

- Слайд 2 – Функціональна схема комп'ютерної мережі університету
 Слайд 3 – Структурна схема бездротової мережі університету
 Слайд 4 – Розрахунок енергетичного бюджету мережі
 Слайд 5 – Розрахунок зони Френеля

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав	Завдання прийняв
	—		
	—		
	—		
	—		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання по ВКР	30.09.2022	Виконано
2	Аналіз літературних джерел	14.10.2022	Виконано
3	Написання першої глави	20.01.2023	Виконано
4	Написання другої глави	17.01.2023	Виконано
5	Написання третьої глави	03.03.2023	Виконано
6	Формування коментованої записки	30.05.2023	Виконано
7	Попередній захист ВКР	23.06.2023	Виконано
8	Захист ВКР	29.06.2023	Виконано

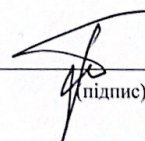
Студент

Dm

(підпис)

Власний Д.І.

Керівник роботи



(підпис)

В.І. Гурєв

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ВОЛС – волоконно-оптичні лінії зв'язку
- ЛМ – локальна мережа
- ЛОМ – Локальна обчислювальна мережа
- PAN – Personal Area Network
- WLAN – Wireless Local Area Network
- WWAN – Wireless Wide Area Network
- WEP – Wired Equivalent Privacy
- WPA – Wi-Fi Protected Access
- SSID – Service Set ID
- LAN – Local Area Network
- ASCII – American Standard Code for Information Interchange
- UMTS – Universal Mobile Telecommunications System
- CDMA – Code Division Multiple Access
- VOIP – Voice over IP
- ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line
- GSM – Groupe Spécial Mobile
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
- MAN – Metropolitan area network
- OFDM – Orthogonal frequency-division multiplexing
- MIMO – Multiple Input Multiple Output

Имя пользователя:
Анна Серединко
Дата проверки:
29.06.2023 08:39:44 EEST
Дата отчета:
29.06.2023 08:43:41 EEST

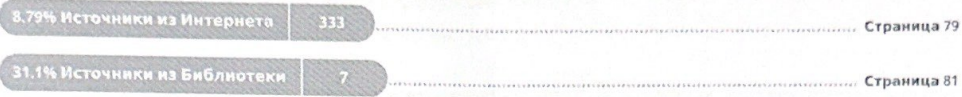
ID проверки:
1015701938
Тип проверки:
Doc vs Internet + Library
ID пользователя:
100001433

Название файла: Власенко Д.И. КИ41

Количество страниц: 77 Количество слов: 14749 Количество символов: 108319 Размер файла: 2.53 MB ID файла: 1015345550

36.2% Совпадения

Наибольшее совпадение: 29.9% с источником из Библиотеки (ID файла: 1004062401)



0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

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



ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА ПРО РОБОТУ СТУДЕНТА

над кваліфікаційною роботою
студента кафедри Комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій
факультету Кібербезпеки програмної інженерії та комп'ютерних наук
Міжнародного гуманітарного університету

Власенко Данііла Ілліча

за темою:

ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ СУПЕРМАРКЕТУ ПО БЕЗДРОТОВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

У випускній кваліфікаційній роботі розглянуті питання пов'язані з організацією комп'ютерних мереж виконаним по бездротовим технологіям. Вважаю, що тема роботи, спрямована на аналіз технічних рішень та використання сучасних програмних засобів для прискорення проектування бездротових мереж, є актуальною.

Випускна кваліфікаційна робота складається із трьох розділів. У першому розділі проводиться огляд існуючих бездротових рішень, проаналізовані бездротові технології, а саме технологія Wi-Fi, розглянуті особливості побудови Wi-Fi мосту на далеку відстань. У другому розділі описано засоби програмні рішення для проектування бездротових мереж віддалених об'єктів, та способи їх використання при побудові комп'ютерних мереж. Третій розділ присвячений безпосередньо проектуванню комп'ютерної мережі та підтвердженню її працездатності в Cisco Packet Tracer з побудовою теплових карт при плануванні розташування бездротових маршрутизаторів в програмному середовищі Ekahau HeatMapper.

Наведені у роботі результати свідчать про досягнення мети дослідження.

При виконанні роботи ст. Власенко Д.І. продемонстрував добрі знання, теоретичну та професійну підготовку, володіння сучасними методами аналізу інформації, яка є в наявності, а також знанням сучасних програмних засобів які використовуються при проектуванні бездротових комп'ютерних мереж.

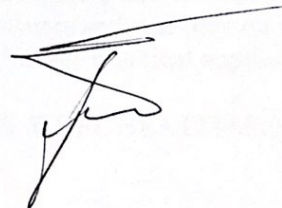
У процесі виконання КР порушень дисципліни не було виявлено, всі завдання виконувались у встановлені терміни з якістю, достатньою для навчальної кваліфікаційної роботи.

Матеріали випускної кваліфікаційної роботи викладені чіткою літературною та технічно грамотною мовою. Пояснювальна записка оформлена акуратно відповідно до загальноприйнятих правил. Графічний матеріал відображає зміст представленої для захисту роботи.

В цілому вважаю, що кваліфікаційна робота Власенко Д.І. проектування комп'ютерної мережі супермаркету по бездротовій технології написана на рівні, який відповідає кваліфікаційній роботі бакалавра, а її автор гідний присудження кваліфікації бакалавр.

Науковий керівник

к.т.н., доцент, завідувач кафедри
Комп'ютерної інженерії
Міжнародного гуманітарного університету



В.І. Гура

РЕЦЕНЗІЯ

на випускню кваліфікаційну роботу Власенка Даніїла Ілліча

ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ СУПЕРМАРКЕТУ ПО БЕЗДРОТОВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

бакалавра за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Потреба підключення до всесвітньої мережі для віддалених об'єктів виникає для організації системи клієнт-банк при здійсненні безготівкової оплати, для відправлення звітної документації, організації відеоспостереження за об'єктом, проведення відео конференцій для обслуговуючого персоналу, ведення складського обліку і т.д.

На даний час в Україні є такі місця де виникають суттєві проблеми з доступом до всесвітньої мережі у зв'язку з відсутністю постачальників телекомунікаційних послуг. Також багато організацій в сфері послуг постійно переїжджають з одного міста оренди до іншого і виникає потреба в розгортанні як локальної мережі так і підключення її до глобальної. На все це потрібен час та достатньо високі фінансові затрати. Найбільш перспективним є тенденція переходу локальних комп'ютерних мереж на сучасні бездротові технології, а саме Wi-Fi.

Тому тема випускної кваліфікаційної роботи пов'язана з проектуванням комп'ютерних мереж по бездротовим технологіям з використанням сучасного програмного забезпечення для скорочення часу реалізації проекту, під ключ, студента Власенка Даніїла Ілліча є актуальною.

У рецензованій роботі розглянуті питання побудови бездротових мереж, розглянуто аналіз бездротової комп'ютерної мережі за допомогою теплової карти в програмному середовищі Ekahau Heatmapper та промодельована бездротова комп'ютерна мережа у середовищі Cisco Packet Tracer. Запропоновано варіант підключення супермаркету по бездротовій технології за допомогою Wi-Fi мосту.

Зміст роботи відповідає темі, елементи наукових досліджень відсутні, якість оформлення пояснювальної записки роботи відповідає вимогам щодо оформлення

Як недоліки можна відмітити недостатньо обґрунтований аналіз навантажувальної здатності системи.

В цілому вважаю, що кваліфікаційна робота Власенка Д.І. «Проектування комп'ютерної мережі супермаркету по бездротовій технології» написана на рівні, який відповідає кваліфікаційній роботі бакалавра, може бути оцінена на відмінно, а її автор гідний присудження кваліфікації бакалавр.

Рецензент

завідувач кафедри Автоматизованих систем моніторингу навколишнього середовища та інформатики Одеського державного екологічного університету

к.т.н., доцент

Б.В. Перелигін

Міг
ВІДДІЛ
КАДРІВ
26134086
УКРАЇНА

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Проектування комп'ютерної мережі супермаркету по бездротовій технології», 89 с., 19 малюнків, 5 таблиць, 35 літературних джерел.

Мета роботи – придбання теоретичних та практичних знань у сфері створення бездротових комп'ютерних мереж і закріплення методології їх розробки за допомогою сучасного програмного забезпечення яке скорочує час на виконання проектних робіт. Провести моделювання роботи мережі в програмному комплексі Cisco Packet Tracer та EkaHau heatmapper .Розвинути вміння вирішувати конкретні завдання та питання в галузі комп'ютерних мереж, сприятиме набуттю навичок пошуку науково-технічної літератури і роботи з нею, правильного складання та оформлення проектно-конструкторської документації.

Об'єкт дослідження – комп'ютерна мережа побудована по бездротовій технології.

Методи дослідження – використання програмних засобів для проектування і модулювання комп'ютерних мереж, а також методи абстрагування, аналізу, синтезу та порівняння отриманих результатів засобів Networking Simulation Tool та NetStumbler для подальшого практичного застосування.

Ключові слова: БЕЗДРОТОВІ КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ, WI-FI, HEATMAP, NETWORKING SIMULATION TOOL, NETSTUMBLER

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work "Designing a supermarket computer network using wireless technology", 89 p., 19 figures, 5 tables, 35 references.

The aim of the work is to acquire theoretical and practical knowledge in the field of wireless computer networks and consolidate the methodology of their development with the help of modern software that reduces the time for design work. To simulate the network operation in the software package Cisco Packet Tracer and EkaHau HeatMapper. To develop the ability to solve specific problems and issues in the field of computer networks, to promote the acquisition of skills in searching for scientific and technical literature and working with it, the correct preparation and execution of design documentation.

The object of research is a computer network built on wireless technology.

Research methods - the use of software tools for designing and modulating computer networks, as well as methods of abstraction, analysis, synthesis and comparison of the results of the Networking Simulation Tool and NetStumbler for further practical application.

Keywords: WIRELESS COMPUTER NETWORKS, WI-FI, HEATMAP, NETWORKING SIMULATION TOOL, NETSTUMBLER

ЗМІСТ

	Стор.
ЗАВДАННЯ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	
РЕФЕРАТ.....	9
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	11
ВСТУП.....	14
1 СТАНДАРТИ Й ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ БЕЗДРОТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	20
1.1 Принципи побудови бездротових комп'ютерних мереж	22
1.2 Організація мережної інфраструктури на фізичному рівні	23
1.3 Організація мережної інфраструктури на логічному рівні. Схема Active Directory	25
1.4 Бездротові технології локальних мереж	28
1.5 Сегментація комп'ютерних мережі	30
1.6 Загальні принципи роботи бездротових мереж.....	32
1.7 Передача даних у бездротовій мережі	35
1.8 Об'єднання мереж за бездротовими технологіями.....	37
1.9 Реалізація телефонії у комп'ютерних мережах	39
1.10 Дальність дії радіо каналних Wi-Fi систем	41
Висновки до першого розділу	42
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ БЕЗДРОТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	43
2.1 Розташування робочих станцій в мережі Wi-Fi	45
2.2 Вибір методу доступу та топології у проєктованих мережах	45
2.3 Рівень сервісу чи обслуговування в мережах Wi-Fi	47

2.4 Потік інформаційних даних в бездротових мережах.....	54
Висновки до другого розділу.....	58
3 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ WI-FI ДЛЯ СУПЕРМАРКЕТУ	59
3.1 Розробка фізичної та логічної структури комп'ютерної мережі.....	59
3.2 Фізична структура бездротової мережі супермаркету.....	61
3.3 Основні відомості про вибір бездротового мережного встаткування	63
3.4 Розрахунок енергетичного бюджету бездротового мосту.....	66
3.5 Розрахунок розмірів першої зони Френеля	66
3.6 Розрахунки кута нахилу антен бездротового мосту	68
3.7 Дослідження середовища передачі за допомогою Netstumbler.....	70
3.8 Моделювання бездротової мережі в Ekahau Heatmapper.....	71
3.9 Імітаційна модель мережі в Cisco Packet Tracer.....	74
3.10 Розрахунок цінової складової для реалізації бездротової мережі.....	77
Висновки до третього розділу	81
<i>ВИСНОВОК ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ</i>	<i>83</i>
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	84
ДОДАТКИ	87
ДОДАТОК А КОПІЇ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ	88
ДОДАТОК Б КОПІЯ ПУБЛІКАЦІЇ.....	92

ВСТУП

Кожна віддалена установа проходить певні етапи розвитку, що потребують доступу до глобальної мережі та віртуальних каналів зв'язку з головною адміністративною будівлею. Супермаркети – це великі універсальні магазини самообслуговування, в яких продається повний асортимент товарів. Супермаркети часто є філіями великих роздрібних мереж.

Актуальність теми роботи. Виходячи з проаналізованих літературних джерел, територія України покрита приблизно на 90% постачальниками послуг бездротового зв'язку, а 10% залишаються не освоєними. Існують також мертві зони та місця в яких зв'язок або тимчасово відсутній або зв'язку немає взагалі [1].

У зв'язку з ситуацією, що склалася в нашій країні, в зимовий період часу всі відчували потребу до отримання інформації з всесвітньої мережі і просто зв'язку з рідними та близькими під час відключення електрики стався просто інформаційний колапс, провайдери які надають доступ до всесвітньої мережі просто не змогли забезпечити електроживленням вишки зв'язку, хоча самі вузлові станції продовжували працювати за рахунок резервних джерел живлення та генераторів, у результаті було прийнято рішення організувати свій власний канал зв'язку від провайдера до абонента, замовником став власник одного із супермаркетів на відстані від центра міста.

У світі вже існувало багато фірмових стеків комунікаційних протоколів, серед яких можна назвати такі популярні стеки, як DECnet, TCP і SNA. Така різноманітність засобів міжмережевої взаємодії вивела на перший план проблему не сумісності пристроїв, що використовують різні протоколи. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми на той час бачився загальний перехід на єдиний, загальний для всіх систем стек протоколів, створений з урахуванням недоліків стеків,

що вже існують. Такий підхід до створення нового стека почався з розробки моделі OSI і зайняв сім років. Призначення моделі OSI полягає у узагальненому поданні засобів мережевої взаємодії.

Модель OSI визначає [5]:

- рівні взаємодії систем у мережах з комутацією пакетів
- стандартні назви рівнів
- функції, які має виконувати кожен рівень.

Модель OSI не містить описів реалізації конкретного набору протоколів.

У моделі OSI засоби взаємодії поділяються на сім рівнів: прикладний, уявлення, сеансовий, транспортний, мережевий, каналний та фізичний. Кожен рівень має справу з цілком певним аспектом взаємодії мережевих пристроїв.

Усі мережні пристрої можна розділити на дві категорії: кінцеві системи (end systems) і проміжні системи (intermediate systems). До кінцевих систем, званих також кінцевими вузлами, хостами, належать робочі станції та сервери, до проміжних активне мережеве обладнання: концентратори, комутатори, маршрутизатори.

Кінцеві вузли взаємодіють друг з одним всіх рівнях стека. Ці дані опускаються вниз по стеку на вузлі-відправнику і передаються у фізичне середовище у вигляді бітового потоку. На кожному рівні відбувається інкапсуляція даних, тобто. кожен нижче лежачий рівень вважає дані, що прийшли від вище лежачого рівня, і додає свою службову інформацію у вигляді спеціальних заголовків.

Дані, досягнувши фізичного рівня на вузлі-одержувачі, починають своє сходження по стеку. Тут відбувається деінкапсуляція – кожен рівень обробляє свою службову інформацію, звільняє дані від неї перед передачею вищого рівня, і так – до досягнення інформацією відповідного додатку.

Проміжні системи проводять обробку пакетів, що проходять через них, залежно від типу, до якого вони відносяться і від функцій, які в них реалізовані. Наприклад, концентратор, працюючи фізично, здійснює побітове відтворення

прийнятого портом кадру усім інших портах; мости та комутатори, будучи пристроями другого рівня, аналізують відповідну службову інформацію (напр., апаратні адреси відправника та одержувача) і передають пакет на певний порт тощо. Таким чином, на проміжних системах другого рівня і вище відбувається сходження до задіяного рівня пристрою (напр., на комутаторі L3 може бути не налаштована маршрутизація - мережевий шар - і він буде працювати на каналному рівні) і подальше сходження (інкапсуляція) до фізичного середовища .

На сьогоднішній день безперечним лідером серед усіх стеків протоколів є стек TCP/IP. Його лідерство стало результатом стрімкого зростання популярності Інтернету. Цей стек має низку незаперечних переваг, що дають можливість побудови великих гетерогенних мереж [8]: гнучка система адресації, економне використання можливостей ширококомовних розсилок, можливість фрагментування пакетів.

Використання цього стека в комп'ютерних мережах підприємств є стратегічно вірним, як і використання протоколів сімейства Ethernet на каналному рівні взаємодії [6]. Цей проект комп'ютерної мережі буде зосереджений на технічних проблемах об'єднання локальної комп'ютерної мережі з мережею адміністративної будівлі. Фахівці потрібні для правильної реалізації необхідних для цього випадку мереж, включаючи стандарти локальних мереж, радіальні, кільцеві та пакетні комутатори, а також для свідомого прийняття бездротового та супутникового зв'язку в якості носіїв.

На разі в Україні цей сегмент ринку представлений компаніями Lanport Network Solution, Premier Telecommunications and Security Systems, Cluster Engineering Systems and Networks, SCS, Nspace та іншими. Основною метою кваліфікаційної роботи є спроба за допомогою сучасних програмних засобів спростити та підняти ефективність реалізації проектування комп'ютерної мережі віддаленого від міста торгового об'єкту.

Враховуючи комплексний характер діяльності та різну ієрархічну структуру арештованих об'єктів з безліччю залежностей і взаємозв'язків, основним способом забезпечення управління такими складними структурами є сучасні інформаційні технології. Максимальний економічний ефект від використання цих технологій можна отримати лише за умови створення єдиного інформаційного простору конфіскованих об'єктів через оптимально організовані канали зв'язку з урахуванням пропускної здатності. Це необхідно для об'єктивної та швидкої оцінки поточної ситуації, оперативного прийняття оптимальних управлінських рішень і нарешті, для усунення інформаційних та організаційних бар'єрів між адміністративними та іншими рівнями.

Потім визначаються основні завдання і функції, які повинна виконувати комп'ютерна мережа супермаркету, вибираються протоколи, середовище передачі даних і топологія мережі. Маючи цю інформацію, можна розрахувати витрати, вибрати обладнання для побудови мережі та реалізувати мережу. Проектування комп'ютерної мережі є найважливішим етапом її побудови. Тільки добре продумана і спроектована комп'ютерна мережа може звести до мінімуму виникнення проблем надалі. Існує досить велика кількість переваг наявності локальної мережі (ЛМ) в супермаркеті, зокрема:

- ЛМ скорочує витрати на інтернет та оптимізує трафік. Це ключова функція, оскільки більшість компаній мають одну точку доступу до Інтернету. Крім того, в рамках ЛМ можна вимкнути доступ до окремих сайтів (наприклад, соціальних мереж);
- створює єдиний мережний простір, у якому співробітники можуть зберігати дані та обмінюватися ними;
- заощаджує кошти на периферійних пристроях. Зокрема, не потрібно забезпечувати кожного співробітника окремим принтером – через ЛМ усі можуть підключитися до одного апарату [2].

При побудові локальних мереж різного рівня присутні наступні ризи, з якими стикаються замовники.

Неправильна побудова та налаштування локальної мережі зводить усі переваги до 0. Зокрема, недосвідчений ІТ-фахівець може перетворити мережу не на захищений простір, а на решето. Тобто інформація буде не захищеною та стає можливим несанкціонований доступ. Крім того, є ризики поганого доступу до Інтернету – він просто постійно пропадатиме.

Побудова локальної корпоративної мережі потребує спеціальної кваліфікації, глибоких технічних знань та досвіду. Можна, звичайно, купити необхідне обладнання, завантажити інструкцію «Як побудувати локальну мережу своїми руками» і витратити кілька днів на спроби зробити все самостійно. Але разом з цим підписатися, що ви згодні з усіма ризиками, описаними вище [3].

У світі вже існувало багато фірмових стеків комунікаційних протоколів, серед яких можна назвати такі популярні стеки, як DECnet, TCP і SNA. Така різноманітність засобів міжмережевої взаємодії вивела на перший план проблему несумісності пристроїв, що використовують різні протоколи. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми на той час бачився загальний перехід на єдиний, загальний для всіх систем стек протоколів, створений з урахуванням недоліків стеків, що вже існують. Такий підхід до створення нового стека почався з розробки моделі OSI і зайняв сім років. Призначення моделі OSI полягає у узагальненому поданні засобів мережевої взаємодії.

Модель OSI визначає [5]:

- рівні взаємодії систем у мережах з комутацією пакетів
- стандартні назви рівнів
- функції, які має виконувати кожен рівень.

Модель OSI не містить описів реалізації конкретного набору протоколів.

У моделі OSI засоби взаємодії поділяються на сім рівнів: прикладний, уявлення, сеансовий, транспортний, мережевий, каналний та фізичний. Кожен рівень має справу з цілком певним аспектом взаємодії мережевих пристроїв.

Усі мережні пристрої можна розділити на дві категорії: кінцеві системи (end systems) і проміжні системи (intermediate systems). До кінцевих систем, званих також кінцевими вузлами, хостами, належать робочі станції та сервери, до проміжних активне мережеве обладнання: концентратори, комутатори, маршрутизатори.

Кінцеві вузли взаємодіють друг з одним всіх рівнях стека. Ці дані опускаються вниз по стеку на вузлі-відправнику і передаються у фізичне середовище у вигляді бітового потоку. На кожному рівні відбувається інкапсуляція даних, тобто. кожен нижчележачий рівень вважає дані, що прийшли від вищележачого рівня, і додає свою службову інформацію у вигляді спеціальних заголовків.

Дані, досягнувши фізичного рівня на вузлі-одержувачі, починають своє сходження по стеку. Тут відбувається деінкапсуляція – кожен рівень обробляє свою службову інформацію, звільняє дані від неї перед передачею вищого рівня, і так – до досягнення інформацією відповідного додатку.

Проміжні системи проводять обробку пакетів, що проходять через них, залежно від типу, до якого вони відносяться і від функцій, які в них реалізовані. Наприклад, концентратор, працюючи фізично, здійснює побітове відтворення прийнятого портом кадру усім іншим портам; мости та комутатори, будучи пристроями другого рівня, аналізують відповідну службову інформацію (напр., апаратні адреси відправника та одержувача) і передають пакет на певний порт тощо. Таким чином, на проміжних системах другого рівня і вище відбувається сходження до задіяного рівня пристрою (напр., на комутаторі L3 може бути налаштована маршрутизація – мережевий шар – і він буде працювати на каналному рівні) і подальше сходження (інкапсуляція) до фізичного середовища.

На сьогоднішній день безперечним лідером серед усіх стеків протоколів є стек TCP/IP. Його лідерство стало результатом стрімкого зростання популярності Інтернету. Цей стек має низку незаперечних переваг, що дають можливість побудови великих гетерогенних мереж [8]: гнучка система адресації, економне використання можливостей широкошовних розсилок, можливість фрагментування пакетів.

Використання цього стека в комп'ютерних мережах підприємств є стратегічно вірним, як і використання протоколів сімейства Ethernet на каналному рівні взаємодії [6].

Сьогодні бездротові підключення монтують на підприємствах різних сфер діяльності: від медичних та соціальних установ до великих промислових та транспортних цехів. Без них не обходяться торгові та офісні центри, готельні мережі, навчальні заклади, офіційні установи та організації, де здійснюється обробка значної кількості документів в офлайн та онлайн-режимі, ведеться прийом відвідувачів та ведеться контроль діяльності суб'єктів бізнесу. За умови грамотного проектування та продуманої практичної реалізації без-дротове з'єднання.

Виходячи з присутності на Українському ринку досить великої кількості компаній, що пропонують послуги з реалізації комп'ютерних мереж та введення в експлуатацію структурованих кабельних систем, невелика кількість компаній мають висококваліфікованих спеціалістів у цьому напрямку і що не мало важливою є ця відсутність необхідних ліцензій на виконувани роботи. Ті компанії, у яких є ліцензії, виявляються монополістами в цьому напрямку і виставляють досить необґрунтовані рахунки за надані послуги з реалізації комп'ютерних мереж під ключ.

Новиною в цій роботі є пропозиція щодо використання програмного забезпечення Ekahau heatmapper, та Netstumbler яке дозволяє оптимальним чином розташувати бездротові точки доступу в тому чи іншому приміщенні виходячи з умов мінімального високочастотного випромінювання небезпечного для людини

і показати яким чином можна скоротити фінансові витрати на реалізацію локальної комп'ютерної мережі, та застосувати отриманий досвід та знання для реалізації комп'ютерної мережі в супермаркеті з віддаленим підключенням до мережі Інтернет за бездротовою технологією.

1 СТАНДАРТИ Й ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ БЕЗДРОТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

1.1 Принципи побудови бездротових комп'ютерних мереж

Початковим етапом облаштування має стати детальне обстеження приміщень зі складанням їх точного плану. Таке рішення дозволить грамотно підібрати місце розміщення точок доступу Wi-Fi, дія яких поширюватиметься на одну або кілька кімнат залежно від їхньої площі та матеріалу стін та дверних полотен. Одночасно розглядається питання необхідності встановлення зовнішніх антен. На підставі розрахункових даних підбирається відповідний тип обладнання з робочими параметрами, здатними забезпечити стабільне та безпечне з'єднання. Перевага надається професійним рішенням, розробленим для створення великих розгалужених підключень з високою пропускнуою здатністю.

Структуру мережі Wi-Fi складають точки доступу та контролер, за допомогою якого вдається керувати їхньою роботою та контролювати технічний стан. Залежно від місця розташування та призначення до параметрів обладнання висувають такі вимоги.

Для внутрішніх пристроїв, призначених для установки в приміщенні, швидкість бездротового з'єднання на рівні 450+1300 Мбіт/с, підтримка стандарту бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n/ac, два радіо інтерфейси, опція безшовного роумінгу 802.11R/802.11K, стандарт 802.3at PoE для передачі живлення по кручений парі, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet.

Для зовнішніх моделей з розміщенням на відкритому просторі стандарт бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n, один радіо інтерфейс, швидкість з'єднання 900 Мбіт/с, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet, підтримка технології 802.3af PoE для живлення пристрою, виконання у вологозахищеному корпусі IP 68 [15].

Для контролера – підтримка опції групової установки та конфігурування Wi-Fi роутерів, можливості масштабування та оптимізації мережі, опція пакетного перезавантаження, можливість одночасного контролю до 128 точок доступу, структура Master/Slave для побудови вертикального керування, вбудований локальний сервер авторизації користувачів та гостьового доступу.

Перед остаточним вибором обладнання рекомендується отримати додаткові консультації фахівців, надані з урахуванням поставлених завдань та умов експлуатації пристроїв.

Нарешті, DSDV також реалізує механізм придушення флуктуацій маршрутів. Через несинхронної природи періодичних оновлень, оновлення інформації для даного вузла призначення можуть передаватися різними шляхами з різною швидкістю. Для запобігання ситуації, коли вузол починає поширювати інформацію про маршрут, тоді як інша, краща, інформація, як і раніше, знаходиться по дорозі до нього, DSDV вимагає від вузлів очікування деякого часу встановлення (settle time) перед поширенням нового маршруту з більшою метрикою до цільового вузла. Час встановлення - це середній час, необхідне отримання всіх оновлень. У цьому випадку вузол може бути впевнений в отриманні всіх змін маршруту до цільового вузла перед подальшим поширенням будь-яких з них. Це зменшує використання каналу зв'язку та споживання енергії сусідніми вузлами.

Техніка реактивної маршрутизації, також званої маршрутизацією на запит (by query), пропонує зовсім інший підхід, ніж проактивні протоколи. Висока частка накладних витрат останніх викликається необхідністю кожному вузлі підтримувати маршрути до всіх інших у час. У провідній телекомунікаційної мережі, де схеми зв'язків змінюються відносно нечасто, а ресурси необмежені, підтримка повнозв'язних графів є виправданою витратою: вигреш полягає в тому, що коли виникає необхідність використання маршруту, він безпосередньо доступний. У випадку ж ad hoc мереж стан зв'язків може змінюватися часто, а витрати на уп-

равління дуже дорогі, тому реактивні алгоритми становлять окремий від традиційних Internet – підходів клас, який не забезпечує підтримку маршрутів між усіма парами вузлів в безперервному режимі. Замість цього вони обчислюються тільки в тому випадку, коли вони дійсно потрібні. Коли вузлу-відправнику потрібно надіслати пакети даних деякому приймачеві, він перевіряє свою таблицю маршрутизації з метою визначення наявності маршруту. Якщо такого в таблиці немає, то вузол виконує процедуру виявлення маршруту, яка носить характер «на вимогу». Якщо двом вузлам ніколи не буде потрібно спілкуватися один з одним, то їм і не потрібно буде використовувати ресурси на підтримку маршруту між собою. Процедура виявлення зазвичай складається з лавиноподібного розповсюдження (лавинне розсилання, так званий флудинг – «flooding») повідомлення-запиту. Для зменшення накладних витрат область пошуку може бути звужена рядом оптимізацій.

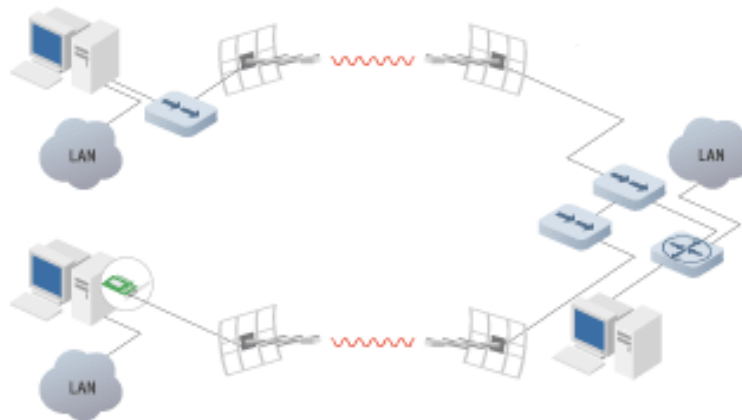


Рисунок 1 – Організація бездротової мережі великої компанії

Сучасна локальна обчислювальна мережа являє собою сукупність інтелектуальної мережної інфраструктури на базі протоколу IP і різних сервісів (телефонія, технологічні системи, користувацькі додатки і т.д.), що використовують цю універсальну інфраструктуру для своєї роботи.

Локальна мережа, як правило, поєднує абонентів у межах одного будинку. Коли необхідно об'єднати кілька майданчиків (будинків) (найчастіше з використанням оптичних каналів зв'язки), така ЛОМ стає кампусною [4].

Основна витрата енергії відбувається при роботі приймача вузла. Це може відбуватися у двох випадках: коли вузол є джерелом даних і коли він є посередником при передачі інформації (це зокрема означає, що не вигідні довгі ланцюжки передачі, оскільки вони витрачають енергію множини вузлів). Крім того, з міркувань зниження енергоспоживання вузли періодично відключаються, що веде до змін топології мережі, тому алгоритми маршрутизації для мереж повинні вміти працювати з мережами зі змінною топологією.

Модель звітності (Data Reporting Model). Залежить від конкретного застосування мережі. Можуть використовуватися моделі звітності за часом (time-driven), за подіями (event-driven), за запитом (query-driven), і навіть гібридні моделі. При різних моделях маємо різну частоту передачі і різні її коливання, що визначає вимоги до пропускної спроможності, які мають забезпечувати канали передачі у сукупності з алгоритмом маршрутизації.

Гетерогенність вузлів та зв'язків. Вузли і зв'язки можуть відрізнятися за своїми властивостями, зокрема можуть використовуватися різних типів, а для передачі даних можуть використовуватися різні протоколи нижніх рівнів, що пов'язано з використанням різних приймально-передавальних пристроїв з різними величинами потужності, робочої частоти, типом модуля ції і т.д. З точки зору алгоритму маршрутизації це означає наявність зв'язків з різною надійністю і пропускною здатністю, вузлів з різною вартістю витрачання їх енергоресурсу і т.д.

Стійкість до збоїв. Вихід з ладу окремих вузлів не повинен виводити з ладу всю мережу. Це означає, що при розробці алгоритму маршрутизації повинна враховуватися динамічна топологія мережі, використовуватися багатокільні маршрутизація і застосовуватися інші заходи, спрямовані на парірування руйнування топології мережі.

Масштабованість. мережі, створювані однієї й тієї ж елементної бази, можуть містити різну кількість вузлів. Це кількість може варіюватися в межах від декількох десятків вузлів до кількох десятків тисяч вузлів. Відповідно і алгоритм маршрутизації повинен бути максимально масштабованим. У свою чергу, це означає, що він повинен максимально уникати використання таких сильно чутливих до розміру мережі методик, як лавинне розсилання з великим початковим часом життя пакетів.

1.2 Організація мережної інфраструктури на фізичному рівні

Особливості середовища передачі даних (Transmission Media) канали передачі даних, що використовуються в мережах, характеризуються деякими особливостями, що впливають з особливостей обладнання, що застосовується для побудови мереж. Зазвичай це бездротові канали з відносно високим рівнем помилок передачі даних та низькими швидкостями передачі даних. Алгоритм маршрутизації повинен враховувати, що такі канали досить легко перевантажити і по можливості уникати використання методик, що створюють суттєвий трафік (наприклад, проактивної побудови маршрутів з використанням лавинної розсилки).

Щільність мережі. Щільність мережі може змінюватись у широких межах. Можуть зустрічатися як ізольовані вузли, і щільні групи вузлів. Алгоритм маршрутизації повинен наскільки можна враховувати флуктуації щільності розміщення вузлів мережі. Наприклад, він повинен уникати передачі значного трафіку через області мережі телекомунікації з низькою щільністю, тому що в їх межах існує мала кількість потенційних маршрутів передачі даних, а значить, відносно велика ймовірність того, що всі вони в якійсь момент виявляться недоступними.

Покриття. Кожен вузол мережі може спостерігати лише обмежену область простору. При передачі даних алгоритм маршрутизації повинен прагнути передати на базову станцію дані з найбільшим покриттям області, що спостерігається, і в той же час з метою економії енергоресурсу вузлів мережі і пропускнуої спроможності каналів зв'язку уникати дублювання даних від вузлів, чій області покриття близькі або збігаються. дають.

Агрегація даних. Як зазначено вище, дані можуть дублювати один одного. У таких випадках необхідно виключати надмірність даних, з метою чого алгоритм маршрутизації повинен організовувати накопичення даних в деяких проміжних вузлах з фільтрацією інформації, що надходить. Накопичення даних при цьому має сенс ще й тому, що таким чином можна заощадити енергію.

Зазвичай вигідніше передати один великий пакет даних, ніж кілька маленьких, одна з причин цього полягає в тому, що при передачі власне обмін даними обрамляється діями з підготовки інформаційного обміну та його завершення. Чим менше таких службових дій відбувається, тим вища енергетична ефективність інформаційного обміну.

Забезпечення якості обслуговування (Quality of Service). Залежно від застосування мережі критерії ефективності роботи можуть бути різними. В одних випадках потрібно досягнення максимальної пропускнуої спроможності, в інших випадках – максимальної енергетичної ефективності. Можливі й інші критерії та їх поєднання. Отже і алгоритм маршрутизації повинен бути адаптований до досягнення максимуму використовуваного критерію ефективності або (у складніших випадках), коли цей критерій може змінюватися, вміти налаштовуватися на досягнення поточного критерію. Нескладно уявити собі мережу, що має два режими "черговий", в якому мережа може перебувати тривалий час і в якому потрібно максимально економити енергію.

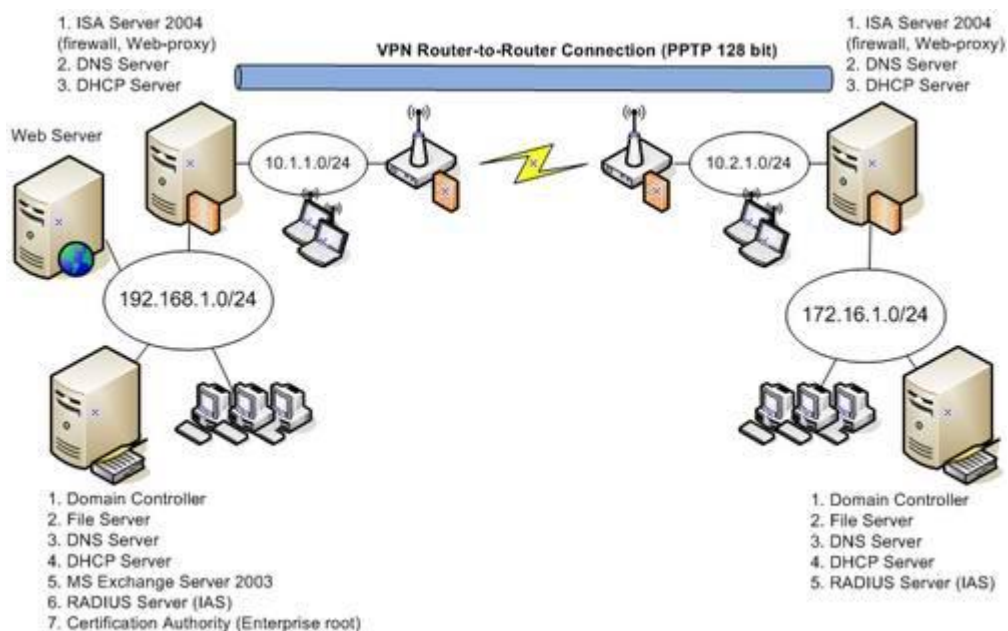


Рисунок 2 – Узагалена структурна схема поєднання мереж об'єктів

Для забезпечення маршрутизації між офісами внутрішні мережі офісів організації мають різні схеми IP-адресації. Надамо схеми мереж головного офісу компанії й віддаленого супермаркету.

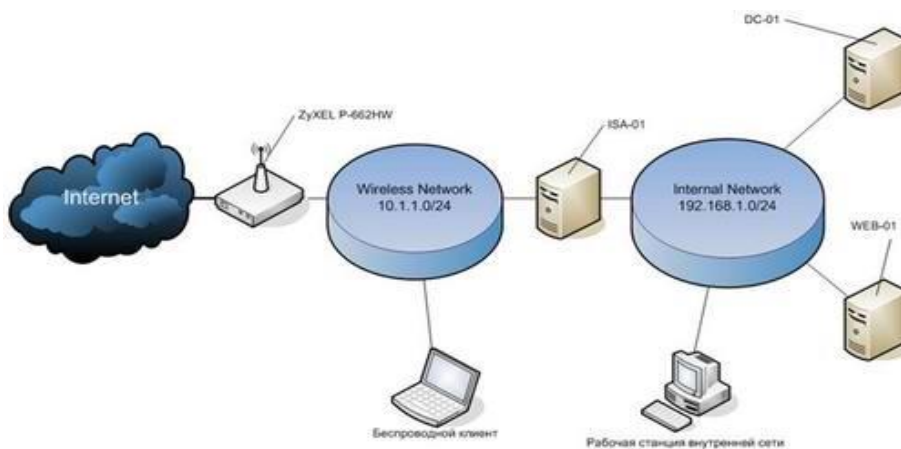


Рисунок 3 – Схема мережі головного офісу

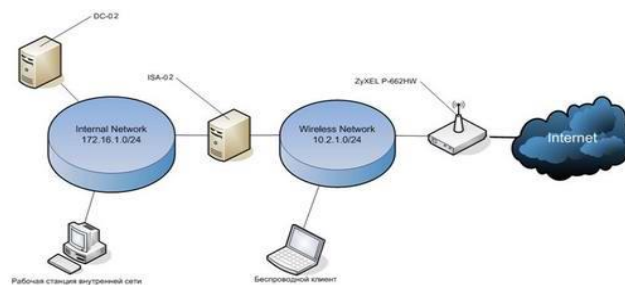


Рисунок 4 – Схема мережі супермаркету

Назви серверних комп'ютерів були обрана у відповідність із ролями, які вони будуть виконувати в майбутньому.

1.3 Організація мережної інфраструктури на логічному рівні. Схема Active Directory

У якості централізованого засобу адміністрування й керування мережним середовищем команда пропонує використовувати службу каталогів Active Directory. Для організацій, що впроваджують Microsoft Windows Server, модель домена Active Directory є найбільш кращою й рекомендованою компанією Microsoft [8].

Існуючі протоколи маршрутизації можна класифікувати на такі групи:

- flat-based – протоколи, котрим кожен вузол має однакові ролі та функціональність. Мережа при цьому являє собою однорангову мережу;
- hierarchical-based – протоколи, котрим різні вузли грають різні ролі у мережі. У цьому випадку виходить ієрархічна мережа з виділеними в ній підмережами. Одна з причин утворення подібних мереж полягає в тому, що вузли мережі можуть бути фізично різними, наприклад складаються з пристроїв з різними технічними характеристиками;

– Location-based – протоколи, які для маршрутизації можуть використовувати інформацію про місцезнаходження кожного вузла. Як таку інформацію можуть використовуватися як апріорно задані координати (у разі мереж з нерухомими вузлами), так і показання спеціальних географічних, наприклад, приймачів GPS.

– Multipath-based – протоколи багатоколійної маршрутизації, які відстежують та підтримують декілька маршрутів доставки даних. Протоколи цього типу підвищують надійність доведення, проте у разі їх використання суттєво підвищуються накладні витрати на маршрутизацію, тому їх використання виправдане не у всіх випадках. Крім того, багатоколійна маршрутизація застосовна тільки у разі існування декількох шляхів від вузла-відправника даних до вузла-одержувача, що можливо лише в мережах з досить високою щільністю розташування вузлів.

– Query-based – протоколи цього типу здійснюють доставку даних на запит. Вузол посилає запит на дані, інший вузол, що має запитані дані відповідає на цей запит. У цьому випадку маршрутизація при передачі даних спрощується тим, що є як мінімум один маршрут їх доставки – той за яким був доставлений запит.

-Negotiation-based – у протоколах цього типу використовуються «переговори» і високорівневий опис даних.

– QoS-based – протоколи, метою яких є забезпечення заданого рівня якості обслуговування за заданим критерієм.

– Проактивні протоколи (Proactive protocols). Протоколи маршрутизації цього типу заздалегідь прораховують всі маршрути, перш ніж вони потрібні. При цьому маршрути, як правило, доводиться періодично контролювати і знаходити нові замість тих, що вийшли з ладу, що збільшує накладні витрати у вигляді витрати обчислювальних потужностей вузлів та службового трафіку.

Реактивні протоколи. Протоколи маршрутизації цього типу прораховують маршрути тільки на вимогу, коли необхідно здійснити доставку даних. При

цьому виключаються накладні витрати на підтримку таблиці маршрутів, проте відбуваються затримки доставки даних, пов'язані з пошуком маршруту, яким можна виконати доставку.

Гібридні протоколи. Протоколи цього типу являють собою комбінацію двох вищенаведених підходів, що дозволяє гнучко варіювати співвідношення між величиною накладних витрат і часу доставки в залежності від призначення конкретної мережі та режиму її роботи.

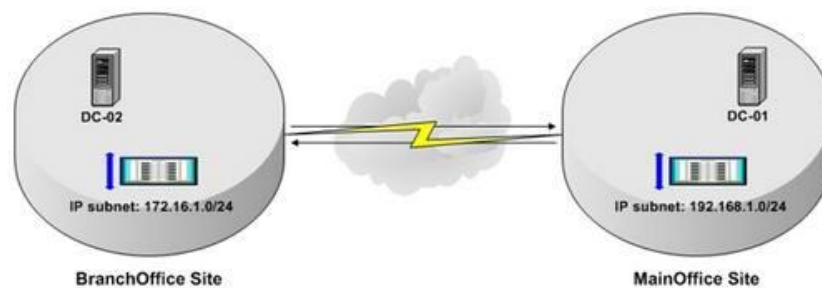


Рисунок 5 – Схема організації й реплікації Active Directory

Основним методом дозволу імен хостів у мережі, звичайно ж, є служба DNS. Однак, для сумісності з додатками, що використовують Netbios і потребуючими дозвіл Netbios-імен, пропонується на контролери домена встановити службу WINS і настроїти реплікацію WINS у режимі Push/Pull. У всіх робочих станціях у мережі задається по дві адреси DNS і WINS серверів: у якості основного сервера DNS/WINS вказується IP-адреса сервера свого офісу, у якості вторинного – IP-адреса серверу у віддаленому офісі. Таким чином, проект забезпечує завадостійку систему реєстрації в мережі (два контролери домена) і дозволу імен (два сервери дозволу імен).

Для призначення IP-конфігурації робочим станціям внутрішньої мережі й бездротовим клієнтам застосовується служба DHCP. Служба DHCP з міркувань завадостійкості встановлена на двох серверах у кожному з офісів компанії. При

цьому, комп'ютер ISA-0x самостійно обслуговує область адрес, які видаються бездротовим клієнтам, а область адрес, відповідна до внутрішньої мережі офісу, обслуговується комп'ютерами DC-0x і ISA-0x одночасно, у відповідність із правилом 80/20. Таким чином, у випадку відмови одного із серверів, другий сервер прийме на себе його функції по наданню IP-конфігурації клієнтам внутрішньої мережі й забезпечить безперебійну роботу.

1.4 Бездротові технології локальних мереж

Wi-Fi (англ. Wireless Fidelity – «бездротова точність») – стандарт на встановлення Wireless LAN.

Установка Wireless LAN рекомендується там, де розгортання кабельної системи неможливо або економічно недоцільно. У нинішній час у багатьох організаціях використовується Wi-Fi, тому що за певних умов швидкість роботи мережі вже перевищує 100 Мбіт/сек. Користувачі можуть переміщатися між крапками доступу по території покриття мережі Wi-Fi.

Як уже було сказано вище, для аналізу стану комп'ютерної мережі: визначення значень характеристик якості транспортних послуг мережі, що належать до продуктивності та надійності [5], виявлення вузьких місць, прогнозування наслідків змін у топології, виявлення аномалій та ін., – необхідний моніторинг – збір статистичних даних з прив'язкою до моменту часу. До основних параметрів, що спостерігаються, зазвичай відносяться: інтенсивність трафіку на порту пристрою (комутатора або маршрутизатора), причому виражена як в [біт/сек] (окремий параметр), так і в кадрах в секунду [pps] (також окремий параметр), до кількості втрачених кадрів, кількість помилок різного типу і т.п. Спостереження за мережею здійснюється за допомогою спеціалізованого ПЗ та апаратних засобів, представлених, в основній своїй масі, зарубіжними продуктами.

Основним недоліком подібних програм (напр., PRTG Traffic Grapher, Network Performance Monitor) є відсутність можливості представлення спостережуваної характеристики (напр., інтенсивності трафіку на порту пристрою) у вигляді сукупності реалізацій випадкової величини на періоді, що цікавить мережевого фахівця. Причому дуже актуальна гнучкість вибору даного періоду, наприклад, певний годинник, дні тижня і т.п.

Останнім часом створено цілу низку продуктів для збору мережевої статистики, аналізу та управління. Але універсальність використання цих коштів обмежена необхідністю заздалегідь визначати різні параметри, такі, як, наприклад, порогові значення величин для конкретних з'єднань чи статичний опис про нормальних профілів роботи мережі, і навіть постійного спостереження за системою. Очевидно, що чим точніше проведено налаштування параметрів, тим ефективнішою буде робота даних програмних засобів, що знову ж таки безпосередньо залежить від досвіду роботи адміністратора з даною мережею та знання особливостей її поведінки.

Все різноманіття засобів, що застосовуються для моніторингу та аналізу обчислювальних мереж, можна поділити на кілька великих класів [54].

Системи керування мережею (Network Management Systems). Централізовані програмні системи, які збирають дані про стан вузлів та комунікаційних пристроїв мережі, а також дані про трафік, що циркулює в мережі. Ці системи не тільки здійснюють моніторинг та аналіз мережі, а й виконують в автоматичному або напівавтоматичному режимі дії з керування мережею – включення та відключення портів пристроїв, зміна параметрів адресних таблиць мостів, комутаторів та маршрутизаторів тощо. До найбільш популярних продуктів мережевого управління відносяться чотири системи: Spectrum компанії Cabletron Systems, Open View фірми Hewlett-Packard, NetView корпорації IBM і Solstice виробництва SunSoft – підрозділи Sun Microsystems.

Засоби керування системою (System Management). Засоби управління системою часто виконують функції, аналогічні до функцій систем управління, але по відношенню до інших об'єктів. У першому випадку об'єктом управління є програмне та апаратне забезпечення комп'ютерів мережі, а у другому – комунікаційне обладнання. Разом з тим деякі функції цих двох видів систем управління можуть дублюватися, наприклад, засоби управління системою можуть виконувати найпростіший аналіз мережевого трафіку.

Вбудовані системи діагностики та управління (Embedded Systems). Ці системи виконуються у вигляді програмно-апаратних модулів, що встановлюються в комунікаційне обладнання, а також у вигляді програмних модулів, вбудованих в операційні системи. Вони виконують функції діагностики та управління лише одним пристроєм, і в цьому полягає їхня основна відмінність від централізованих систем управління. Прикладом засобів цього класу може служити модуль управління концентратором Distrebuted 5000, що реалізує функції автосегментації портів при виявленні несправностей, приписування портів внутрішнім сегментам концентратора і деякі інші. Як правило, вбудовані модулі управління "за сумісництвом" виконують роль SNMP-агентів, що поставляють дані про стан пристрою для систем управління.

Аналізатори протоколів (Protocol Analyzers). Є програмні чи апаратно-програмні системи, які обмежуються на відміну від систем управління лише функціями моніторингу та аналізу трафіку в мережах. Хороший аналізатор протоколів може захоплювати і декодувати пакети великої кількості протоколів, що застосовуються в мережах - зазвичай кілька десятків. Аналізатори протоколів дозволяють задати деякі логічні умови для захоплення окремих пакетів і виконують повне декодування захоплених пакетів, тобто показують вкладеність пакетів протоколів різних рівнів один в одного з розшифровкою змісту окремих полів кожного пакета. Найбільш відомими аналізаторами є: Iris компанії eEye Digital

Security, Ethereal Джеральда Комбса, Observer компанії Network Instruments, програми, що вільно розповсюджуються, наприклад, tcpdump.

1.5 Сегментація комп'ютерних мереж

Отже, всі перелічені вище алгоритми знайшли широке застосування; і кожен з них має свою нішу, де його використання особливо ефективне. Проте існує загальна проблема для всіх алгоритмів такого роду. Мережа телекомунікації може опинитися в такому «режимі функціонування», що не ефективним виявиться будь-який із зазначених вище алгоритмів. Точніше сам базовий принцип, на якому вони побудовані (проактивний чи реактивний спосіб доведення). Такий «режим функціонування» характеризується надзвичайно високою інтенсивністю зміни топології (або, точніше, станом, коли інтенсивність користувальницького трафіку значно нижче інтенсивності зміни топології мережі). Зупинимося на цьому докладніше.

Припустимо, що задіяно проактивний спосіб доведення. Він ґрунтується на постійній корекції маршрутних таблиць, викликаних зміною топології мережі. Частота корекції, таким чином, прямо пропорційна інтенсивності зміни топології телекомунікаційної мережі (з деяким коефіцієнтом). Коефіцієнт цей багато в чому визначає якість алгоритму, але не вирішує проблему «в принципі». Навіть такий витончений алгоритм може виявитися неефективним, якщо інтенсивність зміни топології необмежено збільшувати. У тому ж випадку, коли інтенсивність зміни топології все ж таки дозволяє підтримувати актуальність маршрутних таблиць, то виникає питання про доцільність їх підтримки взагалі, у тому випадку якщо користувальницький трафік невеликий. Наприклад, чи є сенс у підтримці маршрутних таблиць, якщо мережа не використовується зовсім.

Нехай використовується реактивний принцип. Він заснований на кешуванні корисної інформації (інформації про успішне доведення) в надії, що її можна використовувати ще раз. У ситуації, коли «інтенсивність користувальницького трафіку значно нижча за інтенсивність зміни топології мережі» корисна інформація швидко втрачає свою актуальність. Застосування реактивного принципу, таким чином, зводиться просто до використання (майже завжди) лавини - вкрай затратного методу доведення.

Інакше кажучи, під сумнів ставиться ефективність застосування «універсальних методів» у деяких критичних ситуаціях. Таким чином, ми констатуємо необхідність розробки «додаткових алгоритмів», можливо, що носять опціональний характер, але, тим не менш, що дозволяють в якійсь мірі розширити нішу ефективного застосування на критичні області наявних у використанні алгоритмів.

Отже, має на меті розробку «алгоритмів підтримки» (втім, у деяких випадках вони можуть стати і основними), які передбачається використовувати в критичних ситуаціях. Сформулюємо властивості, якими, на наш погляд, вони володітимуть. Доведення до адресата, за їх допомогою, носить імовірнісний характер (тобто пакет може і не досягти адресата) У цьому, аварійному випадку застосовується додатковий метод доведення, наприклад, базовий реактивний алгоритм або просто лавина. Додатковий алгоритм має бути побудований на інших (у порівнянні з базовими проактивними та реактивними алгоритмами).

Наприклад, якщо він використовує маршрутну таблицю, вона має бути:

- а) статична;
- б) коригуватися не безпосередньо від зміни топології мережі (істотно рідше).

«Додаткові алгоритми» ми збираємося будувати на основі інформації про «структурні особливості мережі». Тобто зрозуміло, що запропоновані нами ал-

горитми носитимуть не універсальний характер. Тим не менш, у досить великому списку додатків їх використання призведе до суттєвого покращення функціонування телекомунікаційної мережі.

"Структурні особливості мережі" – це досить широке поняття, але ми будемо використовувати його в двох наступних сенсах:

– "Структурні особливості мережі" – інформація про положення або рух вузлів мережі.

– «Структурні особливості мережі» – інформація про характер переключення зв'язку між вузлами.

Конкретизуючи поняття «структурні особливості мережі», ми отримуємо можливість перейти до завдання «формалізації» деяких класів мереж, які природним чином не лише вирішують проблему «розпливчастості» (і нездійсненності) вимог до алгоритмів, що маршрутизують, визначаючи найбільш значущі їх якості, а й дозволяють вказати способи і методи створення таких алгоритмів найбільш ефективним чином.

Крім того, ми зсуваємо коло наших досліджень за характером отримання інформації. Зупинимось у цьому докладніше.

"Структурні особливості мережі" – як інформація про положення або рух вузлів мережі (найчастіше приблизна). Передбачається, що вона відома апріорно і на її підставі можуть бути побудовані спеціальні маршрутні таблиці, які надаються вузлам перед початком функціонування мережі.

1.6 Загальні принципи роботи бездротових мереж

Розглянемо дещо докладніше деякі основні ідеї та методи, які складуть фундамент пропонованих вище рішень для критичних режимів функціонування високо динамічних мереж.

Як говорилося, маршрутизація в стаціонарній фазі роботи мережі базується на імовірнісному підході. Суть його полягає в пропозиції використовувати статистичну інформацію про зміни в топології телекомунікаційної мережі для виявлення найбільш ймовірних найкоротших маршрутів між вузлами.

Передбачається, що в мережі телекомунікації багато вузлів пов'язані між собою, але зв'язок це непостійний і може періодично вимикатися. Виключення зв'язку в реальних телекомунікаційних мережах може відповідати, наприклад, видалення мобільних пристроїв один від одного, за межі радіусу дії передавачів.

Отже, розглядається вельми спеціальна мережа, що має такі особливості:

- кожен вузол має фіксований та відносно невеликий список потенційно можливих сусідів;

- активність кожного зв'язку висока (щонайменше 50%).

У цій постановці вирішується завдання – провести порівняння двох алгоритмів доведення за таблицями. У першому випадку таблиця будується за поточною конфігурацією і швидко застаріває. У другому випадку таблиця будується на основі аналізу статистичної інформації; вона стійка до змін (через базові припущення про функціонування мережі), але доказ по ній не гарантовано.

Експерименти показують що ефективність класичного алгоритму досить швидко падає з плином часу, в той час як ефективність імовірнісного алгоритму залишається приблизно постійною. Незважаючи на те, що спочатку класичний підхід більш ефективний, в якийсь момент часу його ефективність стає нижчою за ефективність імовірнісного підходу. Причому що швидше змінюється мережа, то швидше настає цей момент. Також з'ясувалося, що в більш зв'язковій мережі ймовірнісний алгоритм швидше «обганяє» класичний за ефективністю. Проте сама собою зв'язність мережі не сильно впливає ефективність. Важливо, що зі збільшенням кількості зв'язків у мережі збільшується і швидкість зміни мережі. Але зі збільшенням числа вузлів у мережі зростає і кількість змін топології, не-

обхідних для того, щоб ймовірнісний алгоритм випередив за ефективністю класичний. Насправді, проте, збільшення кількості вузлів у мережі призводить і до збільшення кількості зв'язків. А це у свою чергу збільшує частоту зміни мережі та зменшує середній час між змінами топології.

Таким чином, результати моделювання показали, що з плином часу ефективність класичного алгоритму маршрутизації падає, в той час як ефективність імовірнісного алгоритму залишається приблизно постійною. На великому проміжку часу імовірнісний алгоритм показує в середньому значно кращі результати. Однак у початкові моменти часу ефективність класичного алгоритму досить висока і перевищує ефективність імовірнісного алгоритму. Чим мобільніша мережа, тобто чим частіше відбуваються зміни в топології мережі, тим швидше ймовірнісний алгоритм обганяє за ефективністю класичний.

У підсумку, за результатами експерименту був також зроблений наступний висновок: У чистому вигляді імовірнісний підхід не підходить для практичного застосування, так як він підтримує хоч і постійну, але досить низьку ефективність. З чого випливає, що необхідно шукати поліпшення вірогідного підходу, з метою підвищення середньої ефективності.

Для підвищення ймовірності доведення було запропоновано використовувати комбінацію класичного і імовірнісного підходів, коли повідомлення між вузлами направляються спочатку за класичним маршрутом, а в разі невдачі – по ймовірнісному. В експериментах був досягнутий значний відсоток доведення (98%), але загалом гібридний алгоритм вийшов досить важким. Крім того, у роботах зовсім не розглядалося питання набору та обробки статистики, тобто характеристики зв'язку вважалися заздалегідь відомими та незмінними.

Очевидно, до таких мереж слід віднести мобільні мережі, переміщення вузлів яких обмежено межами деякою відносно невеликою областю, а також стаціонарні мережі телекомунікації, вузли яких періодично включаються та вимикаються (як варіант – змінюють стан) по деякому циклічний алгоритм; можливе

поєднання обох умов (докладніше про це нижче). Той факт, що статистичні параметри зв'язків стабільні, вселяє надію у можливість шляхом досить тривалого спостереження за станом зв'язку встановити параметри потоку перемикань. Як наслідок, з цього випливає застосування ймовірнісного підходу для маршрутизації трафіку в таких мережах.

1.7 Передача даних і взаємодія бездротових пристроїв

Дотепер ми говорили про фізичні аспекти роботи Wi-Fi – мережі – радіохвилях, частотній модуляції, потужності сигналу й інших цікавих речах. Тепер прийшов час поговорити про процес передачі даних і взаємодії бездротових пристроїв.

У сучасних системах зв'язку дані (біти й байти) передаються послідовно через різні середовища передачі – електричні імпульси в проводах, радіосигнали, світлові сигнали і т.д. Для цього у вас повинне бути пристрій, що перетворює цифровий сигнал комп'ютера в аналоговий сигнал для середовища передачі. Для бездротових мереж таким модемом є крапка доступу, або Wi-Fi - адаптер, підключений до комп'ютера й перетворюючий цифрові сигнали в радіохвилі певної частоти.

Вузли можуть розташовуватися як випадковим чином), так і деяким регулярним (наприклад, при ручному розміщенні). Можливо нерівномірний розподіл, коли утворюються області, розташування сенсорів в яких дуже розріджені. У загальному випадку зачасту розташування сенсорів таке, що неможливо організувати безпосередню доставку даних від сенсора до вузла-концентратора, тому потрібно розробка мультисхопових алгоритмів маршрутизації.

Основна витрата енергії відбувається при роботі приймача вузла. Це може відбуватися у двох випадках: коли вузол є джерелом даних і коли він є посере-

дником при передачі інформації (це зокрема означає, що не вигідні довгі ланцюжки передачі, оскільки вони витрачають енергію множини вузлів). Крім того, з міркувань зниження енергоспоживання вузли періодично відключаються, що веде до змін топології мережі, тому алгоритми маршрутизації для сенсорних мереж повинні вміти працювати з мережами зі змінною топологією.

Модель звітності (Data Reporting Model). Залежить від конкретного застосування. Можуть використовуватися моделі звітності за часом (time-driven), за подіями (event-driven), за запитом (query-driven), і навіть гібридні моделі. При різних моделях маємо різну частоту передачі і різні її коливання, що визначає вимоги до пропускної спроможності, які мають забезпечувати канали передачі у сукупності з алгоритмом маршрутизації.

Гетерогенність вузлів та зв'язків. Вузли і зв'язки можуть відрізнятися за своїми властивостями, зокрема можуть використовуватися сенсори різних типів, а для передачі даних можуть використовуватися різні протоколи нижніх рівнів, що пов'язано з використанням різних приймально-передавальних пристроїв з різними величинами потужності, робочої частоти, типом модуля цієї і т.д. З точки зору алгоритму маршрутизації це означає наявність зв'язків з різною надійністю і пропускною здатністю, вузлів з різною вартістю витрачання їх енергоресурсу і т.д.

Стійкість до збоїв. Вихід з ладу окремих вузлів не повинен виводити з ладу всю мережу. Це означає, що при розробці алгоритму маршрутизації повинна враховуватися динамічна топологія мережі, використовуватися багатокільцева маршрутизація і застосовуватися інші заходи, спрямовані на парірування руйнування топології мережі.

Масштабованість. Мережі, створювані однієї й тієї ж елементної бази, можуть містити різну кількість вузлів. Це кількість може варіюватися в межах від декількох десятків вузлів до кількох десятків тисяч вузлів. Відповідно і алгоритм маршрутизації повинен бути максимально масштабованим. У свою чергу,

це означає, що він повинен максимально уникати використання таких сильно чутливих до розміру мережі методик, як лавинне розсилання з великим початковим часом життя пакетів.

Динаміка мережі. Можлива мобільність, як вузлів мережі, і базової станції, зокрема мобільність вузлів мережі може визначатися динамікою відстежуваного явища. У цьому випадку алгоритм маршрутизації повинен бути адаптований для роботи в мережі з мобільними вузлами, в ідеалі він повинен вміти прогнозувати динаміку зміни топології мережі, виходячи з історії спостережень.

Особливості середовища передачі даних (Transmission Media) канали передачі даних, що використовуються в мережах, характеризуються деякими особливостями, що впливають з особливостей обладнання, що застосовується для побудови сенсорних мереж. Зазвичай це бездротові канали з відносно високим рівнем помилок передачі даних та низькими швидкостями передачі даних. Алгоритм маршрутизації повинен враховувати, що такі канали досить легко перевантажити і по можливості уникати використання методик, що створюють суттєвий трафік (наприклад, проактивної побудови маршрутів з використанням лавинної розсилки).

Щільність мережі. Щільність мережі може змінюватись у широких межах. Можуть зустрічатися як ізольовані вузли, і щільні групи вузлів. Алгоритм маршрутизації повинен наскільки можна враховувати флуктуації щільності розміщення вузлів сенсорної мережі. Наприклад, він повинен уникати передачі значного трафіку через області мережі телекомунікації з низькою щільністю, тому що в їх межах існує мала кількість потенційних маршрутів передачі даних, а значить, відносно велика ймовірність того, що всі вони в якійсь момент виявляться недоступними.

Покриття. Кожен вузол мережі може спостерігати лише обмежену область простору. При передачі даних алгоритм маршрутизації повинен прагнути передати на базову станцію дані з найбільшим покриттям області, що спостерігається, і в той же час з метою економії енергоресурсу вузлів мережі і пропускнуої спроможності каналів зв'язку уникати дублювання даних від вузлів, чій області покриття близькі або збігаються. дають.

В ідеальному передавальному середовищі сигнал не змінюється при русі від передавача до приймача. Але в реальному світі сигнал на своєму шляху часто перетерплює зміни, пов'язані з різними перешкодами – електричними наведеннями, погодними умовами і т.д. При швидкостях передачі в мільйони біт у секунду навіть незначний шум у середовищі може перетворити корисну інформацію в сміття. Тому для будь-якого потоку даних необхідний механізм перевірки помилок, який підтвердить, що на приймач прийшло саме те, що пішло з передавача. Для окремого байта цей механізм реалізується у вигляді перевірки парності, а для групи байтів (пакета) – у вигляді контрольної суми повідомлення.

Прямий зв'язок між двома учасниками інформаційного повідомлення не вимагає додавання яких-небудь даних про адресу одержувача – для кожної зі сторін він тільки один. Однак, якщо зв'язок проходить через посередника, для передачі даних по призначенню до повідомлення необхідно додати адресу. У бездротових мережах передана інформація ділиться на окремі повідомлення-пакети, або фрейми. Фрейм містить у собі заголовок з адресою й службовою інформацією, корисні дані, і завершується контрольною сумою повідомлення. Чим більше посередників на шляху руху фрейму, тем більший розмір має блок службової інформації [8].

1.8 Об'єднання мереж за бездротовими технологіями

Підприємства зацікавлені в підключенні вилучених офісів до єдиної інформаційної системи, однак питання “останньої милі” являє собою найбільшу складність.

У тих випадках, коли немає можливості використовувати наземні мідні лінії для передачі даних, існує альтернатива – об'єднання філій з використанням радіо-технологій. Схема об'єднання філій по радіо-технології зображено на рисунку 6.

На представленій схемі радіопристрою застосовуються у двох випадках: усередині приміщення; для підключення віддаленого офісу.

Локальне рішення дозволяє співробітникам мати доступ до корпоративної мережі без використання кабельної проводки. Крім зручності для самих користувачів (вони можуть переміщатися із зони дії однієї крапки радіо доступу до іншої без втрати зв'язку), спрощується адміністрування системи, тому що радіомережа розгортається в лічені дні. Розв'язок достатній економічно – немає необхідності в дорогій СКС, підключення нового користувача не вимагає прокладки додаткових кабелів [9].

Сьогодні бездротові підключення монтують на підприємствах різних сфер діяльності: від медичних та соціальних установ до великих промислових та транспортних цехів. Без них не обходяться торгові та офісні центри, готельні мережі, навчальні заклади, офіційні установи та організації, де здійснюється обробка значної кількості документів в офлайн та онлайн-режимі, ведеться прийом відвідувачів та ведеться контроль діяльності суб'єктів бізнесу. За умови грамотного проектування та продуманої практичної реалізації бездротове з'єднання:

Підключення вилучених офісів проводиться за допомогою іншого типу встаткування – радіо мостів. У процесі виконання подібних робіт слід ураховувати трохи факторів:

- відстань між будинками, висота установки антен;
- наявність прямої видимості, характер місцевості на даній трасі (міська забудова, ліс, водойма);
- необхідна швидкість підключення.

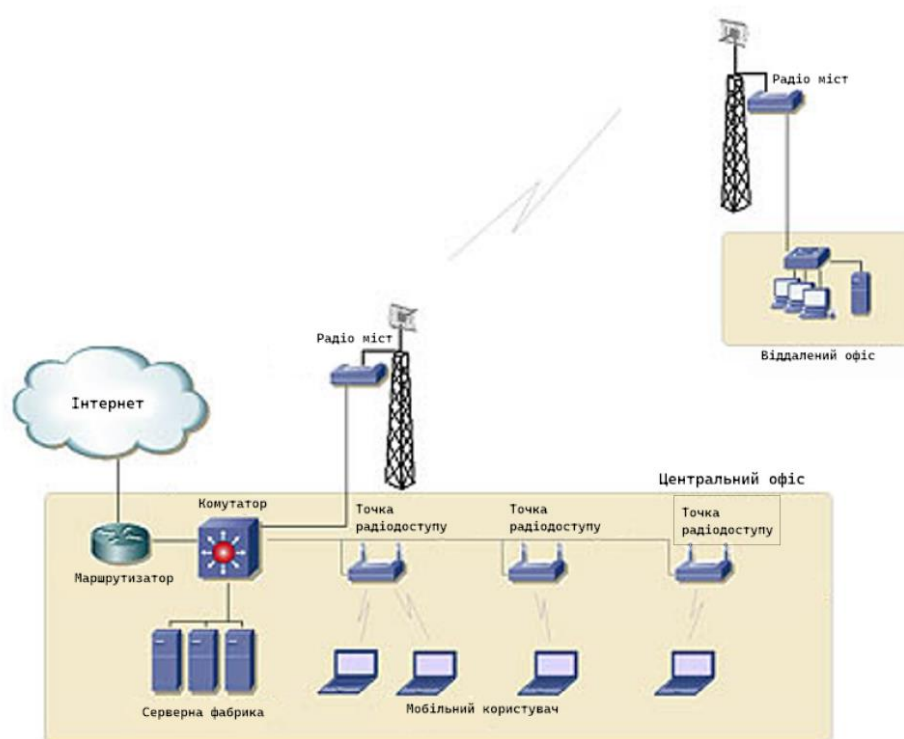


Рисунок 6 – Схема об'єднання мереж за технологією Wi-Fi

Виходячи з даних умов, можна добитися стійкого радіозв'язку за допомогою правильного добору компонентів (спрямовані антени, радіо підсилювачі, кабелі і т.д.). Враховуючи вільне поширення радіосигналу, слід пам'я-

тати про небезпеку перехоплення даних і вторгнення в корпоративну мережу через радіо сегмент. Провідні постачальники подібних рішень (Cisco, Avaya) пропонують надійні механізми безпеки в радіомережах.

Радіомережі дозволяють передавати не тільки дані, але ще голос і телеметричну інформацію від – пристроїв (використовуючи гнучкість і універсальність стека протоколів TCP/IP).

1.9 Реалізація телефонії у комп'ютерних мережах

Підприємства, що мають розгалужену філіальну мережу, звичайно орендують два типи каналів – для телефонії й даних. Проте, надання послуг телефонії на базі мережі передачі даних дозволяє позбутися необхідності експлуатації роздільних мереж і забезпечує більш повне задоволення потреб підприємства в голосовому зв'язку. Чим більше відстань між офісами, тем значніше економія від впровадження IP-Телефонії. Інтеграція голосу й даних підвищує рентабельність корпоративної телекомунікаційної мережі.

Схема інтеграції голосу й даних зображено на рисунку 7.

На представленій схемі телефонний зв'язок підприємства організований через IP - канали за допомогою голосових шлюзів різного рівня. З метою спрощення адміністрування й створення єдиного номерного плану телефонної системи, використовується GATEKEEPER, керуючий усіма шлюзами.

Відмітною рисою першого вилученого офісу на рисунку 7 є застосування IP - телефонів на кожному робочому місці. Це стає можливим завдяки маршрутизатору з набором функцій Call Manager. Маршрутизатор у цьому випадку зветься Keyswitch і функціонально заміняє АТС (можна зрівняти із другим офісом за схемою). Таким чином, єдине середовище Ethernet/IP застосовується в (зазначеній філії) для обробки всіх видів трафіку.

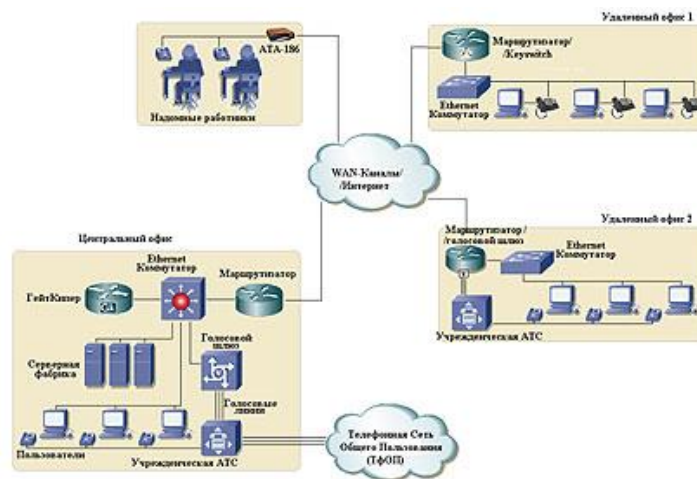


Рисунок 7 – Схема інтеграції голосу й даних

Розглянемо питання використання для об'єднання ЛОМ, радіо мостів і радіо модемів, а також основні критерії вибору різних моделей устаткування й способів організації доступу до вилучених ЛОМ по радіоканалах.

Умовно радіоканали можна розділити за наступними критеріями:

- дальність дії (довжина) траси із забезпеченням високої вірогідності передачі;
- швидкість передачі даних;
- можливість надання інтегральних послуг, тобто передачі по одному цифровому каналу даних, мови або аудіо сигналу;
- технологія радіопередачі.

1.10 Дальність дії радіо каналних Wi-Fi систем

Довжина радіоканалу визначається багатьма факторами й прямо пов'язана з рівнем прийнятого сигналу, при якому забезпечується ймовірність помилки. Втрати потужності переданого сигналу відбуваються через втрати в кабелі, що з'єднує радіопристрій і ЛВС, з'єднувачах, при проходженні сигналу у відкритому просторі, а також через вплив землі, тропосфери й різних перешкод (нерівностей місцевості, будинків і споруджень).

Залежно від частоти й потужності передавача довжина радіолінії без ретрансляції може бути від сотень метрів до 50 км.

Облік впливу землі й тропосфери розрахувати дуже складно, тому звичайно при проектуванні радіоканалу передбачається деякий запас за рівнем сигналу, так званий «запас на загасання».

Цей запас досягається за рахунок збільшення висоти розташування приймальних і передавальних пристроїв над поверхнею землі, досягнення більш вузької спрямованості антени й зменшення втрат сигналу в кабелі.

Технологія шумоподібного сигналу (ШПС) застосовується в радіо модемах, що дозволяють організувати зв'язок типу «крапка-крапка» зі швидкістю від 19,2 Кбіт до 2,048 Мбіт/с. При цьому ширина смуги змінюється від 1,8 до 120 МГц.

Тому що в радіо модемах потужність передавача може досягати 800 мВт і застосовуються спрямовані антени з більшим коефіцієнтом підсилення, дальність зв'язку може досягати 45 км.

Інша область застосування технології ШПС – локальні мережі. У цьому випадку швидкість передачі інформації становить до 2 Мбіт/с. Але тому що при цьому потужність передавача не перевищує 100 мВт, те при використанні все спрямованих антен з низьким посиленням дальність дії таких систем не перевищує декількох сотень метрів і сильно залежить від перешкод, наявних усередині

будинку. При використанні спрямованих антен можна об'єднати локальні мережі, вилучені друг від друга на значно більшу відстань.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі описано основні принципи побудови бездротових комп'ютерних мереж та проаналізовано можливі технічні рішення для побудови бездротових комп'ютерних мереж.

Пояснюється конфігурація мережевої інфраструктури на фізичному рівні.

Проаналізовано загальні принципи побудови комп'ютерних мереж та особливості роботи в бездротовому режимі, а також надано огляд різних стандартів, технологій та операційних систем, що використовуються в сучасних мережевих конфігураціях.

Представлено принципи та методи об'єднання мереж і агрегації з використанням бездротових технологій та підвищення продуктивності мереж.

Розглянуто питання, пов'язані з безпекою, спільним доступом до мережевих ресурсів та діапазоном роботи систем Wi-Fi в бездротовому каналі.

Проаналізовані літературні джерела показують, що режим автономного конфігурування, незважаючи на його просту структуру, має ряд недоліків. Найголовнішим з них є те, що він накладає обмеження на розташування комп'ютерів мережі через вузьке покриття мережі та низьку завадостійкість. Крім того, необхідність підключення до зовнішньої мережі або Інтернету ускладнює підключення.

Тому конфігурація інфраструктури, або, як її часто називають, режим клієнт/сервер, є перспективною конфігурацією і варіантом бездротової мережі, що швидко розвивається і є простим у реалізації.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ БЕЗДРОТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

2.1 Розташування робочих станцій в мережі Wi-Fi

Сьогодні бездротові підключення монтують на підприємствах різних сфер діяльності: від медичних та соціальних установ до великих промислових та транспортних цехів. Без них не обходяться торгові та офісні центри, готельні мережі, навчальні заклади, офіційні установи та організації, де здійснюється обробка значної кількості документів в офлайн та онлайн-режимі, ведеться прийом відвідувачів та ведеться контроль діяльності суб'єктів бізнесу. За умови грамотного проектування та продуманої практичної реалізації бездротове з'єднання:

- буде надійно захищено від витоку даних та несанкціонованого доступу сторонніх осіб;
- стане більш економним та доцільним рішенням на відміну від провідної технології;
- забезпечить стабільний доступ до інформації у будь-якій точці об'єкта;
- буде доступно для всіх використовуваних мобільних пристроїв та обладнання автоматизації діяльності [11].

Прийнявши рішення на користь побудови мережі Wi-Fi, вдасться:

- спростити та прискорити підключення нових точок;
- забезпечити продуктивність праці персоналу;
- зробити обслуговування мережі менш витратним та трудомістким;
- скоротити час монтажних робіт;
- виключити випадковий обрив лінії внаслідок пошкодження кабелю.

Бездротовий формат простіше, зручніше та дешевше у реалізації та використанні, створюючи оптимальні умови для якісної роботи персоналу.

Насамперед, необхідно з'ясувати кількість робочих станцій і їх розташування. Бажане розташувати робочі станції в одній кімнаті або на одному поверсі будинку. Це дозволить скоротити витрати на прокладку мережного кабелю, електроживильної мережі й шини заземлення.

Звичайно, ви не завжди можете вплинути на розташування робочих станцій. Однак краще відразу прокласти кабель так, щоб його згодом не довелося переносити.

Якщо ж не виключена можливість переносу робочих станцій з однієї кімнати в іншу, розглянете можливість завести кабель у ті кімнати, де поки немає робочих станцій, але де вони незабаром можуть з'явитися. Однак не захоплюйтеся, тому що надмірна довжина кабелю у випадку шинної топології приведе до необхідності купувати дорогі репітери.

Основне завдання бездротового підключення – створення комфортних умов для численних користувачів незалежно від рівня навантаження та часу доби. Тому фахівцям, залученим до реалізації проекту, важливо забезпечити:

- постійний доступ до даних у будь-якій точці зони покриття;
- стабільну роботу використовуваних пристроїв;
- ефективний захист від злому;
- достатню зону покриття;
- можливість масштабування та центрального адміністрування з'єднань;
- безшовний роумінг із відсутністю в зоні покриття «порожнього» простору, де підключення утруднене через ослаблення або зникнення сигналу [12].

2.2 Вибір методу доступу та топології у проєктованих мережах

При виборі топології мережі необхідно знайти компроміс між вартістю мережного встаткування і його продуктивністю, урахувати можливий ріст мережі, необхідність підключення до мережі міні-комп'ютерів типу VAX або робочих станцій SUN.

Досить часто трапляється ситуація, коли потрібно організувати безшовне покриття великої території та налагодити управління бездротовою мережею з великою кількістю точок доступу. Поговоримо про те, як оптимально реалізувати проєкт: з чого почати, які параметри врахувати, як налаштувати обладнання і де може чекати каверза. Як живий приклад візьмемо нашу лінійку Auranet, куди входять точки доступу корпоративного класу та мережеві контролери.

На першому етапі необхідно визначитися, яке обладнання та в якій кількості знадобиться для побудови мережі. При цьому йдеться не тільки про контролерів та точки доступу. Бездротова мережа не зможе функціонувати без проводової інфраструктури, що її підтримує. Тому на цьому етапі варто брати до уваги і провідні сегменти, оскільки, цілком імовірно, їх доведеться модернізувати.

Як визначити, чи підійде існуюча провідна інфраструктура для бездротової мережі. По-перше, на комутаторах доступу має бути достатньо вільних портів для підключення бездротового обладнання. Крім того, сучасна мережа стандарту IEEE 802.11N/AC надає абонентам високі швидкості доступу, що призводить до посилення вимог до швидкостей провідних інтерфейсів, а також продуктивності провідної частини мережі в цілому. Наприклад, наша стельова точка доступу CAP300 має провідний порт Fast Ethernet (100 Мбіт/с), тоді як модель CAP1750 забезпечена гігабітним мережевим інтерфейсом. Нижче ми покажемо, які швидкості можуть бути доступні для користувачів при підключенні до точки доступу CAP1750.

По-друге, для оптимізації схеми енергопостачання сучасні точки доступу можуть отримувати живлення не лише із зовнішнього джерела, а й через мережевий кабель за допомогою технології POE (IEEE 802.3af або 802.3at залежно від моделі) – але для того, щоб це працювало, Комутатори доступу також повинні підтримувати цю технологію.

По-третє, комутатори доступу повинні бути керованими та підтримувати роботу з віртуальними мережами (VLAN), що необхідно у випадку, коли бездротове обладнання використовує декілька SSID. На щастя, це вміють практично всі комутатори, які використовуються у корпоративному сегменті. Зрештою, можливо, доведеться вносити зміни до СКС — це залежить від підсумкової кількості точок доступу та місць їх встановлення.

Але як зрозуміти, скільки точок доступу необхідно встановити. Як мінімум, звернути увагу не лише на загальний план приміщень, а й на місця масового скупчення користувачів, а також на кількість людей, які можуть одночасно користуватися зв'язком у кожному з них. Про це ми вже розповідали раніше – у матеріалі, присвяченому побудові бездротової мережі у готелі. При цьому місця масового скупчення – це не лише конференц-зали чи робочі кабінети співробітників, а й торгові центри, освітні заклади, холи готелів, ліфти, кафе та ресторани, внутрішні дворики, а також інші менш очевидні на перший погляд території. За фактом тут без грамотної радіочастотної розвідки не обійтись. І тут у нас є можливість допомогти нашим клієнтам зробити радіопланування та провести радіочастотне обстеження, для чого ми маємо відповідні апаратні та програмні засоби. Однак грубу оцінку кількості точок доступу залежно від густини користувачів можна зробити відразу. Програмне обмеження для точки доступу CAP1750 складає 200 бездротових клієнтів (по 100 на кожен радіодіапазон), проте рекомендоване значення становить 50 бездротових клієнтів (по 25 на кожен радіодіапазон) [13].

Якщо до мережі пред'являються серйозні вимоги по продуктивності й надійності, рекомендується використовувати шинну топологію. Наявні на ринку

мережні адаптери забезпечують швидкість передачі порядку 54 – 108 Мбіт у секунду. Крім того, слід прийняти в увагу той факт, що існує величезна кількість фірм, що випускають адаптери. Це сприяє зниженню вартості таких адаптерів.

На продуктивність мережі великий вплив виявляє потужність файл-серверу, а не пропускна здатність мережі.

Зокрема, продуктивність мережі сильно залежить від продуктивності дискової підсистеми файлу-сервера. Тому збільшення пропускної здатності мережі до 16 Мбіт у секунду може не дати бажаного результату, якщо критичною ланкою є файл-сервер. Продуктивність файл-сервера визначається також обсягом установленної в ньому оперативної пам'яті й тактовою частотою на зовнішній шині процесора (тобто швидкістю обміну даними між регістрами процесора й пам'яттю, а також продуктивністю каналу прямого доступу).

2.3 Рівень сервісу чи обслуговування в мережах Wi-Fi

Організація IEEE уже давно займається створенням і впровадженням різних стандартів по мережних технологіях. Досить довгий час поняття якості обслуговування, Quality of Service, не існувало взагалі, тому що мережі призначали винятково для передачі цифрових даних і основні проблеми були пов'язані з можливістю, швидкістю й дальністю передачі. Більшість розробок велася з метою відкриття нових способів передачі даних, і завданням фахівців було створення систем, які хоча б просто працювали й справлялися з покладеної на них навантаженням. З появою оптоволоконних ліній передачі даних вічна проблема нестачі пропускної здатності була відкладена на невизначений період часу. Розвиток цифрового телебачення й передачі голосових даних по цифрових лініях зв'язку разом з передачею звичайних даних, так звані технології Triple Play, створили відчутну потребу для встановлення деяких пріоритетів для потоків різного роду да-

них з поділом політик видачі пропускнуої здатності й можливих затримок при передачі. Для одних додатків стало недостатньо мати з'єднання з іншим додатком через мережу для нормальної роботи, інші додатки вимагають виділеної пропускнуої здатності або мінімального рівня затримок при передачі інформації – до таких додатків можна віднести відео або IP - телефонію. Ще одним фактором, який вплинув на якість обслуговування в мережах, є повсюдне впровадження мобільних пристроїв, і мова йде не тільки про надання певних послуг, а про якість цих послуг, зручності й простоти їх одержання й використання. Відносно якості обслуговування в провідних мережах давно все визначене, існують відомі стандарти й алгоритми роботи, які досить прості й зрозумілі. А от мобільні пристрої і якість обслуговування – це зовсім інша справа, тому що існує маса відмінностей, як у роботі самої мережі, так і в її можливостях.

Залежно від взаємного розташування та налаштувань бездротового контролера, точок доступу та проводового сегмента мережі можливі кілька типових моделей руху трафіку користувача. Їх необхідно враховувати при проектуванні бездротової мережі, щоб уникнути перевантаження у провідному сегменті. Тут же варто відзначити, що на даний момент бездротове обладнання не інкапсулює дані користувача в тунель CAPWAP, тобто точки доступу і контролери виконують так звану локальну комутацію, що призводить до необхідності або тримати в мережі «розтягнуті» VLAN, або використовувати локальні VLAN з кількома IP-підмережами [14].

Основною проблемою є напівдуплексне середовище передачі. Якщо в провідних мережах ця проблема була вирішена шляхом поділу фізичного середовища передачі даних, то «змусити» електромагнітне випромінювання передаватися в обмеженому просторі без обмеження цього простору поки неможливо. Тільки один пристрій, який перебуває в бездротовій мережі, може передавати або одержувати дані в один момент часу. Алгоритм роботи не передбачає ніякої схеми пріоритетів або координації часу передачі або приймання станцій, до того

ж при роботі через крапку доступу за замовчуванням у боротьбі за провідне середовище в більшості випадків буде вигравати станція, яка перебуває фізично ближче до крапки доступу.

Проблема, яка виникає, якщо дві й більш крапки доступу працюють на одному каналі й перебувають у зоні видимості один одного. Клієнт, який перебуває в зоні перекриття декількох крапок доступу, може страждати від постійних колізій, що виникають через передачу даних декількома крапками доступу одночасно. Одно адресні фрейми будуть вносити затримки через повторну передачу, а багатоадресні будуть загублені, тому що вони не підтверджуються.

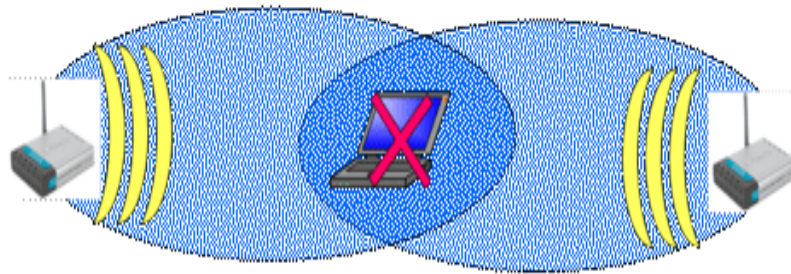


Рисунок 8 – Перекриття по сполученому каналу [12]

Проблема схованого вузла. Уявимо собі ситуацію, коли кілька клієнтів бачать крапку доступу, через яку передається весь трафік, але не бачать один одного, а значить і «не знають», чи передає хтось ще крім них інформацію крапці доступу. При одночасній передачі від декількох станцій крапці доступу в її зоні утворюється колізія. Система RTS/CTS (яка за допомогою службових фреймів вирішує цю проблему) – дуже громіздка, багато пропускну здатності йде на службовий трафік і створюється висока конкуренція за бездротове середовище передачі. Для підтримки винної якості обслуговування необхідно було переробити існуючий алгоритм спілкування станцій бездротових мереж – так і з'явилася «гібридна функція координації».

Перед тем як створювати алгоритм із підтримкою QOS, необхідно спочатку визначитися із класифікацією трафіка. У провідних мережах ця класифікація була створена давно й закріплена стандартом IEEE 802.1p. Схема має на увазі розбивку трафіка на 8 класів по пріоритетах терміновості передачі. Для бездротової мережі така класифікація здалася робочому комітету 802.11e, який розробляє стандарт QOS для бездротових мереж, занадто громіздкої. Було ухвалене рішення про створення всього чотирьох класів обслуговування, у які будуть зараховані всі 8 класів з 802.1p.

Таблиця 1 – Пріоритети трафіку

Пріоритет 802.1p	Опис пріоритету або типу трафіку	Категорія доступу 802.11e
1	Низький пріоритет	0
2	Низький пріоритет	0
0	Нейтральний	0
3	Сигналізація/контроль	1
4	Відеозондування	2
5	Відео	2
6	Голос	3
7	Управління мережею	3

Як показано в таблиці 1, усі пріоритети трафіка, починаючи з низького й закінчуючи нейтральним, у бездротових мережах являють собою єдиний клас 0; усе, що стосується відео, віднесене в окремий клас, а найвищий пріоритет мають протоколи передачі голосу через цифрову мережу й фрейми, які передаються для керування пристроями в мережі.

Зі створенням нової функції координації (керування) у бездротових мережах з'явилися й деякі нові поняття. Одним з них є арбітражний міжфреймовий

зазор (arbitration interframe space, AIFS) – це інтервал часу в каналних інтервалах, який завжди впливає після закінчення передачі станції для того, щоб електромагнітний ефір «заспокоївся» перед початком передачі іншою станцією. Іншими словами – це час, протягом якого відгомони сигналу дійдуть до самих крайніх крапок бездротової мережі й при початку нової передачі іншою станцією не виникне ситуація, коли її сигнал зустрінеться із цими відгомонами й відбудеться колізія. Цей інтервал був і до створення гібридної функції, він називався DIFS, за назвою старої функції координації, і на відміну від нового AIFS, не міг змінюватися. Збільшення затримки при бажанні передати нетерміновий трафік дасть деякі переваги більш терміновому трафіку. Затримка для пересилання пріоритетних фреймів буде менше.

Тепер розберемо, що таке вікна конкуренції і як вони працюють. Вікно конкуренції – інтервал часу, у якому станції змагаються за право передачі даних. По алгоритму роботи після кожного фрейму у варіанті без Qos необхідно було вивести міжфреймовий зазор, але він адже однаковий для всіх станцій і після його закінчення кілька станцій можуть почати передачу одночасно. Розв'язок аналогічний подібному в провідних мережах, необхідно встановити таймер випадкової затримки для кожної станції, і таким чином, значно зменшити ймовірності ситуації, коли станції будуть намагатися почати передачу даних одночасно. Для цього таймера були введені два поняття:

- максимальна ширина вікна конкуренції Cw_{max} – встановлюється виробником і зберігається в пам'яті мережної карти (звичайно 255);
- мінімальна ширина вікна конкуренції Cw_{min} – встановлюється виробником (звичайно 7), може змінюватися в процесі роботи.

Одиниці виміру ширини вікна конкуренції – каналні інтервали. Значення таймера випадкової затримки визначається випадковим вибором числа X , де $0 < X < Cw_{min}$. Тобто вибір здійснюється між числами від 1 до 6 включно. Якщо після відправлення фрейму станція не одержить підтвердження про приймання

(а для кожного фрейму даних вона повинна обов'язково одержати підтвердження), вона подвоює C_{wmin} , а значить при наступній спробі передачі цього ж фрейму інтервал буде вибиратися між значеннями 1 і 14 ($0 < X < 15$). При постійних проблемах передачі значення буде подвоюватися доти, поки не досягнеться значення $C_{wmax}=255$, після досягнення цього значення вікно не міняється. Якщо після 15 повтору передачі фрейм не буде відправлений, станція розв'яже, що це взагалі неможливо й вилучить його з буфера.

В алгоритмі роботи з наданням QOS змінюється й алгоритм вибору вікон конкуренції.

Та останнє нововведення: сприятлива можливість передачі (transmit opportunity, TXOP) – момент, коли станція може почати передавати дані й продовжувати передачу якийсь час. Головною відмінністю від попередньої системи передачі є можливість передачі декількох фреймів підряд замість одного; час, протягом якого можна передавати фрейми, саме й вказується в цьому параметрі.

Тепер розглянемо таблицю 2 значень параметрів для різних класів трафіка.

Розглянемо докладніше кожний клас (access class – AC):

– 0 – звичайні параметри мінімального й максимального вікна конкуренції, подвійний інтервал AIFS, що й дає максимальну затримку при передачі в порівнянні з іншими класами. Нулі в графах параметра TXOP для всіх технологій говорять про те, що в цьому класі вигравши конкуренцію й одержавши право на передачу можна переслати тільки один фрейм, а потім знову боротися за середовище передачі;

– 1 – звичайні параметри мінімального й максимального вікна конкуренції, звичайний міжфреймовий зазор, при захвату середовища передачі дозволяється віддавати фрейми протягом 3 мс для стандарту 802.11b або 1,5 мс для стандарту 802.11a/g. Зрозуміло, що різниця між тимчасовими інтерва-

лами для різних стандартів створена виходячи з того, що однакові по довжині фрейми в мережах по стандартах 802.11a або 802.11g будуть віддані набагато швидше, чим у випадку 802.11b;

2 – у цьому класі штучно зменшене стандартне мінімальне вікно конкуренції. Якщо за вихідне значення брати $CW_{min}=7$, то в цьому випадку $CW_{min}=(7+1)/2-1=3$, а це значить, що при виборі випадкової затримки станція буде вибирати випадкове число з інтервалу $(0;3)$, що гарантує зниження затримки в порівнянні з попередніми класами. У той же час максимальним вікном конкуренції призначається значення стандартного мінімального вікна. У випадку виникнення проблем з передачею трафіка станції із трафіком цього класу будуть збільшувати значення свого поточного мінімального вікна конкуренції до 7 і не більш, у той час як інші збільшували б до значення 255. Крім того, цьому класу виділений найбільший інтервал для передачі фреймів – 6 і 3мс, це логічно, тому що передача відео має на увазі більші фрейми;

Таблиця 2 – Значення параметрів для різних класів трафіку

AC	CW_{min}	CW_{max}	AIFS	$TXOP_{max}$ (b)	$TXOP_{max}$ (a/g)
0	Стандартний CW_{min}	Стандартний CW_{max}	2	0	0
1	Стандартний CW_{min}	Стандартний CW_{max}	1	3 мс	1,5 мс
2	$(CW_{min} + 1)/2 - 1$	Стандартний CW_{min}	1	6 мс	3 мс
3	$(CW_{min} + 1)/4 - 1$	$(CW_{min} + 1)/2 - 1$	1	3 мс	1,5 мс

- 3 – самий високо пріоритетний клас обслуговування зі значеннями мінімального й максимального вікон конкуренції: 1 і 3 відповідно. При ви-

никненні цих типів трафіку станції будуть вичікувати рівно один інтервал у ролі випадкової затримки й при найгірших умовах передачі побільшають інтервал вибору до значень $(0;3)$. Трафік, який входить у цей клас, дуже чутливий до затримок, що й привело до видачі найвищого пріоритету, але керуючі фрейми й фрейми Ір-телефонії досить малі, тому значення параметра ТХОР – нижче, чим у попереднього класу.

Серед постачальників бездротового встаткування існує досить велика кількість особистих розробок, виправлень і добавок для надання QOS, але основа роботи практично в усіх однакова й описана вище.

2.4 Потік інформаційних даних в бездротових мережах

Початковим етапом облаштування має стати детальне обстеження приміщень офісу чи підприємства зі складанням їх точного плану. Таке рішення дозволить грамотно підібрати місця розміщення точок доступу Wi-Fi, дія яких поширюватиметься на одну або кілька кімнат залежно від їхньої площі та матеріалу стін та дверних полотен. Одночасно розглядається питання необхідності встановлення зовнішніх антен. На підставі розрахункових даних підбирається відповідний тип обладнання з робочими параметрами, здатними забезпечити стабільне та безпечне з'єднання. Перевага надається професійним рішенням, розробленим для створення великих розгалужених підключень з високою пропускнуою здатністю.

Структуру мережі Wi-Fi складають точки доступу та контролер, за допомогою якого вдається керувати їхньою роботою та контролювати технічний стан. Залежно від місця розташування та призначення до параметрів обладнання висувають такі вимоги.

Для внутрішніх пристроїв, призначених для установки в приміщенні, швидкість бездротового з'єднання на рівні 450+1300 Мбіт/с, підтримка стандарту бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n/ac, два радіоінтерфейси, опція безшовного роумінгу 802.11R/802.11K, стандарт 802.3at PoE для передачі живлення по кручений парі, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet.

Для зовнішніх моделей з розміщенням на відкритому просторі стандарт бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n, один радіоінтерфейс, швидкість з'єднання 900 Мбіт/с, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet, підтримка технології 802.3af PoE для живлення пристрою, виконання у вологозахищеному корпусі IP 68 [15].

Для контролера - підтримка опції групової установки та конфігурування Wi-Fi роутерів, можливості масштабування та оптимізації мережі, опція пакетного перезавантаження, можливість одночасного контролю до 128 точок доступу, структура Master/Slave для побудови вертикального керування, вбудований локальний сервер авторизації користувачів та гостьового доступу.

Перед остаточним вибором обладнання рекомендується отримати додаткові консультації фахівців, надані з урахуванням поставлених завдань та умов експлуатації пристроїв.

Можна виділити чотири найбільш загальні характеристики трафіку:

- “вибухоподібність”;
- терпимість до затримок;
- час відповіді;
- ємність і пропускна здатність.

Ці характеристики, з урахуванням маршрутизації, пріоритетів, з'єднань і т.д. визначають характер роботи додатків у мережі.

“Вибухоподібність” характеризує частоту посилки трафіка користувачем. Чим частіше користувач посилає свої дані в мережу, тем вона більше. Користу-

вач, який посилає дані регулярно, в одному темпі, зводить показник “вибухопо-дібності” практично до нуля. Цей показник можна визначити відношенням мак-симального (пікового) значення трафіка до середнього.

Терпимість до затримок характеризує реакцію додатків на всі види затримок у мережі. Наприклад, додатка, що обробляють фінансові транзакції в реальному масштабі часу, не допускають затримок. Більші затримки можуть привести до неправильної роботи таких додатків. Додатки сильно різняться за припустимим часом затримки. Є додатка, що працюють у реальному часі (відео конференції) – там час затримки повинний бути вкрай малим. З іншого боку, зустрічаються до-датки, терпимі до затримок у кілька хвилин і навіть годин (електронна пошта, пересилання файлів).

Ємність мережі – це реальна кількість ресурсів, доступних користувачеві на певному шляху передачі даних.

Пропускна здатність мережі визначається загальною кількістю даних, які можуть бути передані в одиницю часу. Ємність мережі відрізняється від пропу-скної здатності мережі через наявність накладних витрат, які залежать від спо-собу використання мережі.

Можна умовно розділити трафік на три категорії, що відрізняються друг від друга вимогами до затримки при передачі.

Трафік реального часу містить у собі аудио- і відеоінформацію, критичну до затримок при передачі. Припустимі значення затримок звичайно не перевищу-ють 0,1 з (сюди входить час на обробку пакетів кінцевою станцією). Крім того, затримка повинна мати малі флуктуації (з ними зв'язаний ефект “тремтіння”). При стиску інформації трафік даної категорії стає дуже чутливим до помилок при передачі, а через тверді вимоги до затримок при передачі потоків у режимі реального часу виникаючі помилки не можуть бути виправлені за допомогою по-вторної посилки.

Трафік транзакцій. При передачі цього виду трафіка затримки не повинні перевищувати 1 с. А якщо ні, то користувачі будуть змушено переривати роботу й чекати відповіді на свої повідомлення, тому що тільки після одержання відповіді вони можуть продовжити відправляти свої дані. Така схема обміну інформацією знижує продуктивність праці, а розкид у значеннях затримок може привести до виникнення почуття дискомфорту в користувачів. У деяких випадках перевищення припустимого часу затримок приводить до збою робочої сесії.

Трафік даних. Затримки при передачі трафіка цієї категорії можуть мати практично будь-які значення й досягати навіть декількох секунд. Для такого трафіка смуга пропускання більш важлива, чому час затримок: збільшення пропускної здатності мережі спричиняє зменшення часу передачі. Додатка, що передають більші обсяги даних, розроблені, в основному, так, що захоплюють усю доступну смугу пропускання мережі. Рідкісними винятками є додатки потокового відео. Для них важливі й пропускна здатність і мінімізація часу затримки.

У межах кожної категорії трафік може бути розподілений по пріоритетах. Високо пріоритетний трафік має переваги при обробці через його важливість для даного підприємства. Прикладом пріоритетного трафіка може бути транзакція із замовленням. Уведення пріоритетів неминуче за недостатності ресурсів мережі. Пріоритети можуть використовуватися для виділення груп, прикладних програм і окремих користувачів у групах.

Передача аудио- і відеоінформації чутлива до зміни затримки або тремтінню. Наприклад, перевищення припустимого порога тремтіння може привести до досить відчутних викривлень зображень, необхідності дублювання відеокадрів і т.д. Передача звуку також чутлива до тремтіння, тому що людині важко сприймати несподівані паузи в мові абонента.

Крім того, тому що потоки аудіо - і відеоінформації впливають через різні пристрої, які обробляють трафік з урахуванням ефекту тремтіння на основі різних алгоритмів, може бути швидко загублена синхронізація між зображенням і

голосом. З ефектом тремтіння можна боротися, ухвалюючи буферну пам'ять на стороні, що ухвалює. Але слід пам'ятати, що обсяг буфера може досягати значних розмірів, а це приводить до подорожчання апаратури, так і до зворотного ефекту – збільшенню затримки за рахунок накладних витрат при обробці інформації у великому буфері.

Висновки до другого розділу

У цьому розділі розглянуто та проаналізовано можливі технічні рішення для побудови бездротових комп'ютерних мереж та обґрунтовано розташування робочих станцій у мережах Wi-Fi.

Проаналізовано загальні принципи вибору методів доступу та топології в проєктованій мережі.

Продемонстровано принципи та рівні обслуговування Wi-Fi мереж.

На основі аналізу політик контролю якості в мережах Ethernet показано, що ці технології відповідають вимогам бездротових комп'ютерних мереж при реалізації на базі комп'ютерних мереж.

У межах кожної категорії трафік може бути пріоритетним. Пріоритетний трафік є важливим для організації і тому його доцільно обробляти. Прикладом пріоритетного трафіку є обробка замовлень. Пріоритетність неминуча, коли мережеві ресурси обмежені. Пріоритети можна використовувати для розрізнення груп, додатків і окремих користувачів в середині груп.

При цьому беруться до уваги питання, пов'язані з безпекою та спільним доступом до мережевих ресурсів.

3 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ WI-FI

3.1 Розробка фізичної та логічної структури комп'ютерної мережі

На цьому етапі робиться план-проект системи розташування бездротових мостів і крапок доступу, що визначає фізичну топологію мережі, проект розміщення й з'єднання активного й пасивного мережного встаткування, вибираються конкретні моделі активного встаткування, продумуються всі питання організації, що комутирується магістралі, маршрутизації між мережею й зовнішнім миром, а також усередині мережі, розподіляється адресний простір, продумуються технічні аспекти роботи встаткування й додаткових сервісів, розглядаються питання подальшого росту мережі. Це найважливіший етап проектування мережної системи.

Розробляємо проект підключення до Інтернету супермаркету вилученого від міста, з наданням бездротового доступу до головного офісу, що перебуває в місті. План приміщень супермаркету зображено на рисунку 9

- кількість поверхів – 1;
- площа поверху супермаркету: поверх №1 – 1560,0 кв.м.;
- кількість одночасних підключень – не більш 50,0;
- швидкість доступу до Інтернету одного користувача до – 1024 Мбіт/с;
- відстань до вузла головного офісу – 10 км;

Трафік – файловий, мультимедійний, Web – трафік, електронна пошта.

У мережу, крім робочих станцій користувачів, входять також апаратні й програмні засоби підтримки різних інформаційних сервісів масштабу підприємства. Основою побудови таких сервісів є централізована корпоративна база даних. Централізація дозволяє знизити витрати по підтримці роботи корпоративної

системи, підвищити загальну надійність і гнучкість роботи. Для виконання складних завдань обробки даних використовуються спеціалізовані сервера додатків. Для роботи вилучених користувачів використовується Web – сервер. Для роботи з локальними базами, які за якимись причинами не переведені на централізоване зберігання, використовується механізм обміну даними.

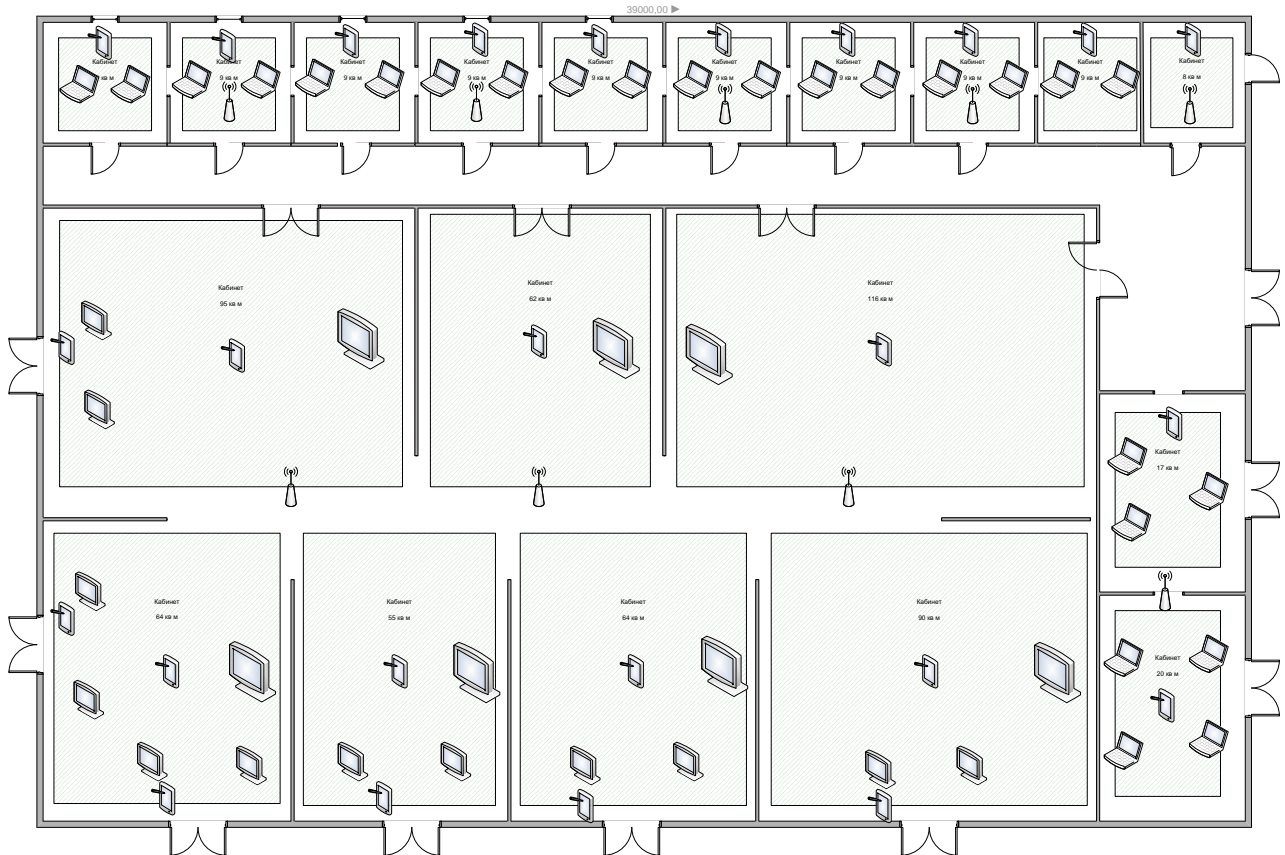


Рисунок 9 – План приміщень супермаркету

3.2 Фізична структура бездротової мережі супермаркету

Топологія опорно-магістральної мережі містить у собі багаторівневу ієрархічну систему комутаторів різного рівня. Така побудова мережі продуктивна складною ієрархічною структурою й великою довжиною приміщень.

На першому рівні ієрархії перебуває комутаційний вузол, побудований на високопродуктивному комутаторі рівня підприємства. З поверховими комутаторами 2 рівня він з'єднується склороволокном із пропускнуою здатністю 1 Гб/сек.

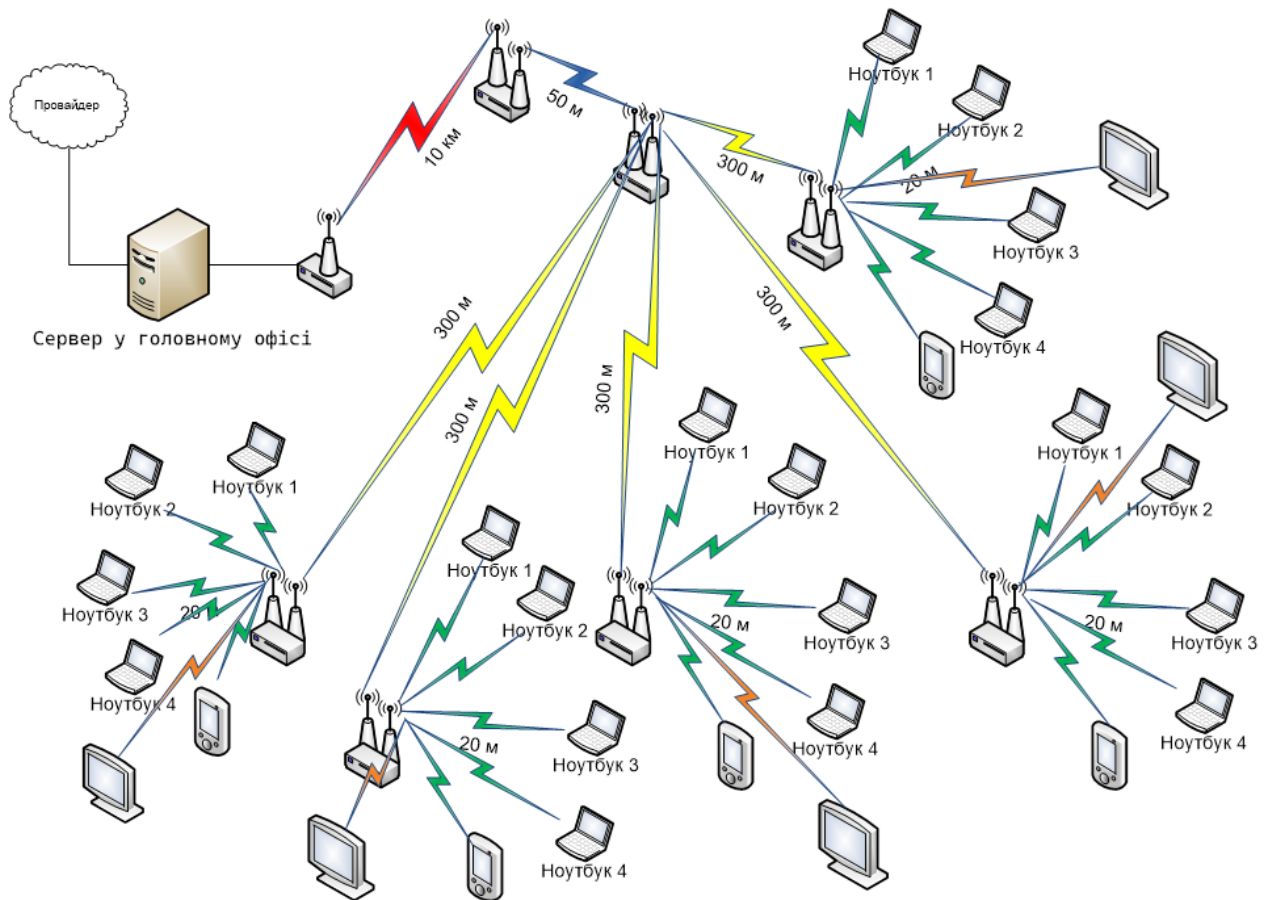


Рисунок 10 – Структурна схема бездротової мережі супермаркету

На другому рівні ієрархії розташована горизонтальна підмережа приміщення, яка складається з декількох високопродуктивних комутаторів, підключених за допомогою скловолокна із пропускною здатністю 1 Гб/сек до комутатора першого рівня ієрархії. Горизонтальна підмережа проходить по середньому поверхові будови супермаркету.

Третій рівень ієрархії – вертикальне розведення від комутаторів другого рівня по поверхах кожних приміщень за допомогою крученої пари пропускної здатності 100 Мбіт/сек. У якості активного встаткування передбачається використовуються високопродуктивні керовані комутатори рівня підприємства.

Підключення підрозділів і окремих користувачів проводиться до комутаторів третього, або, у випадку безпосередньо фізичної близькості, другого рівня. Усі користувачі підключаються до мережі з використанням технології VLAN і функції маршрутизації комутаторів 3-го рівня. Це дозволить відмовитися від використання без особливої необхідності в підрозділах програмних маршрутизаторів, що дозволить побільшати продуктивність мережі, а так само контролювати поширення ширококомовних повідомлень. Підрозділи підключаються до опорно-магістральної мережі з використанням комутаторів, окремі користувачі – безпосередньо до комутаторів опорно-магістральної мережі.

Сервери масштабу підприємства підключаються до комутаторів 1 або 2 рівня ієрархії.

Використовувана топологія дозволяє суттєво побільшати продуктивність і масштабованість мережі й підвищити рівень її безпеки.

Активне й пасивне встаткування мережі перебуває під фальш стелею. При цьому активне встаткування розташоване в спеціальних шафах, що дозволить виключити несанкціонований доступ до нього. Надалі передбачається додатково встановити на комутаторах опорної мережі джерела безперебійного живлення, що дозволить підвищити стійкість мережі до локальних збоїв електроживлення.

Даний спосіб розміщення встаткування опорно-магістральної мережі підвищує якість обслуговування встаткування й поліпшує зовнішній вигляд за рахунок використання спеціальних коробів для прокладки кабелів.

3.3 Основні відомості про вибір бездротового мережного встаткування

Структуру мережі Wi-Fi складають точки доступу та контролер, за допомогою якого вдається керувати їхньою роботою та контролювати технічний стан. Залежно від місця розташування та призначення до параметрів обладнання висувають такі вимоги:

Для внутрішніх пристроїв, призначених для установки в приміщенні, швидкість бездротового з'єднання на рівні 450+1300 Мбіт/с, підтримка стандарту бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n/ac, два радіо інтерфейси, опція безшовного роумінгу 802.11 R/802.11K, стандарт 802.3at PoE для передачі живлення по кручений парі, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet.

Для зовнішніх моделей з розміщенням на відкритому просторі стандарт бездротового зв'язку 802.11a/b/g/n, один радіо інтерфейс, швидкість з'єднання 900 Мбіт/с, порти 10/100/1000 Gigabit Ethernet, підтримка технології 802.3af PoE для живлення пристрою, виконання у вологозахищеному корпусі IP 68.

Для контролера – підтримка опції групової установки та конфігурування Wi-Fi роутерів, можливості масштабування та оптимізації мережі, опція пакетного перезавантаження, можливість одночасного контролю до 128 точок доступу, структура Master/Slave для побудови вертикального керування, вбудований локальний сервер авторизації користувачів та гостьового доступу.

При проектуванні базової станції мережі "крапка – багато крапок" користуйтеся калькуляторами і наступними рекомендаціями:

Для покриття 360° по азимуту рекомендуємо використовувати 6 секторних антен по 60°. У випадку невеликого радіуса стільник і малої завантаженості можна створити 3 сектору з використанням антен з кутом головної пелюстки 120°.

Щоб сусідні сектори не заважали друг-другові, використовуйте не менш 2х різних частот, чергуючи їх на різних секторах. Для покриття 360° рекомендується використовувати 3 частоти.

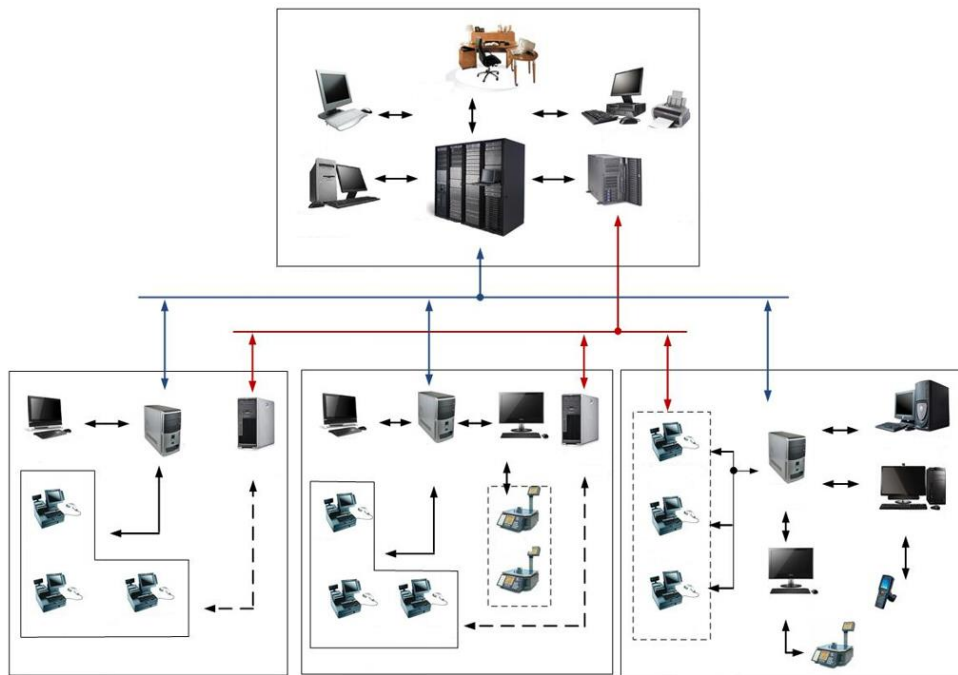


Рисунок 11 – Функціональна схема комп'ютерної мережі супермаркету

Пам'ятаємо про те, що чим вище швидкість у каналі, тим гірше використовується модуляція справляється з перешкодами в основному й сусідньому каналах. Якщо плануєте використовувати швидкості 36, 48, 54 Мбіт/с і підсилувачі, необхідно подбати про якісне екранування стільника друга-від-друга. Додаткове екранування можна забезпечити за рахунок розміщення антени й бездротового

маршрутизатора кожного сектору по різні сторони будинку або щогли на максимальній відстані так, щоб екраном служила природня перешкода (стіна, надбудова й ін).

Звичайно БС, розміщується на найвищих будинках і забезпечується секторними антенами, внаслідок цього БС піддана перешкодам сильніше, чим абонентська станція, оскільки "збирає шум" з набагато більшого сектору простору. У випадку використання бездротової мережі для організації доступу в Інтернет (асиметричного по своїй природі), розумним компромісом буде зафіксувати швидкість на АС у напрямку до БС на рівні 12-18 Мбит/із для того щоб БС була менш чутлива до перешкод на прийманні.

Внаслідок асиметричності потоків і посилення антен, рекомендується використовувати пристрої з вихідною потужністю 600 мВт на БС із діаметром зони обслуговування більш 3 км.

Мінімальний і максимальний радіуси зони покриття залежать від кута випромінювання секторних антен у вертикальній площині, кута нахилу антен і висоти їх підвісу. Для підбору цих параметрів користуються онлайн-калькуляторами.

Необхідно пам'ятати старе правило "антена – кращий підсилювач". Використовуючи спрямовані параболічні антени зі значним посиленням ми заощадимо на підсилювачі й відбудуємося від перешкод з боку інших працюючих систем.

За допомогою вибору антен з різними коефіцієнтами підсилення (КП) намагаємося вирівняти рівні сигналів від близьких і далеких АС для того, щоб БС "чула" усі станції приблизно однаково. Для обчислень використовується калькулятор розрахунків енергетичного бюджету.

3.4 Розрахунок енергетичного бюджету бездротового мосту

Обчислимо енергетичний бюджет бездротової траси й одержимо відповіді на наступні питання:

- чи можливий зв'язок на заданій відстані;
- які антени для цього будуть потрібні;
- яка швидкість у каналі може бути досягнута.

Результат розрахунків – запас по енергетиці, який повинен становити не менш 20db для збереження стійкого зв'язку при різких погіршеннях умов проходження радіохвиль.

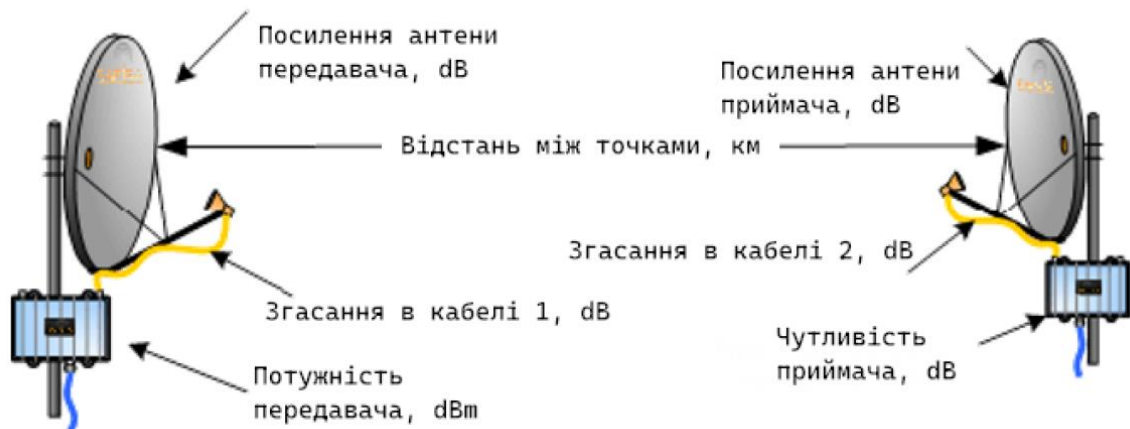


Рисунок 12 – Основні параметри для енергетичного розрахунка

3.5 Розрахунок розмірів першої зони Френеля

Радіохвиля в процесі поширення в просторі займає обсяг у вигляді еліпсоїда обертання з максимальним радіусів у середині прольоту, який називають зоною Френеля. Природні (земля, пагорби, дерева) і штучні (будинку, стовпи) перешкоди, що попадають у цей простір послабляють сигнал.

Робоча частота		Відстань між точками	
<input type="text" value="2400"/> (MHz)	<input type="text" value="10"/> (км)		
Потужність передавача	Посилення антени передавача	Втрати в кабелі та роз'ємах 1	
<input type="text" value="28"/> (dBm)	<input type="text" value="26"/> (dBi)	<input type="text" value="1.5"/> (dB)	
Чутливість приймача	Посилення антени приймача	Втрати в кабелі та роз'ємах 2	
<input type="text" value="-85"/> (dBm)	<input type="text" value="26"/> (dBi)	<input type="text" value="1.5"/> (dB)	
Розрахунки:			
<input type="button" value="Розрахувати запас сигналу"/>			
Втрати у вільному просторі	Рівень сигналу на виході приймача	Запас з енергетики каналу	
<input type="text" value="120"/> (dB)	<input type="text" value="-43"/> (dBm)	<input type="text" value="42"/> (dB)	

Рисунок 13 – Розрахунки втрат, рівня й запасу по енергетиці

Радіус 1-й зони Френеля в самій широкій частині може бути розрахований за допомогою цього калькулятора. Тут d це довжина лінка в кілометрах, f це частота в ГГц, а r – радіус зони Френеля в метрах.

Звичайне блокування 20% зони Френеля вносить незначне загасання в канал. Понад 40% загасання сигналу буде вже значним, слід уникати влучення перешкод на шляху поширення.

Цей розрахунок зроблений у припущенні, що земля плоска. Він не враховує кривизну земної поверхні. Для протяжних каналів слід проводити сукупний розрахунок, що враховує рельєф місцевості й природні перешкоди на шляху поширення. У випадку протяжних лінків слід намагатися збільшувати висоту підвісу антен, беручи до уваги кривизну земної поверхні.

Таблиця 3 – Інформація, необхідна для енергетичного розрахунку

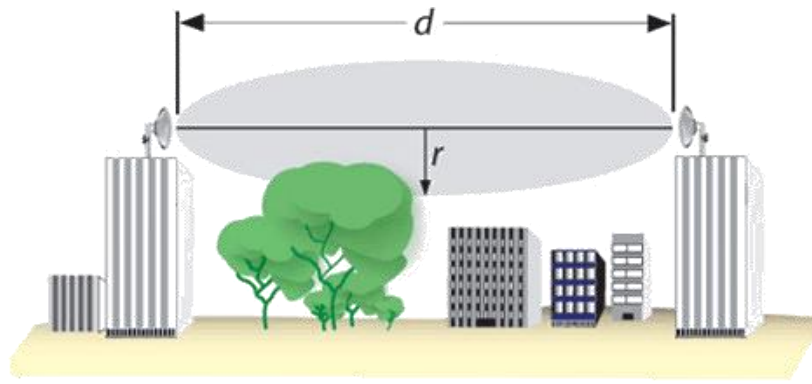
Швидкість у каналі	Чутливість приймача гранична	Потужність передавача РА63	Потужність передавача РА400	Можливість передавача РА600
Нормальний режим, OFDM:				
54 Мб/с	-70 dBm	14dBm +/-2 dBm	21dBm +/-2 dBm	23dBm +/-1.5 dBm
48 Мб/с	-73 dBm	15dBm +/-2 dBm	22dBm +/-2 dBm	24dBm +/-1.5 dBm
36 Мб/с	-78 dBm	16dBm +/-2 dBm	24dBm +/-2 dBm	26dBm +/-1.5 dBm
24 Мб/с	-82 dBm	17dBm +/-2 dBm	26dBm +/-2 dBm	28dBm +/-1.5 dBm
18 Мб/с	-85 dBm	17dBm +/-2 dBm	26dBm +/-2 dBm	28dBm +/-1.5 dBm
12 Мб/с	-87 dBm	17dBm +/-2 dBm	26dBm +/-2 dBm	28dBm +/-1.5 dBm
9 Мб/с	-88 dBm	17dBm +/-2 dBm	26dBm +/-2 dBm	28dBm +/-1.5 dBm
6 Мб/с	-90 dBm	18dBm +/-2 dBm	26dBm +/-2 dBm	28dBm +/-1.5 dBm
Режим ССК:				
11 Мб/с	-88 dBm	19dBm +/-2dBm		
5.5 Мб/с	-90 dBm	19dBm +/-2dBm		
2 Мб/с	-92 dBm	19dBm +/-2dBm		
1 Мб/с	-93 dBm	19dBm +/-2dBm		

3.6 Розрахунки кута нахилу антен бездротового мосту

Даний нескладний розрахунки дозволяє обчислити необхідний кут нахилу антени базової станції БС щодо лінії обрію, знаючи висоту крапок установки антени БС і абонентської станції АС.

Передбачається, що антени приймача й передавача перебувають у зоні прямої видимості.

Енергетичний розрахунки не враховує дифракцію Френеля на перешкодах, що перебувають поблизу від шляху поширення сигналу. Визначити, який простір повинний бути вільним навколо уявлюваної осі між антенами можна за допомогою онлайн калькулятора <https://3g-aerial.biz/>.



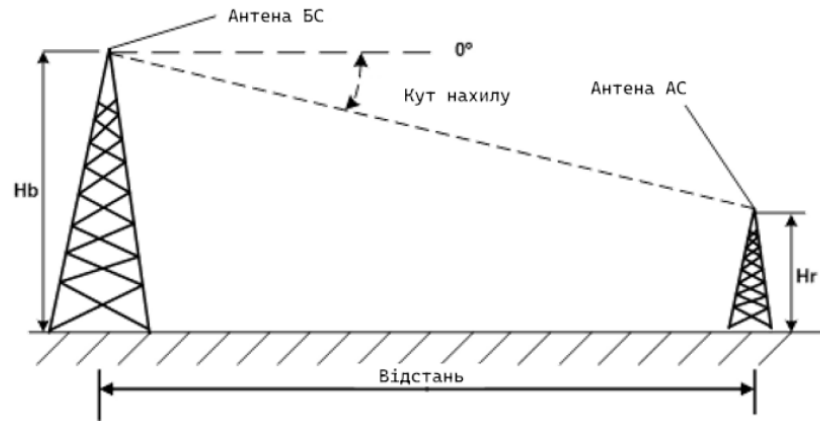
Відстань у км.	Частота ГГц.
<input type="text" value="10"/> (кілометрів)	<input type="text" value="2.4"/> (ГГц) <input type="button" value="Рахувати"/>
Результати:	
Перша зона Френеля <input type="text" value="17.7"/> метрів	80% першої зони Френеля <input type="text" value="14.1"/> метрів

Рисунок 14 – Розрахунок першої зони Френеля

Чутливість приймача й потужність передавача залежно від бажаної швидкості в каналі відображено в таблиці.

Втрати у ВЧ кабелі залежать від його довжини й частоти переданого сигналу. Вище в таблиці наведені довідкові значення для розповсюдженого кабелю Radiolab 8DF-B. Втрати у ВЧ розніманнях звичайно становлять не більш 0.5 – 1db

Наявність перешкод різко погіршує якість зв'язку навіть при достатньому рівні сигналу.



Висота підвісу БС, H_b	Висота підвісу АС, H_r
<input type="text" value="30"/> метрів	<input type="text" value="15"/> метрів
Розрахувати відстань	
<input type="text" value="0.08"/> Кут нахилу, °	<input type="button" value="Рахувати"/> <input type="text" value="10.74"/> кілометрів
Розрахувати кут нахилу на відстані	
<input type="text" value="10"/> Відстань, кілометрів	<input type="button" value="Рахувати"/> <input type="text" value="0.09"/> Кут нахилу, °

Рисунок 15 – Розрахунки кута нахилу антенних систем

3.7 Дослідження середовища передачі за допомогою Netstumbler

Для забезпечення рівномірного розподілу швидкості необхідно щоб несучі частоти каналів бездротового встаткування не перекривалися, для сканування реального стану середовища передачі використовуємо програмний комплекс Netstumbler.

Netstumbler є інструментом для операційних систем як Windows так і Android, що полегшує виявлення бездротових мереж використанням 802.11b, 802.11a і 802.11g WLAN стандартів.

Програма використовується для:

- дослідження бездротових мереж;
- перевірки конфігурації мережі;

- пошуку приміщень із поганим охоптом в WLAN;
- виявлення причин радіоперешкод;
- виявлення несанкціонованих крапок доступу;
- правильність настроювання спрямованих антен для далекого зв'язку WLAN.

Сканер Wi-Fi мереж. Дозволяє виявляти бездротові мережі й одержувати масу інформації. Можна визначити імена й назви мереж, виробника встаткування, довідатися, чи застосовується шифрування для передачі даних і т.п. Якщо є Gps-приймач, Netstumbler буде записувати координати крапок, що виявляються, доступу, рівень сигналу й іншу інформацію в окремий файл, по якому легко можна створити карту з відзначеними на ній крапками доступу.

Проаналізувавши частотний діапазон, знаходимо вільні канали для магістральних мостів і крапок доступу. З наведених малюнків 16 видне, які канали вільні від перешкод.

3.8 Моделювання бездротової мережі в Ekahau Heatmapper

Програмний комплекс Ekahau Site Survey, орієнтований на IT-фахівців, у чий обов'язки входить планування, розгортання й обслуговування мереж бездротовому зв'язку. В Ekahau Site Survey пропонується нова функція Auto-Planner, яка оптимізує розміщення крапок доступу при проектуванні корпоративних бездротових Wi-Fi – мереж. Основне вікно для роботи із програмою зображено на рисунку 17. Програма самостійно визначає найкраще розташування крапок доступу, а також розраховує й повідомляє оптимальний розподіл каналів. «Технологія Hybrid Site Survey, дозволяє вдвічі скоротити витрати часу на дослідження місцевості перед розгортанням мережі Wi-Fi.

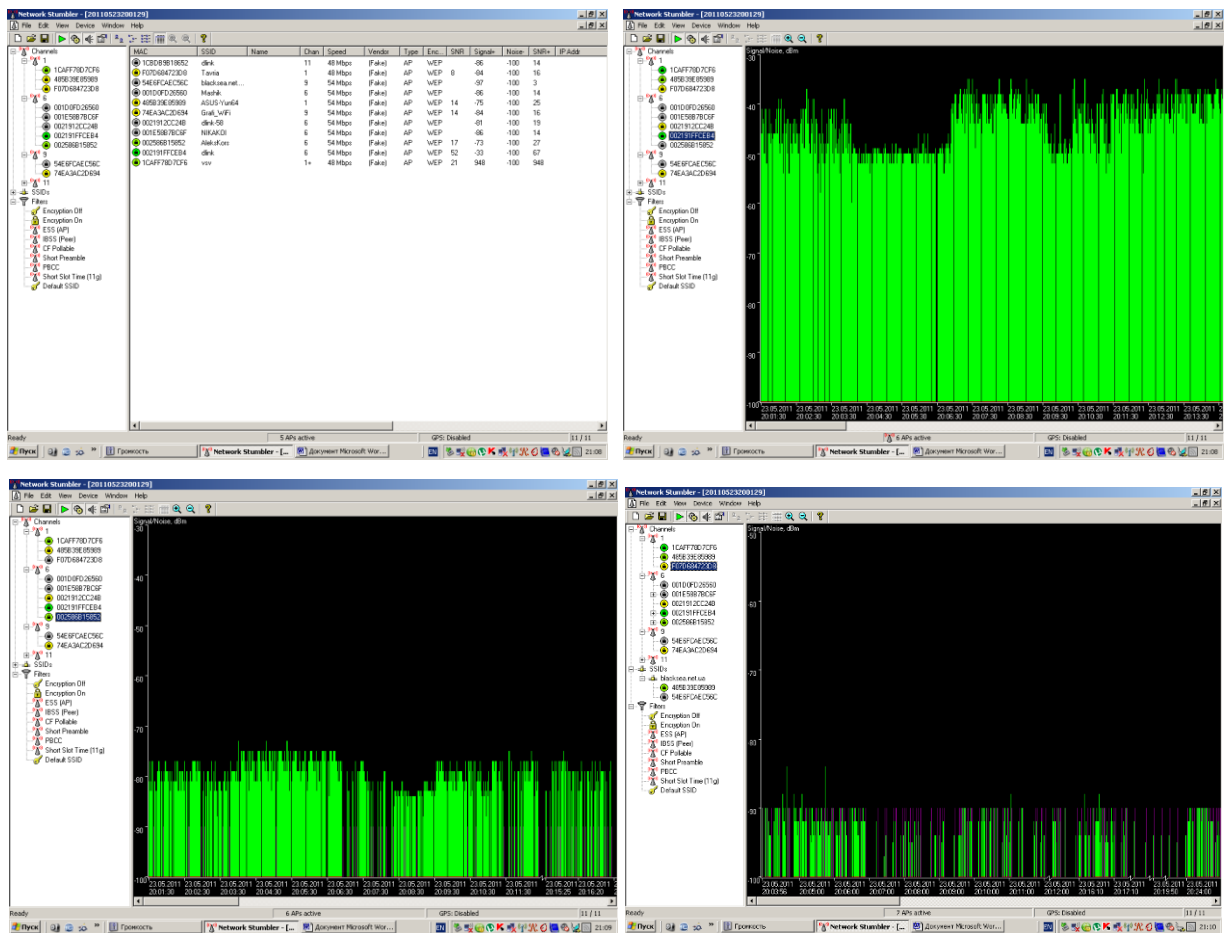


Рисунок 16 – Результати аналізу середовища передачі широкосмугового сигналу

Функція Auto-Planner дозволяє підготувати готовий до реалізації план мережі в найкоротший термін з високим рівнем зручності. Програмне забезпечення може використовуватися для побудови тривимірного плану, який дозволить користувачам наочно уявити собі найбільш ефективне розташування крапок доступу в багатоповерховому офісі, а також допоможе оптимізувати дизайн мережної інфраструктури для специфічних сценаріїв (наприклад, для розгортання рішень «voice over Wi-Fi» або забезпечення високошвидкісної передачі даних).

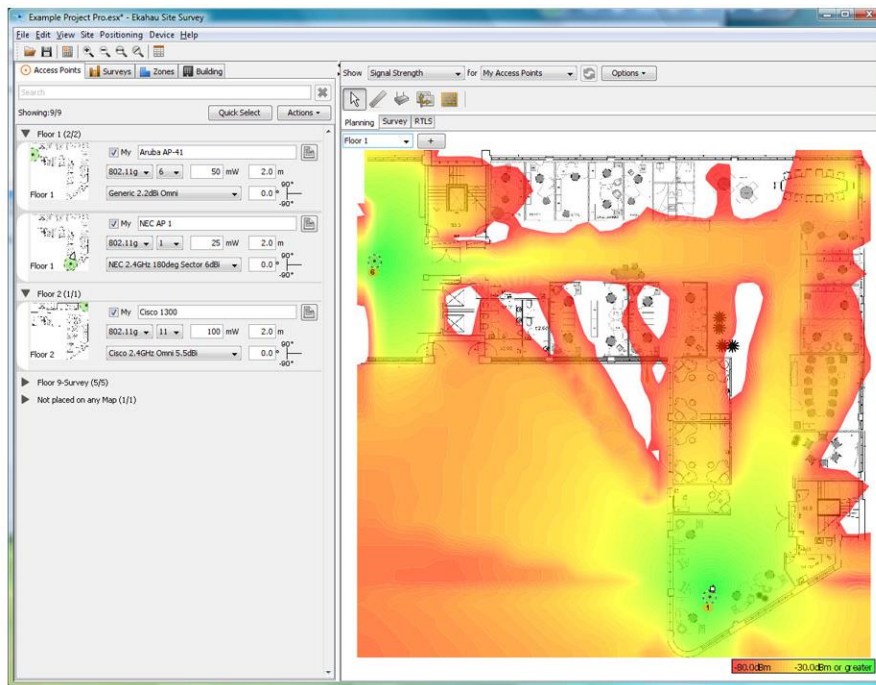


Рисунок 17 – Визначення зон засвічення в програмному комплексі Ekahau Site Survey

Версія Ekahau Site Survey 6 підтримує плани приміщень, спроектовані в САПР – системах або створені з використанням векторної графіки. Окремого згадування заслуговує зростаюча продуктивність продукту й розширений список ідентифікованого Wi-Fi устаткування, який містить у собі антени й крапки доступу від провідних виробників.

На малюнках 18 наведені приклади роботи із програмним комплексом для декількох крапок доступу. По даних малюнок можна провести дослідження й підготовку карт покриття мереж Wi-Fi, визначити області покриття мережі, зробити пошук доступних крапок доступу, локалізацію джерел перешкод, вивчити налаштування систем безпеки й виявити відкриті мережі.

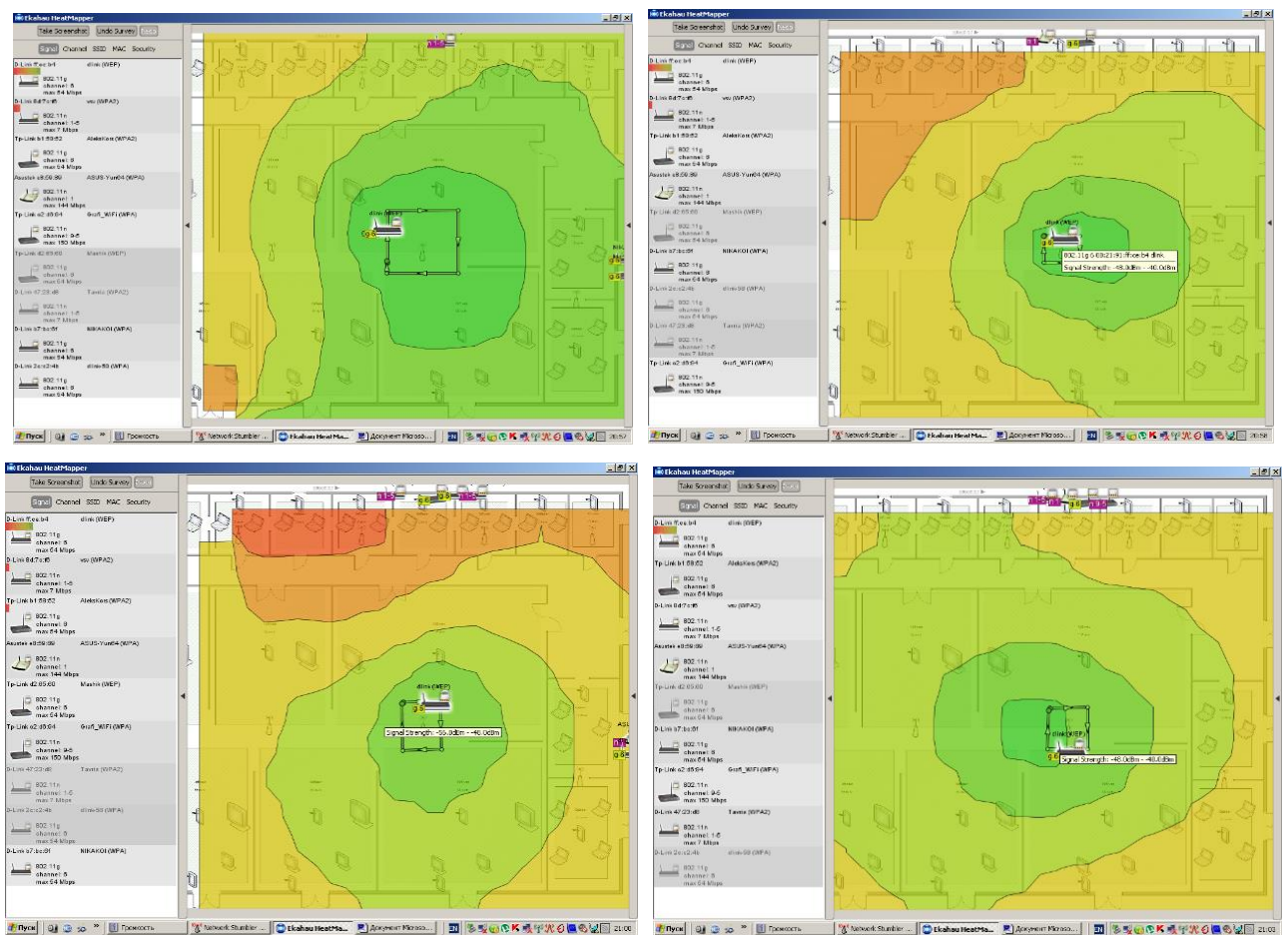


Рисунок 18 – Аналіз потужності випромінювання крапок доступу

3.9 Імітаційна модель бездротової мережі супермаркету в Cisco Packet Tracer

Програмний комплекс Packet Tracer – емулятор мережі передачі даних, що випускається фірмою Cisco Systems. Дозволяє робити працездатні моделі мережі, набудувувати (командами Cisco IOS) маршрутизатори й комутатори, взаємодіяти між декількома користувачами (через хмару). Містить у собі серії маршрутизаторів Cisco 1800, 2600, 2800 і комутаторів 2950, 2960, 3650. Крім того є сервери DHCP, HTTP, TFTP, FTP, робочі станції, різні модулі до комп'ютерів і маршрутизаторам, пристрою Wi-Fi, різні типи кабелів.

Успішно дозволяє створювати навіть складні макети мереж, перевіряти на працездатність топології. У тому числі й для моделювання роботи бездротових мереж. Результати моделювання розробленої мережі наведено на рисунку 19.

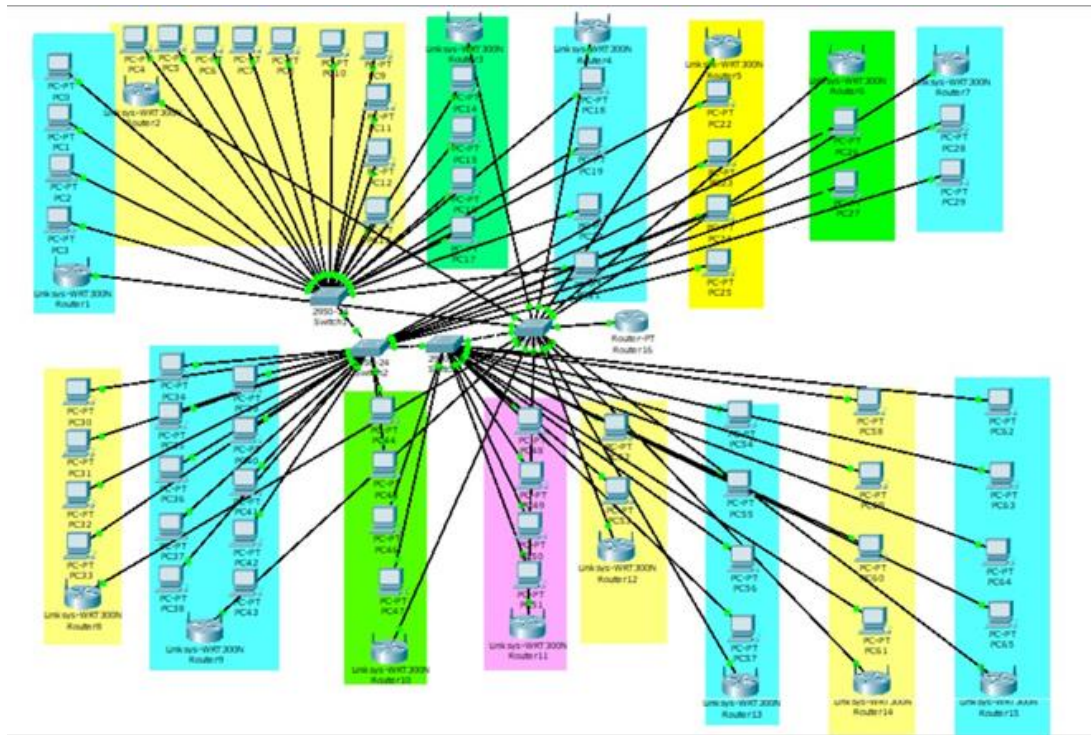


Рисунок 19 – Імітаційна модель мережі в Cisco Packet Tracer

На рисунку 20 показано як з один з типових ноутбуків була проведена перевірка на затримки й пропускну здатність командою ping.

Відправлено 4 пакета, доставлено 4 пакета, втрат 0.

Мінімальна затримка = 90 м/с

Максимальна затримка = 123м/с

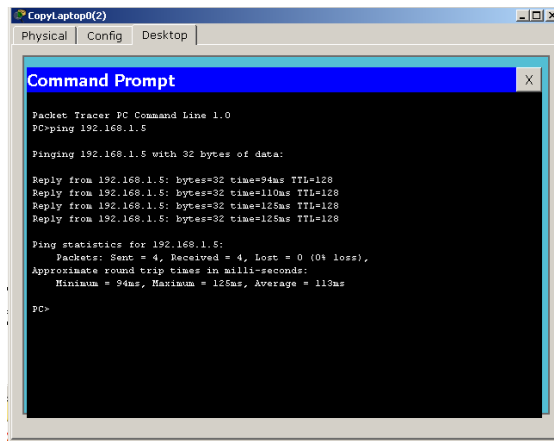


Рисунок 20 – Ping протокол

DHCP сервер автоматично «роздає» IP адреси для кожної робочої станції. На рисунку 21 можна побачити налаштування DHCP серверу.

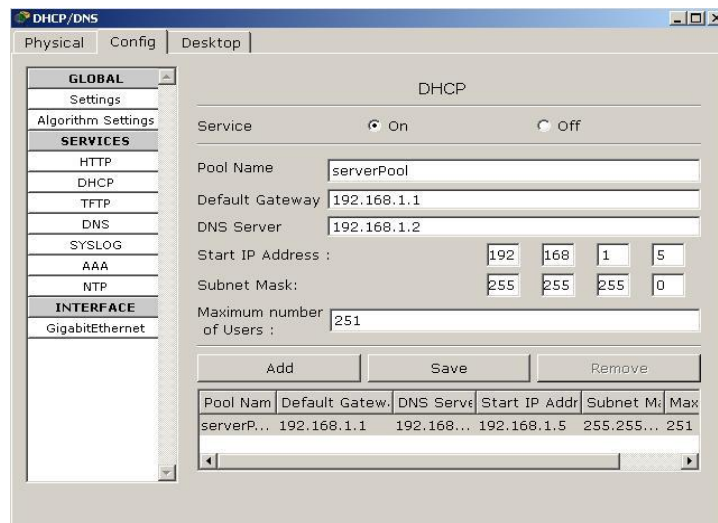


Рисунок 21 – Налаштування DHCP серверу

DNS сервер, який містить у собі таблицю доменних імен. На рисунку 22 можна побачити налаштування DNS серверу.

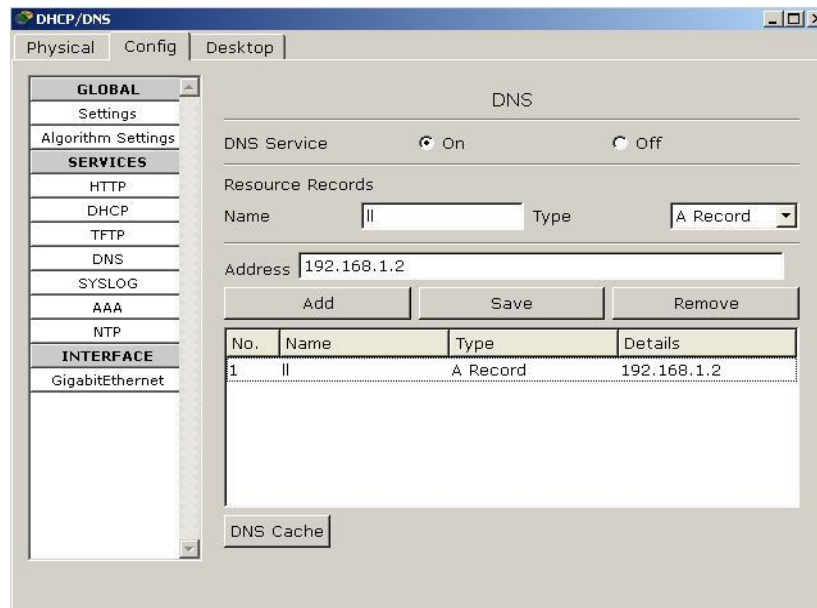


Рисунок 22 – Налаштування DNS серверу

На рисунку 23 представлена модель бездротового мосту від вузла адміністративного будинку до супермаркету.



Рисунок 23 – Модель бездротового мосту

3.10 Розрахунок цінової складової для реалізації проекту бездротової мережі супермаркету

Для свого проекту я обрав кабель UTP 5 категорії (cat.5e). Це якісна неекранована, мідна вита пара (UTP - cat.5e) від перевіреного часом виробника Одескабель. Застосовується для внутрішніх робіт - стаціонарної прокладки всередині

будівель, станцій та апаратури. Забезпечує експлуатацію на частотах до 350 МГц. Матеріал струмопровідних жил – м'яка мідь, діаметр дроту 0.51мм (24 AWG). Поставляється у бухтах по 305м.

В основі конструкції лежить дріт із діаметром перерізу 0.51мм. (24 AWG) виготовлена з м'якої міді (Cu). Діаметр провідника з ізоляцією із поліетилену 0.92 мм. Сердечник кабелю 4 пари по 2 скручені разом провідники. Зовнішня оболонка виготовляється з полівінілхлоридного пластикату (ПВХ) або LS0H-компаньйонду з додаванням домішок, що перешкоджають горінню та виділенню диму. Максимальний діаметр не перевищує 4,9 мм.

Даний кабель ідеально підійде для використання у побудові мереж Fast Ethernet (100BASE-TX), Gigabit Ethernet (1000BASE-T), мережах, що використовують технологію PoE. Одескабель UTP 4 пари, ПВХ, внутрішній (марка КПВ-ВП (350МГц) 4x2x0,51) повністю відповідає стандартам:

- ISO/IEC 11801:2002;
- EN 50173-1:2002;
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001;
- IEC 61156-5:2002;
- ТУ У 31.3-05758730-020-2002.

Основні характеристики даного кабелю:

- робочий температурний діапазон: -20 °С...+60 °С;
- радіус вигину: ≥ 8 x діаметрів кабелю;
- максимальне зусилля, що розтягує, не повинно перевищувати 85Н;
- опір постійному струму не перевищує у 92 Ом/км.

В одній упаковці постачається 305 м кабелю. Кількість упаковок, яку потрібно закупити для мого проекту становить:

$$2805,12 / 305 \approx 10 \text{ уп.}$$

Ціна за одну упаковку 305 м такого кабелю становить 4185,28 грн, отже за 10 упаковок ціна буде становити:

$$4185,25 * 10 = 41825,25 \text{ грн.}$$

Я обрав настінну комутаційну шафу Hypernet WMNC-9U-FLAT-BLACK, її ціна становить 5049 грн.

Шафа 9U призначена для встановлення та обслуговування будь-якого 19-ти дюймового телекомунікаційного активного та пасивного обладнання.

Характеристики:

- робоча висота - 9U;
- ширина – 600мм;
- глибина – 450мм;
- максимальна робоча глибина для встановлення обладнання – 442мм;
- конструктив – розбірний;
- максимальне навантаження – 125 кг;
- 19" Річки - 2 пари, передні та задні, що регулюються по глибині;
- комплект заземлення – є;
- передні двері з безпечним гартованим склом, на замку;
- можливість встановлення дверей у дзеркальне положення;
- знімні бічні стінки на замках;
- кабельні вводи в даху та підлозі шафи закриті заглушками на гвинтах;
- посадкове місце під один вентилятор стандартного розміру 120*120мм;
- вентиляційна перфорація у даху та підлозі шафи;
- місця кріплення під заземлення;
- чотири монтажні отвори для кріплення шафи на стіну;
- порошково-полімерне покриття;
- продумана модульна конструкція для легкого та швидкого складання.

Стосовно вибору інформаційної розетки, ця модель розетки AMP типу була розрахована на два порти RJ45. Рамка розетки виконана з якісного пластику та має білий колір. Розмір пристрою 68x68мм. Рейтинг (4.4 /5).

Ціна – 253 грн/шт. Нам потрібно 34 шт. плюс 6 розеток (15%) про всяк випадок. Отже ціна за 40 таких розетки становитиме 10120 грн.

Вибір патч-панелі AMP 406330-1 ця модель вдало поєднує в собі високу якість і низьку ціну.

Характеристики:

- категорія – cat.5e;
- тип виконання – UTP;
- монтажна висота – 1U;
- конструктив – 19";
- кількість портів – 24 порти;
- комплектація патч-панелі – з модулями.

Ціна за одну таку патч-панель становить 3800 грн. Кількість підключень в нашому проекті дорівнює 72, отже нам потрібно три таких патч-панелі по 24 порти кожна, тоді загальна ціна становитиме 11400 грн.

Для реалізації проекту також необхідно придбати три комутатора по 24 порти кожен. Я зупинив свій вибір на комутаторі від компанії Mikrotik – Комутатор керований 2 рівня Mikrotik Cloud Smart Switch (CSS326-24G-2S+RM)

MikroTik CSS326-24G-2S + RM – керований комутатор 2 рівня на базі SwOS має 24 гігабітні Ethernet-порти, 2 порти SFP+ і забезпечує під'єднання на каналній швидкості з кількома новими комутаційними функціями. SFP-слот підтримує як модулі 1.25 Гбіт SFP, так і 10 Гбіт SFP +.

Ціна за один такий комутатор становить 5525 грн, нам потрібно 3 шт., отже загальна ціна становитиме 16575 грн.

Бездротовий маршрутизатор Mikrotik hAP AC3 RBD53iG-5HacD 2HnD (AC1200, 5xGE, 1xUSB, 5,5dBi) зображено на рисунку 10, їх ми і будемо використовувати в нашому проекті.

Бездротовий маршрутизатор Mikrotik hAP AC3 RBD53iG-5HacD 2HnD (AC1200, 5xGE, 1xUSB, 5,5dBi)

Характеристики:

- частота роботи Wi-Fi – 5 ГГц + 2.4 ГГц (двodiaпазонний);
- USB-порт – 1 x microUSB;
- швидкість Wi-Fi, Мбіт/с – 1167 Мбіт/с;
- країна-виробник – Китай;
- призначення роутера – Домашній Офісний;
- кількість антен – 2;
- додаткові режими роботи Міст, точка доступу;
- стандарт швидкості Wi-Fi – AC1200;
- колір – чорний;
- додаткові характеристики – ОЗУ: 256 МБ, Flash-пам'ять: 128 МБ.

Ціна одного маршрутизатора становить 3935 грн. Нам потрібно 16 маршрутизаторів, отже загальна ціна становитиме 62960 грн.

Висновки до третього розділу

У цьому розділі розглянуто та проаналізовано можливі технічні рішення для побудови бездротових комп'ютерних мереж та обґрунтовано розташування робочих станцій у мережах Wi-Fi.

Проаналізовано загальні принципи вибору методів доступу та топології в проєктованій мережі.

Продемонстровано принципи та рівні обслуговування Wi-Fi мереж.

На основі аналізу політик контролю якості в мережах Ethernet показано, що ці технології відповідають вимогам бездротових комп'ютерних мереж при реалізації на базі комп'ютерних мереж.

У межах кожної категорії трафік може бути пріоритетним. Пріоритетний трафік є важливим для організації і тому його доцільно обробляти. Прикладом пріоритетного трафіку є обробка замовлень. Пріоритетність немінуча, коли мережеві ресурси обмежені. Пріоритети можна використовувати для розрізнення груп, додатків і окремих користувачів в середині груп.

При цьому беруться до уваги питання, пов'язані з безпекою та спільним доступом до мережевих ресурсів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ Й РЕКОМЕНДАЦІЇ

В результаті виконання роботи було розроблено проект підключення незалежного супермаркету в 10 км від міста до інтернету та забезпечення бездротового доступу. Була використана технологія бездротового доступу Wi-Fi, оскільки приміщення обладнане мобільними терміналами. Створена мережа дозволяє користувачам отримати доступ до Інтернету, електронної пошти та FTP-серверів. Також існує локальна мережа між поверхами, яка дозволяє комп'ютерам "спілкуватися" один з одним в мережі.

Розглянуто та проаналізовано можливі технічні рішення для побудови бездротових комп'ютерних мереж та обґрунтовано розташування робочих станцій у мережах Wi-Fi.

Проаналізовано загальні принципи вибору методів доступу та топології в проєктованій мережі.

Продемонстровано принципи та рівні обслуговування Wi-Fi мереж.

На основі аналізу політик контролю якості в мережах Ethernet показано, що ці технології відповідають вимогам бездротових комп'ютерних мереж при реалізації на базі комп'ютерних мереж.

У межах кожної категорії трафік може бути пріоритетним. Пріоритетний трафік є важливим для організації і тому його доцільно обробляти. Прикладом пріоритетного трафіку є обробка замовлень. Пріоритетність немінуча, коли мережеві ресурси обмежені. Пріоритети можна використовувати для розрізнення груп, додатків і окремих користувачів в середині груп.

При цьому беруться до уваги питання, пов'язані з безпекою та спільним доступом до мережевих ресурсів.