

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій та радіотехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Перший (Бакалаврський)

Освітній рівень

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Шифр і назва спеціальності

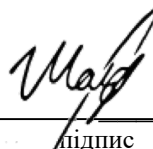
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi

КПТР.2017013.01.12.ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, група ТР-17-1

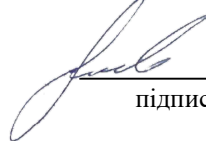


підпис

Д.О. Шаюк

Ініціали, прізвище

Керівник: д-р техн. наук, проф.



підпис

О.А. Мясцев

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.



підпис

Ю.М. Бойко

Ініціали, прізвище

_____ 2021 р.

Хмельницький, 2021

Хмельницький національний університет

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікації та радіотехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Освітня-професійна програма Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ТР _____

Бойко Ю.М.

« 10 » лютого 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Шаюку Дмитру Олександровичу

1 Тема роботи: Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi

керівник роботи Мясіщев Олександр Анатолійович, д.т.н, професор.

Затверджено наказом по університету від «05» 02. 2021р. № 11

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 20.05.2021р.

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

Розробити проект корпоративної телекомунікаційної мережі з використанням керованого комутатора на базі технології Wi-Fi.

В процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи:

- обґрунтувати топологію телекомунікаційної мережі;
- виконати розрахунки зони Френеля для бездротової точки доступу;
- розрахувати дальність роботи бездротового каналу зв'язку;
- провести розподіл IP адрес у корпоративній мережі;

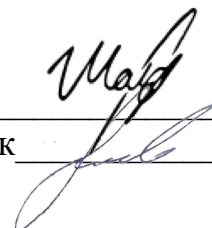
4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

1) Побудова локальних мереж. 2) Розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi. 3) Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі.

5 Перелік графічного матеріалу. 1) Схема логічної структуризації мережі; 2) Налаштування програмного забезпечення;

Завдання отримав _____

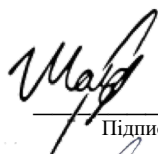
Науковий керівник _____



КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ. Побудова локальних мереж	05.02.21	Вик.
2	Розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi.	1.04.21	Вик.
3	Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі.	30.04.21	Вик.
4	Висновки. Презентаційні матеріали за результатами виконання дипломної роботи.	20.05.2021	Вик.

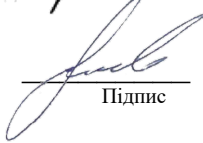
Студент



Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Підпис

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема: Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi.

Мета: Розробка проекту корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi, обір обладнання, розподіл IP-адрес.

Дипломник: Шаюк Д.О.

Керівник: Мясіщев О.А.

Текстова документація: пояснювальна записка – с., ф. А4.

Графічна документація: креслення та плакати – 2 арк., ф. А2.

Проект присвячений розрахунку локальної бездротової мережі Wi-Fi, вибору обладнання, проектуванню корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi.

Проект складається з трьох розділів.

В першому розділі розглянуті принципи побудови бездротових локальних мереж, зроблений вибір обладнання, встановленого у бездротовій мережі.

У другому розділі проведений розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi. Розрахований радіусу зони Френеля, дальність роботи бездротового каналу зв'язку.

У третьому розділі виконано проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi. Проведений розподіл IP адрес у корпоративній мережі, розглянуті основи протоколу TCP/IP та формування адрес і підмереж, розглянуті використовувані класи мереж TCP/IP, організація підмереж, запис шлюзів за замовчуванням. Наведені результати моделювання залежності рівня сигналу Wi-Fi роутера від відстані у MATLAB та налаштування програми D-Link Network Assistant.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, бездротова мережа, технологія Wi-Fi.

ANNOTATION

Theme: Designing a corporate telecommunications network based on Wi-Fi technology iner.

Purpose: Development of a corporate telecommunications network project based on Wi-Fi technology, equipment selection, IP address distribution.

Candidate: Shayuk D.O.

Supervisor: Pyatin I.S.

Textual documentation: explanatory note – p., f. A4.

Graphic documentation: the drafts and posters – 2 s., f. A2.

The project is devoted to the calculation of the local wireless Wi-Fi network, the choice of equipment, the design of a corporate telecommunications network based on Wi-Fi technology.

The project consists of three sections.

In the first section the principles of construction of wireless local area networks are considered, the choice of the equipment installed in a wireless network is made.





In the second section, the calculation of the local wireless network Wi-Fi. Calculated by the radius of the Fresnel zone, the range of the wireless communication channel.

In the third section, the design of a corporate telecommunications network based on Wi-Fi technology is performed. Distribution of IP addresses in the corporate network is carried out, bases of the TCP / IP protocol and formation of addresses and subnets are considered, the used classes of TCP / IP networks, organization of subnets, record of gateways by default are considered. The results of modeling the dependence of the Wi-Fi signal level of the router on the distance in MATLAB and setting up the D-Link Network Assistant program are presented.

Keywords: telecommunication network, wireless network, Wi-Fi technology.

ЗМІСТ

Вступ.....	.....
1 Побудова локальних мереж.....	.....
1.1 Принципи побудови бездротових локальних мереж.....	.....
1.2 Проектування локальних мереж.....	.....
1.3 Труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах.....	.....
1.4 Обладнання, встановлене у бездротовій мережі.....	.....
Висновки до першого розділу.....	.....
2 Розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi.....	.....
2.1 Розрахунок радіусу зони Френеля.....	.....
2.2 Розрахунок дальності роботи бездротового каналу зв'язку.....	.....
2.3 Планування бездротової локальної мережі 802.11.....	.....
2.4 Вплив перешкод на зону покриття мережі 802.11.....	.....
2.5 Особливості побудови мереж Wi-Fi.....	.....
Висновки до другого розділу.....	.....
3 Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі.....	.....
3.1 Розподіл IP адрес у корпоративній мережі.....	.....
3.2 Основи TCP/IP адрес і підмереж.....	.....
3.3 Класи мереж.....	.....
3.4 Організація підмереж.....	.....
3.5 Шлюзи за замовчуванням.....	.....
3.6 Налаштування програми D-Link Network Assistant.....	.....

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ					
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi Пояснювальна записка					
Розробив		Шаюк Д.О.						Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		МясіщевОА.								
Н. контр.		Бойко Ю.М.						ХНУ, гр. ТР-17-1		
Затв.		Бойко Ю.М.								

3.7 Моделювання Wi-Fi роутера у MATLAB.....
Висновки до третього розділу.....
Висновки.....
Перелік посилань.....

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Бездротові мережі стандарту 802.11 користуються все більшою популярністю. Користувачі оцінили зручність технології Wi-Fi і переводять все більшу кількість пристроїв на його використання. Сьогодні за цим стандартом працює багато пристроїв. Збільшуються і потреби клієнтських пристроїв.

Постійно зростають вимоги до бездротових мереж - користувачам потрібна висока швидкість передачі даних, економія заряду батареї клієнтських пристроїв. Збільшується потреба мовлення великої кількості мереж з однієї точки. Стає необхідним безшовний роумінг клієнтських пристроїв між обладнанням, що забезпечує роботу бездротової мережі - оскільки потрібен постійний доступ до додатків і сервісів без затримок, довгих перезавантажень. Програми та сервіси через мережі Wi-Fi працюють все з більшими обсягами складних даних, які критичні до втрат від завад в середовищі розповсюдження і втрат зв'язку.

Варто відзначити, що мережі стандарту Wi-Fi набули такого широкого поширення, інтегруються і взаємодіють між собою в різних напрямках нашого життя, таких як виставкові майданчики, торгові центри, навчальні заклади, лікарні, громадський транспорт, аеропорти, корпуси бізнес центрів та інші, тому тема кваліфікаційного проекту на здобуття першого (бакалаврського) освітнього рівня є актуальною.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

1 ПОБУДОВА ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ

1.1 Принципи побудови бездротових локальних мереж

Локальна мережа є основою інформаційного простору будь-якої організації. Це сукупність апаратного і програмного забезпечення, що дозволяє об'єднати комп'ютери в єдину розподілену систему обробки і зберігання інформації. Підключення до мережі може відбуватися двома способами: дротовим або бездротовим.





При реалізації провідної мережі використовуються спеціальні коаксіальні кабелі, кручені пари. При бездротовому підключенні передача інформації відбувається за допомогою радіосигналу. Він розподіляється між усіма підключеними до мережі пристроями. При такій організації застосовуються частоти 2,4 і 5,1 МГц.

Wi-Fi мережі вигідніше, ніж провідні з тієї простої причини, що не треба прокладати дроти до столу кожного співробітника, робити пробоїни в стінах або перегородках, менші витрати при обслуговуванні. Завдяки бездротовому з'єднанню в організації:

- підвищується мобільність обладнання і співробітників;
- зручність і швидкість роботи;
- є вбудована безпека. Проникнути до персональних даних просто неможливо.

Будь-яка корпоративна локальна мережа повинна бути продуктивною. Ця продуктивність залежить від багатьох факторів:

- середовище передачі даних;

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ			
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi Побудова локальних мереж Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шаок Д.О						
Перевірив		Мясіщев О.А						
Н. контр.		Бойко Ю.М.						
Затв.		Бойко Ю.М						ХНУ, гр. ТР-17-1

- частота радіохвиль;
- розміщення пристроїв і їх конфігурація.

Але просто розставити побільше точок доступу недостатньо. Адже на будь-якому підприємстві і в будь-якому приміщенні знайдуться перешкоди, що заважають передачі радіосигналу. Це можуть бути стіни, двері, перегородки, стелажі. Цим і відрізняється бездротова мережа від провідної. Для того, щоб її організувати, потрібно провести обстеження території.

1.2 Проектування локальних мереж

Робота починається з інтелектуального проектування. Інженер бере план місця, розташовує віртуальні точки доступу. Спеціальне програмне забезпечення показує, який при цьому буде рівень сигналу. Інженер складає кращу комбінацію розташування і кількості точок доступу на території.

Рівень сигналу на підприємстві може не збігатися з розрахованим. Для цього необхідно провести радіообстеження території для внесення коректив в первинний план. Це допомагає уникнути інтерференції, спотворення сигналу, відбиття сигналу.

Для створення мережі інженери використовують точки доступу і контролер, коли кількість точок на об'єкті більше 64. Це безшовний роумінг. Особливість його в тому, що точок доступу може бути багато, а управління централізоване. Перемикання абонента з однієї точки на іншу відбувається автоматично і зовсім непомітно. Ось чому так важливо на початковому етапі організації вай фай проводити обстеження та радіовимірювання об'єкта.

Роботи, виконувані для побудови бездротової локальної мережі:

- з'ясувати мету використання вай фай мережі в організації, вимоги до мережі, необхідну швидкість трафіку;
- провести моделювання мережі згідно поданого плану приміщення;

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

- провести дослідження території на якість передачі сигналу і наявність завад;

- вибрати відповідне обладнання.

Розглянемо бездротові локальні мережі за стандартом IEEE 802.11. Стандарт IEEE був розроблений інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Даний стандарт визначає локальні мережі Ethernet; тому модель TCP/IP не визначає мережі Ethernet в своїх запитах на коментарі, а посилається на документи IEEE Ethernet.

Багато користувачів регулярно користуються послугами і пристроями бездротових локальних мереж (Wireless LAN - WLAN). На поточний момент часу зростає тенденція використання портативних пристроїв, таких як ноутбуки, планшети, смартфони. Також зараз активно розвиваються концепції «розумного будинку», більшість пристроїв якого підключаються «по повітрю».

Спрощена схема організації комп'ютерної мережі книжкового магазину представлена на рисунку 1.1.

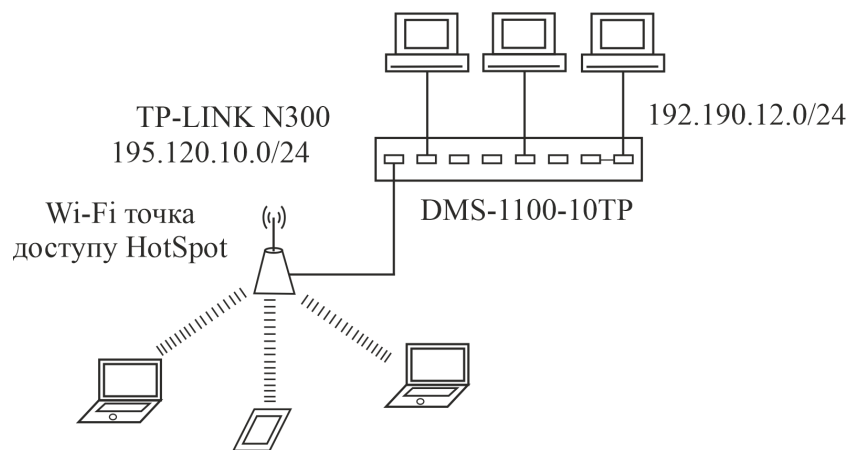


Рисунок 1.1 – Схема організації комп'ютерної мережі

У зв'язку з цим виникла потреба бездротового підключення у всіх людних місцях: на роботі, вдома, в готелі, в кафе або книжковому магазині. З ростом кількості бездротових пристроїв, які підключаються через мережу WLAN, зростає популярність бездротових мереж. Портативні комп'ютери відвідувачів

взаємодіють з пристроєм WLAN, званим бездротовою точкою доступу (Access Point). Точка доступу використовує радіоканал для відправки та отримання фреймів (окремих, закінчених HTML-документів, які разом з іншими HTML-документами можуть бути відображені у вікні браузера) від клієнтського пристрою, наприклад, комп'ютера. Крім того, точка доступу підключена до тієї ж мережі Ethernet, що і пристрої, що забезпечують роботу магазину, отже, і покупці, і співробітники можуть шукати інформацію на дистанційних веб-сайтах.

Бездротові локальні мережі багато в чому схожі з локальними мережами, наприклад, обидва типи мереж дозволяють пристроям взаємодіяти між собою. Для обох різновидів мереж працює стандарт IEEE (IEEE 802.3 для мереж Ethernet і 802.11 - для бездротових мереж). В обох стандартах описаний формат фреймів мережі (заголовок і кінцевик), зазначено, що заголовок повинен мати довжину 6 байтів і містити MAC-адреси відправника і одержувача. Обидва стандарти вказують, як саме пристрої в мережі повинні визначати, коли можна передавати фрейм в середовище поширення, а коли не можна.

Основна відмінність двох типів мереж полягає в тому, що для передачі даних в бездротових мережах використовується технологія випромінювання енергії (або технологія випромінювання радіохвиль), а в мережах Ethernet використовується передача електричних імпульсів по мідному кабелю (або імпульсів світла в оптичному волокні). Для передачі радіохвиль не потрібна спеціальне середовище роботи, зазвичай говорять, що «зв'язок відбувається по повітрю», щоб підкреслити, що ніякої фізичної мережі не треба. Насправді будь-які фізичні об'єкти на шляху радіосигналу (стіни, металеві конструкції і т.п.) є перешкодою, що погіршує якість сигналу.

IEEE визначає чотири основні стандарти WLAN 802.11: 802.11a, 802.11b, 802.11g і 802.11n.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.3 Труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах

Розглянемо фактори, що сприяють збільшенню навантаження на мережу:

- на обладнання поточної інфраструктури бездротової мережі підключаються клієнтські пристрої з великими вимогами;
- збільшується кількість клієнтів в десятки разів, щодо попередніх років;
- інфраструктура бездротової мережі морально і фізично старіє, в зв'язку з впровадженням нових стандартів 802.11 і від різко зростаючих навантажень на обладнання, яке розраховано на менше навантаження.

Багато різних напрямків об'єднують між собою поняття кампусу, оскільки таке розмаїття сфер діяльності має ряд загальних проблем:

- розміщення Wi-Fi у приміщеннях - чи будуть присутні внутрішні сегменти мережі стандарту Wi-Fi? При плануванні БПЛС всередині приміщень необхідно враховувати середу розгортання - Конструктивні особливості будівель - треба розуміти, що кожна будівля відрізняється за своєю архітектурою:

- невелике офісне приміщення. Подібний формат відрізняється великою кількістю маленьких приміщень з тонкими перегородками, переважно виконаними з гіпсокартону. Така щільність ускладнює покриття кожного приміщення, оскільки велика кількість тонких перекриттів, і присутнє наповнення інтер'єру сильно погіршує проходження сигналу до клієнтів, які пересуваються у приміщеннях;

- конференц-зал являє собою великий простір, наповнений великою кількістю металевих конструкцій та ізоляційних перегородок. Такі приміщення є місцем скупчення великої кількості людей, що мають з собою мобільні пристрої і працюють через Wi-Fi, що створює велике навантаження на устаткування, яке забезпечує роботу бездротової мережі в даних зонах;

- багатоповерховий офісний будинок. Даний формат має велику кількість проблем, оскільки є великим простором, розділеним на багато поверхів, має велику кількість розділених приміщень. Міжповерхові перекриття і несучі стіни можуть бути виконані з цегли, бетону або залізобетону, інші перекриття між

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

приміщеннями можуть бути виконані з різних матеріалів від тонкого гіпсокартону або скла, закінчуючи цегляними стінами. Все це вимагає ретельного планування розташування обладнання бездротової мережі, для забезпечення якісної роботи клієнтських пристроїв у всіх необхідних зонах;

- складська площа, що складається з кімнати, оздобленої стелажми, зроблених з металу і заповненої різними матеріалами, які будуть постійно змінюватися, що в свою чергу буде міняти радіообстановку. Для забезпечення стабільної роботи Wi-Fi і повного покриття таких зон потрібно грамотне розміщення обладнання, що забезпечує роботу бездротової мережі. Металл і змінюване наповнення стелажного простору, є джерелами сильної інтерференції, можуть утворювати «мертві зони» на території роботи мережі Wi-Fi;

- відкрите розміщення Wi-Fi поза приміщеннями. З урахуванням сучасних вимог до Wi-Fi, його розміщення може проводитися на вуличній території. Це необхідно для забезпечення безшовного покриття між розділеними вулицею ділянками будинків, в яких працюють люди з мобільними пристроями і їм необхідно мати постійне підключення без обривів зв'язку. При розміщенні обладнання на вуличній території необхідно враховувати, що для подібного розміщення потрібне спеціальне обладнання та комплектуючі, що забезпечують працездатність в складних погодних умовах, при високій вологості з появою конденсату в повітрі (наприклад, під час дощу або тумані), при низьких і високих температурах (від -40 до +60 градусів Цельсія). Це пов'язано з постійним перебуванням обладнання в умовах змінного навколишнього середовища, коли може бути проливний дощ, вітер, великі морози з обмерзанням або високі температури на сонці в купе з поверхнями, що нагріваються.

Необхідність мати у своєму розпорядженні центральний вузол управління і контролю бездротовою мережею. Раніше Wi-Fi налаштовувався і використовувався точково, тому не мав великого поширення навіть в рамках однієї виділеної мережі. Було потрібно організувати покриття в рамках обмеженого приміщення для невеликої кількості людей і їх особистих пристроїв, офісної техніки або складських терміналів. Під такі завдання було достатньо

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

виділити зовсім малу кількість обладнання з мінімальними затратами і простим налаштуванням - користувачі не пред'являли високих вимог до стійкості з'єднання. Найчастіше обладнання регулювали вручну і працювали не централізовано - практично завжди для всіх пристроїв користувача було достатньо завести один роутер. З появою мереж стандарту 802.11 і при невеликих підмережах з відсутністю масштабування, такий підхід до налаштування і вимоги до використання були типовими і легко реалізовувалися. Однак, з часом збільшилися вимоги до мережі, з'явилися нові стандарти, почала збільшуватися кількість устаткування, яке обслуговується, що призвело до складних проблем з ручним налаштуванням і обслуговуванням обладнання бездротової мережі. Тому для більшості сучасних підмереж Wi-Fi потрібні централізовані рішення з контролерами і системами управління та збору аналітики, для централізованого налаштування і подальшого обслуговування.

Сервісна орієнтація мережі Wi-Fi: для забезпечення внутрішніх завдань, для продажу послуг третім особам, змішаний варіант; Бездротова мережа повинна мати можливість забезпечувати роботу підмережі і виконувати покладені на неї завдання, а також забезпечувати можливість роботи зовнішніх користувачів. Раніше Wi-Fi розгортався з метою точкового вирішення внутрішніх завдань у користувачів мережі, однак в поточних умовах необхідно мати можливість надання доступу до бездротової мережі стороннім особам.

Загальний підхід до надання послуг в мережі: які послуги передбачається надавати, які з них будуть надаватися на контрольованій і гарантованій основі. З плином часу обсяг послуг, що надаються через мережу Wi-Fi значно збільшився – раніше це могла бути електронна пошта і пересилання документів. Зараз через Wi-Fi працює передача зображень, відео, голосові дзвінки, відео зв'язок. З урахуванням специфіки установ, необхідно розуміти які послуги через мережу Wi-Fi необхідно надати, а які будуть не в пріоритеті або повністю виключені.

Для побудови надійної і ефективною бездротової мережі Wi-Fi в сучасних умовах, необхідно враховувати такі фактори:

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

- визначити площу приміщень, які необхідно забезпечити безперерійною роботою бездротової мережі. Цей крок робиться для підрахунку мінімально необхідної кількості обладнання бездротової мережі, яке потрібно закупити;

- провести оцінку всіх приміщень, які виявляться в зоні, що забезпечується покриттям Wi-Fi. Це необхідно для отримання інформації щодо якості покриття бездротовою мережею обладнанням в сусідніх приміщеннях, можливого перекриття сигналу або появи «мертвих зон» в покритті, через які у користувачів можуть виникати проблеми в роботі;

- необхідне чітке розуміння загальної кількості можливих користувачів бездротової мережі. Це необхідно для розуміння, яке може виникнути навантаження за кількістю клієнтських пристроїв і чи витримає це навантаження наявне устаткування. Яка кількість обладнання потрібна для забезпечення якісної роботи мережі Wi-Fi;

- планування зон, де буде виникати максимальна концентрація призначених для користувача пристроїв і оцінка очікуваних величин їх концентрації в зонах. Це є необхідністю, оскільки мережеве обладнання відрізняється за своїми характеристиками і необхідно підбирати його виходячи з передбачуваних пікових навантажень, в разі Wi-Fi - це навантаження на точку доступу в зоні роботи її радіомодулів;

- відсоток постійних користувачів - мобільні користувачі, які не мають постійного підключення до локальної обчислювальної мережі, користуються ноутбуками або планшетами через мережу Wi-Fi. Дані про можливу кількість таких користувачів дозволить спрогнозувати постійне навантаження на інфраструктуру бездротової мережі і доповнити картину про те, яке обладнання необхідно придбати;

- очікуваний приріст кількості користувачів бездротової мережі в доступній перспективі. Дана інформація необхідна для побудови інфраструктури мережі Wi-Fi з запасом на певний період її життєвого циклу. З урахуванням цих даних, має закуповуватися і встановлюватися обладнання, яке буде справлятися з прогнозованим збільшенням навантажень. Це необхідно для єдиного формування

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

інфраструктури на її певний життєвий цикл роботи, протягом якого будуть зведені до мінімуму додаткові роботи, що дозволить зменшити витрати.

Важливим для роботи мережі є розуміння того, яке призначене для користувача обладнання працює в мережі і як воно керується:

- на якому обладнанні працюють користувачі - це можуть бути ноутбуки, планшети або смартфони;

- яке обладнання використовують корпоративні служби - бездротові IP-телефони, термінали збору даних, системи контролю управління доступом;

- побудова чітких правил роботи для різних клієнтських пристроїв. Поділ пристроїв за групами в залежності від їх приналежності, для забезпечення в певних напрямках. Робота певних мереж в необхідних зонах, для забезпечення роботи конкретних пристроїв.

У поточних реаліях зі збільшенням розмірів мереж, її складності, появою нових технологій, стандартів і нового обладнання - істотно ускладнюється процес її обслуговування, управління і розвитку. Це підводить до необхідності підготовки кваліфікованого персоналу, який буде розбиратися у всіх тонкощах роботи бездротових мереж, причому не тільки стандарту 802.11, а й інших напрямків, здатний знаходити шляхи вирішення виникаючих проблем в роботі мережі і застосовувати їх для поліпшення роботи впровадженої конфігурації.

Очевидною проблемою є частотний діапазон 2.4ГГц, в якому кількість відокремлених каналів дорівнює 3 (1,6,11). У поточній роботі мереж технології Wi-Fi при високій щільності, даний діапазон має ряд великих проблем:

- даний частотний діапазон вкрай перевантажений на вулицях, в житлових будинках, на території офісів, торгових центрів та інших місць масового скупчення людей. Для житлових районів це пов'язано з тим, що з плином часу, провайдери зв'язку активніше проводять інтернет людям і їх послуги стають дешевшими. У людей в приватних господарствах і багатоквартирних будинках з'являється все більше апаратури провайдера, в якій передбачена робота мережі Wi-Fi. У зв'язку з високою щільністю розташування квартир, в яких є таке обладнання, відбувається забруднення ефіру, оскільки все обладнання працює

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

відокремлено - немає можливості регулювати потужність роботи і перемикання частот. Виходить, що обладнання сусідів сильно заважає роботі всієї мережі, погіршуючи якість зв'язку в своїй області - низький клас устаткування для домашнього використання не здатний боротися зі складнощами радіоефіру і нівелювати їх. У приватних господарствах дане питання стоїть не так гостро, оскільки слабке обладнання класу домашнього використання не має великої потужності, його сигнал не виходить далеко за межі будинку, в радіусі його роботи відсутнє сусідське обладнання, конкуруюче за частоти в радіоефірі;

- клієнтські пристрої на частотному діапазоні 2,4ГГц, в пасивному режимі проводять сканування ефіру на наявність можливості підключення до мереж, які проводять мовлення на всіх частотах даного діапазону. Чим більше мереж працює на одній площі, настільки більше клієнтські пристрої будуть в пасивному режимі відправляти запити проби на кожну мережу, актуалізуючи можливість підключення до них. Для обладнання, що відповідає за мовлення даних мереж - це є великим навантаженням, забирає частину його ресурсів на відсилання відповідей на всі запити, що викликає додаткове завантаження радіоефіру;

- для вирішення нових завдань, на мережевому обладнанні, що відповідає за роботу мережі Wi-Fi, включають в одночасну роботу все більшу кількість мереж. Це негативно позначається на роботі кожної окремої мережі - оскільки додавання кожного наступного SSID погіршує загальну пропускну здатність у 2 рази;

- для пасивного сканування радіоефіру, обладнання постійно витрачає частину своїх ресурсів на відповіді таким клієнтським пристроям.

Ці фактори можуть критично завантажувати радіоефір, погіршуючи роботу всієї бездротової мережі, оскільки при масовому скануванні проводиться відправка на усі частоти запитів про можливість підключення до мережі. Від цього збільшується шум, падає пропускну здатність, відбуваються збої зв'язку.

Ще однією з основних проблем є підтримка мобільності клієнтів і хендоверів - роумінг між точками доступу в мережі. В сучасних умовах роботи клієнтів в бездротової мережі - необхідно забезпечувати можливості їх переміщення в зонах роботи Wi-Fi з перемиканням, яка не буде помітно і

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Настроюваний комутатор DES-3810-2, який оснащений 24 портами 2.5GBase-T з підтримкою PoE для підключення по скрученій парі, а також 2 портами 10GBase-X SFP +, що використовується для організації підключення до високошвидкісної магістралі.

Комутатор DES-3810-2 підтримує стандарт IEEE 802.3bz 2.5GBase-T, що дозволяє передавати дані на швидкості до 2,5 Гбіт/с, використовуючи кабелі категорії 5e, на відстань до 100 м. Використовуючи технологію IEEE 802.3bz, DMS-1100-10TP підвищує ефективність існуючої кабельної інфраструктури. Зворотна сумісність зі стандартом IEEE 802.3ab 1000Base-T забезпечує легку інтеграцію даного комутатора в існуючу мережу Gigabit Ethernet.

Комутатор DES-3810-2 підтримує повний набір функцій рівня 2, включаючи Port Mirroring, Spanning Tree Protocol (STP) і Link Aggregation Control Protocol (LACP). Крім цього, комутатор підтримує функції діагностики кабелю і Loopback Detection, що дозволяє адміністраторам швидко і легко знаходити і усувати проблеми в мережі. Функція Loopback Detection використовується для визначення петель і автоматичного відключення порту, на якому виявлена петля.

Комутатор DES-3810-2 підтримує управління за допомогою утиліти D-Link Network Assistant. Дана утиліта забезпечує автоматичне виявлення і відображення на екрані комутаторів D-Link серії Smart, що належать одному і тому ж сегменту мережі L2. Завдяки цій утиліті користувачеві не потрібно міняти IP-адресу свого комп'ютера, що спрощує початкову установку комутатора. Користувачеві доступна розширена конфігурація та основні установки виявлених пристроїв, наприклад, зміна пароля і оновлення програмного забезпечення. Комутатор DES-3810-2 також підтримує програму D-View 7. D-View 7 є системою мережевого управління, яка дозволяє управляти найбільш важливими параметрами, такими як працездатність, надійність, гнучкість і безпеку.

8 портів даного комутатора підтримують стандарт IEEE 802.3at PoE. Кожен порт PoE подає живлення потужністю до 30 Вт при загальному бюджеті

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

комутатора 240 Вт, що дозволяє користувачам підключати до DES-3810-2 точки доступу і мережеві камери, сумісні зі стандартом 802.3at.

2. Роутер WiFi TP-LINK N300 TL-WR845N

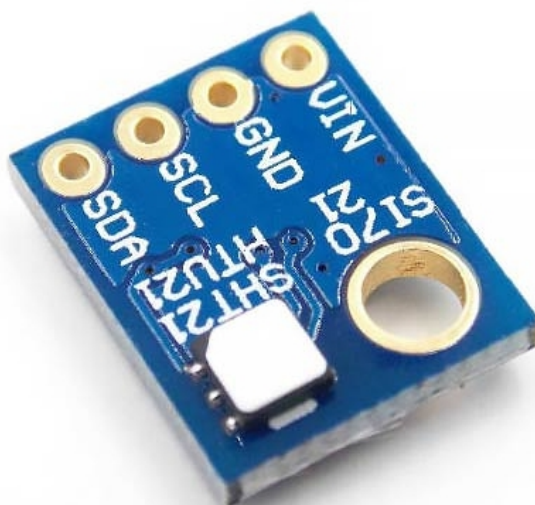


Роутер WiFi 2.4 ГГц 300 Мбіт/с має 3 антени з підсиленням 5 dBi.

Вихідна потужність, бездротові мережі 20 dBm

Чутливість приймача (802.11n) -70 dBm

3. Мікросхема давача температури та вологості Si7021. Дозволяє використовувати при керуванні вимикачем функції, що залежать від температури і вологості, що надсилає давачем.



Використовується три-дротове підключення з напругою живлення від 1,9 В до 3,6 В. Роздільна здатність здавачів – 0,1. Прилад має високу точність вимірювання. Визначається вологість в діапазоні: до ста відсотків. Температурні показники від -40⁰ С до 125⁰ С.

4. Wi-Fi вимикач TH10 призначений для комутації навантаження в системах "розумний будинок" з будь-якої точки світу, де є доступ до інтернету за

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

допомогою встановленого на мобільний телефон або планшет мобільного додатка. Вимикач будується на основі ESP8266. Відбуваються функції управління навантаженням від показів температури та вологості. Давачі використані у вигляді мікросхеми DS18B20 і DHT21.



Рисунок – Схема підключення вимикача

Необхідні давачі:

Інтегральний давач вологості і температури Sensor-AM2301

Інтегральний давач температури Sensor-DS18B20

Керувати пристроєм можна через мобільний телефон: подивитись стан вимикача; є можливість додати 8 різних подій роботи з пристроєм.

Для роботи встановлюється мобільний додаток

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

- пристрій споживає потужність: 0,5 Вт
- напруга джерела живлення: 100 – 260 В

5. Бездротова Wi-Fi IP камера SONOFF GK-200MP2-B від Itead (з блоком живлення)

Можливість спостерігати за будинком з використанням смартфона. Використовується IP-камера Wi-Fi SONOFF.



Висока якість камери, широкі кути просторового огляду 360°. Є можливість режиму нічного бачення. Наявна можливість записування на карту пам'яті

6. Wi-Fi розетка Sonoff S26. Можна управляти за допомогою програми на мобільному телефоні. Можна користуватись навантаженням в широких межах.

Застосований ESP8266 WiSoC, захищений від короткого замикання і можливих високочастотних завад.

Характеристики:

- Живлення: від 90 В до 250 В з частотою 50/60 Гц
- Максимальний комутований струм: 10А

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Висновки до першого розділу

Розглянуті принципи побудови бездротових локальних мереж, необхідність проектування локальних мереж, проведено порівняння бездротових мереж з локальними мережами, проаналізовані труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах, зроблений вибір обладнання, встановленого у бездротовій мережі. Технологія, що відноситься до групи стандартів 802.11 Wi-Fi, є одним з передових рішень в області бездротових мереж і має перспективи в подальшому розвитку. Мережі Wi-Fi отримують широке поширення в багатьох областях.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНОК ЛОКАЛЬНОЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ Wi-Fi

2.1 Розрахунок радіусу зони Френеля

Зона Френеля - це циліндричний еліпс, проведений між передавачем і приймачем. Розмір еліпса визначається частотою роботи і відстанню між двома антенами. Коли радіосигнал проходить між передавачем і приймачем, він може поширюватися декількома шляхами. Він може йти безпосередньо між передавачем і приймачем (основний сигнал). Сигнал може відбиватися від землі і потім переноситися на віддалений приймач (відбитий сигнал). Він може йти вліво або вправо і відбиватися від «пагорба» (ще один відбитий сигнал).

Іншими словами, радіохвиля в процесі поширення рухається не тільки по прямій траєкторії і не у вигляді "променя" (хоча променеві моделі поширення радіохвиль і застосовуються в розрахунку різних завдань технічної електродинаміки). Коли хвиля переміщається на значні відстані, вимірювані сотнями довжин хвиль, вона займає якийсь об'єм у формі еліпса.

По суті, всередині цього еліпса розташовується вся корисна енергія і передана інформація. Для того, щоб сигнал міг бути ефективно переданий, повинні виконуватися дві умови:

- забезпечена пряма видимість між передавачем і приймачем;
- не менше 60% займаного еліпса повинен бути вільним від перешкод.

Зрозуміло, що за відсутності прямої видимості якісний зв'язок на великих відстанях ускладнений. Але з вимогами до відсутності перешкод в зоні Френеля все не так однозначно. Наявність перешкод всередині еліпсоїда поширення

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ			
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi Розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шаюк Д.О.						
Перевірив		Мясіщев О.А.						
Н. контр.		Бойко Ю.М.						
Затв.		Бойко Ю.М.						ХНУ, гр. ТР-17-1

радіохвиль може призводити до наведень, перешкод або просто вносити додаткове загасання сигналу.

Якщо встановлювати радіоміст тільки з умови наявності прямої видимості, то, найімовірніше, на детекторі якості сигналу ви побачите значення 95-98%. Але при цьому швидкість передачі даних може виявитися мінімальною (через втрати і повтори пакетів) через наявність перешкод всередині зони Френеля.

Для розрахунку радіусу зони Френеля можна скористатися спрощеною, але підтвердженою на практиці формулою:

$$R = 17,3 \sqrt{\frac{1}{f} \frac{S D}{S + D}},$$

де R - радіус зони Френеля (м);

S - відстань від антен до найвищої точки передбачуваної перешкоди (км);

D - висота найбільшої перешкоди;

f - частота несучої (ГГц).

Коли радіус зони Френеля над передбачуваною перешкодою розрахований, потрібно зрозуміти, чи не займає перешкода більше 40% розрахованого радіуса.

Що ж робити в тому випадку, якщо перешкода закриває більшу частину радіуса цього еліпса і вільним від перешкод залишається менше 60% зони Френеля? У цьому випадку організація стабільного радіосигналу вирішується тільки шляхом підняття антен на відповідну висоту, щоб в місці наявності перешкоди зона Френеля була достатньо вільною. Після підйому антен на необхідну висоту на обох боках, зв'язок буде працювати на максимальній швидкості і з максимальною для даної відстані віддачею.

Ще слід зазначити, що ми живемо в тривимірному просторі. Тому слід враховувати перешкоди, які знаходяться збоку. Наприклад, в разі побудови лінка, промінь якого проходить між двох будівель, має дотримуватися така сама умова.

Таким чином, зона Френеля і, як наслідок, розмір еліпса визначається частотою роботи і відстанню між двома кінцевими точками радіомосту

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

(передавачем і приймачем). При цьому відзначимо, що зона Френеля складається з декількох зон, причому зона 1 має найсильніший сигнал, а наступні зони (зона 2 і зона 3) мають більш слабкі сигнали.

Зона Френеля і як наслідок розмір еліпса визначається частотою роботи і відстанню між двома кінцевими точками радіомосту (передавачем і приймачем).

Зона Френеля розраховується з використанням наступного рівняння:

$$R = \sqrt{\frac{nd_1d_2\lambda}{d_1 + d_2}},$$

де n - номер зони френеля;

d_1 - відстань до перешкоди від антени 1;

d_2 - відстань до перешкоди від антени 2;

λ - довжина хвилі.

Ще одна спрощена формула для визначення радіуса найширшої точки зони Френеля у вільному просторі (в метрах):

$$R = 17,3 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

де d - відстань (в кілометрах) між двома антенами, а f - частота (в ГГц), на якій відбувається передача сигналу.

Для забезпечення встановлення ефективної лінії зв'язку у високочастотному діапазоні, потрібно при можливості організувати лінію прямої видимості між пунктами передавача і приймача, яка не має перешкод.

Необхідність цієї відстані відштовхується від принципу Гюйгенса,

Для розрахунку радіусу першої зони Френеля в центральній точці між приймачем і передавачем необхідно знати відстань між ними і частоту (довжину хвилі), на якій працює система зв'язку. Формула для розрахунку має вигляд:

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$R_{C[M]} = 17,31 \sqrt{\frac{D_{[км]}}{4 F_{[ГГц]}}},$$

де $D_{[км]}$ - відстань між приймачем і передавачем в кілометрах,

F [ГГц] - робоча частота системи в гігагерцах.

При необхідності розрахунку зони Френеля в довільній точці на прямій між приймачем і передавачем, то формула набуває вигляду

$$R_{[M]} = 17,31 \sqrt{\frac{1}{F_{[ГГц]}} \frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2}},$$

де D_1 - відстань від першої антени до потрібної точки в кілометрах,

D_2 - відстань від другої антени до потрібної точки в кілометрах.

Вважається, що в разі відсутності будь-яких перешкод в області, що відповідає 0,6 радіуса першої зони Френеля, то перешкодами, що вносяться ними, можна знехтувати.

Таким чином, висота розміщення антен приймачів повинна забезпечувати відстань не менше $0,6R$ від прямої між антенами до найближчих до неї перешкод.

При розгляді бездротових каналів великої дальності при визначенні висоти розміщення антен необхідно додатково враховувати радіус кривизни земної поверхні. В середньому він дорівнює $R_3 = 6371$ км. При цьому необхідно намалювати елементарний ескіз і провести розрахунок за елементарними геометричними формулами.

2.2 Розрахунок дальності роботи бездротового каналу зв'язку

Спочатку необхідно ознайомитись із стандартами IEEE 802.11 і використовуваними діапазонами частот. Далі визначити дальність роботи каналу

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

зв'язку 802.11 в залежності від необхідної швидкості передачі і використовуваного частотного каналу.

Wi-Fi - торгова марка об'єднання Wi-Fi Alliance для бездротових мереж на базі стандарту IEEE 802.11, який об'єднує набір стандартів зв'язку для комунікації через бездротову локальну мережеву зону частотних діапазонів 0,9; 2,4; 3,6 і 5 ГГц. Кожен з цих діапазонів розділяється на ряд піддіапазонів, або каналів. У різних країнах існують свої обмеження по використанню частотних діапазонів, тому і число доступних для неліцензійного використання каналів в кожній країні різне. В Україні для використання дозволені канали 2,4 ГГц і 5 ГГц.

Смуга пропускання 2,4 ГГц містить 14 каналів, що не перекриваються і мають ширину 22 МГц. Для стандарту 802.11g і більш пізніх, ширина кожного каналу встановлена рівною 20 МГц. Сумарно вони займають смугу частот від 2,401 ГГц до 2,495 ГГц. Розподіл каналів по смузі частот наведено на рис. 2.1. У цьому діапазоні одночасно доступні лише 3 канали шириною 22 МГц.

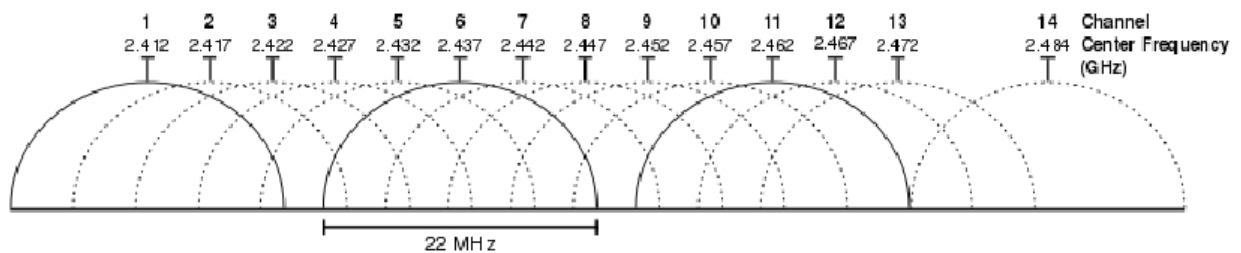


Рисунок 2.1 – Розподіл каналів 802.11 по смузі частот в діапазоні 2,4 ГГц

На території України в діапазоні 5 ГГц для неліцензованого використання всередині приміщень дозволені канали з 36 по 64. При цьому, обладнання, що працює в діапазоні 5250-5350 МГц має бути зареєстровано.

Стандарти 802.11b і 802.11g використовують по одному каналу шириною 22 (20) МГц. У стандарті 802.11n можуть використовуватися канали шириною 40 МГц (два канали по 20 МГц), при цьому одночасно може використовуватися чотири таких канали, в теорії забезпечуючи граничну сумарну швидкість до 600

Мбіт/с. З огляду на, що в діапазоні 2,4 ГГц всього три 22 МГц канали (або чотири 20 МГц), використовувати канали по 40 МГц рекомендується тільки в діапазоні 5 ГГц. Для співіснування каналів шириною 20/40 МГц точка доступу стандарту 802.11n повинна переходити на інший канал або перемикатися на використання каналу шириною в 20 МГц, якщо сусідня точка доступу починає передачу в одній з половин каналу 40 МГц. У стандарті 802.11ac можуть використовуватися канали шириною 160 МГц (8 – 20 МГц) при одночасній роботі до 8 таких каналів. Теоретична максимальна швидкість при цьому буде дорівнює 6,93 Гбіт/с. Головним недоліком широких каналів є більший вплив на них завад і, відповідно, меншу відстань передачі даних. Існує також зворотна модифікація каналів виробниками - зменшення їх ширини до 5 або 10 МГц, що дозволяє збільшити дальність передачі ціною зменшення швидкості.

Метод одночасного використання декількох каналів, який використовується в 802.11n і 802.11ac, отримав назву МІМО (multiple input multiple output - множинний вхід, множинний вихід). Підвищення пропускної здатності відбувається за рахунок передачі сигналу по декільком частотним каналах і подальшого прийому з об'єднанням в один потік даних. Це можливо при використанні на кожен потік власної антени і свого тракту прийому / передачі на кожній стороні. Саме тому, точки доступу стандарту 802.11n, що мають лише одну антену, забезпечують теоретично досягну швидкість лише 150 Мбіт / с (1 канал шириною 40 МГц). Прийнято користуватися позначенням $M \times N$, де M - число потоків на передачу, а N - число потоків на прийом. Таким чином, для досягнення максимально можливих 600 Мбіт / с в технології 802.11n необхідно використовувати конфігурацію 4 x 4 потоки МІМО. Точка доступу при цьому повинна мати 4 антени.

Розрахунок дальності бездротового каналу Wi-Fi виводиться з формули (2.1) розрахунку втрат у вільному просторі.

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \quad (2.1)$$

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

де FSL (Free Space Loss) - втрати у вільному просторі (дБ); F - центральна частота каналу, на якому працює система зв'язку (МГц); D - відстань між двома Wi-Fi точками (км). Шукану відстань D можна визначити за формулою (2.2).

$$D = 10^{\frac{FSL-33}{20} \lg F} . \quad (2.2)$$

Втрати у вільному просторі також можна визначити за формулою (2.3), виходячи з сумарного підсилення системи передачі $Y_{дБ}$.

$$FSL = Y_{дБ} - SOM , \quad (2.3)$$

де SOM (System Operating Margin) - запас в енергетиці радіозв'язку (дБ), який враховує фактори, які негативно впливають на дальність зв'язку:

- температурний дрейф чутливості приймача і вихідної потужності передавача;

- атмосферні явища: туман, сніг, дощ;

- неузгодженість антени, приймача, передавача з антенно-фідерним трактом.

Параметр SOM зазвичай береться рівним 10 дБ. Вважається, що такий запас щодо підсилення достатній для інженерного розрахунку.

Сумарне підсилення системи передачі розраховується за формулою (2.4).

$$Y_{дБ} = P_{t,дБм} + G_{t,дБи} + G_{r,дБи} - P_{\min,дБм} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} , \quad (2.4)$$

де $P_{t,дБм}$ - потужність передавача (паспортні дані пристрою);

$G_{t,дБи}$ - коефіцієнт підсилення передавальної антени;

$G_{r,дБи}$ - коефіцієнт підсилення приймальної антени;

$P_{\min,дБм}$ - чутливість приймача на даній швидкості;

$L_{t,дБ}$ - втрати сигналу в кабелях і роз'ємах передавального тракту;

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

$L_{r,дБ}$ - втрати сигналу в кабелях і роз'ємах приймального тракту.

Втрати сигналу в коаксиальному кабелі і трактах прийому та передачі $L_{t,дБ}$ і $L_{r,дБ}$ необхідно враховувати тільки при використанні зовнішніх винесених антен. При використанні точок доступу з внутрішніми або безпосередньо підключеними антенами, цими параметрами можна знехтувати.

Для прикладу визначимо дальність роботи каналу зв'язку для технології 802.11n в 40 МГц каналі, що об'єднує канали 36 і 40, при швидкості передачі 60 Мбіт/с. Використовуємо наступні початкові дані:

- потужність передавача $P_{t,дБм} = 16$ дБм;
- коефіцієнт підсилення штатної антени передавача $G_{t,дБи} = 3$ дБм;
- коефіцієнт підсилення штатної антени приймача $G_{r,дБи} = 1$ дБм;

Визначимо сумарне підсилення системи передачі за формулою (2.4).

$$Y_{дБ} = 16 + 3 + 1 - (-90) = 110 \text{ дБ.}$$

За формулою (2.3) визначимо втрати у вільному просторі.

$$FSL = 110 - 10 = 100 \text{ дБ.}$$

Центральна смуга частот каналу 40 МГц (36 + 40) буде дорівнювати:

$$F = 5190 \text{ МГц.}$$

Розрахуємо шукану відстань, згідно з формулою (2.2).

$$D = 10^{\frac{100-33}{20} - \lg 5190} = 0,4313 \text{ км} \quad D = 10 - \lg 5190 = 0,4313 \text{ км} \approx 431 \text{ м.}$$

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

2.3 Планування бездротової локальної мережі 802.11

При проектуванні бездротової мережі в приміщеннях застосовують різні підходи, які майже завжди містять декілька етапів.

1. Оцінка кількості точок доступу в залежності від передбачуваного числа користувачів Wi-Fi і послуг, які повинні бути їм надані.

2. Розміщення точок доступу на план-схемі приміщення з урахуванням його розмірів, матеріалів, з яких виготовлені стіни і меблі, а також розміщення користувачів.

Одним з найпростіших способів визначення кількості точок доступу є визначення фіксованої кількості користувачів на точку. Наприклад, існує рекомендація використовувати одну точку доступу на 20 користувачів при відсутності шифрування і одну точку на 15 користувачів при використанні будь-якого шифрування. Такий підхід дуже простий, але має ряд недоліків. По-перше, така кількість точок доступу може виявитися надмірною, що призведе до зайвих витрат як на саме бездротове обладнання, так і на організацію його розміщення (електроживлення, підключення до дротової локальної мережі). По-друге, при великій кількості точок доступу, розміщених в одному приміщенні, розрахованому на велике число користувачів (наприклад, конференц-зал або лекторій), вони можуть заважати один одному і їх потрібно розносити по різних каналах, що може бути складним при використанні діапазону 2,4 ГГц (наприклад, якщо використовується технологія 802.11g).

Другий спосіб виходить з вимог за рівнем сигналу. Наприклад, вважається, що для доступу в Інтернет (електронна пошта та веб-серфінг) достатньо забезпечити на всій території приміщення рівень сигналу не гірше, ніж - (68-70) дБм. Такий підхід як правило вимагає застосування спеціалізованого програмного забезпечення для попереднього розрахунку, або використання вимірювань на місці, коли передбачувана до використання точка доступу розміщується в різних місцях приміщення, і проводиться вимір її сигналу на можливих точках

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

розміщення користувачів. Як правило цей спосіб пропонує занижене число точок доступу, завдяки чому на практиці побудована мережа може не впоратися з навантаженням. До того ж, повне покриття приміщення може виявитися не потрібним в тому випадку, коли користувачі компактно розміщуються в одній частині приміщення, а інша частина приміщення не використовується.

Третій спосіб попереднього визначення кількості точок доступу виходить з вимог по швидкості доступу в залежності від необхідних користувачам послуг. В результаті таких розрахунків може вийти деяка усереднена кількість точок доступу. Однак питання нерівномірності розміщення користувачів також необхідно враховувати на етапі розміщення точок доступу на план-схемі приміщення.

При проведенні планування необхідно також провести енергетичний розрахунок і скласти частотний план, щоб розміщені в приміщенні точки доступу не впливали один на одного, а їх сигнал не виходив за межі приміщення і не впливав на бездротові мережі, розташовані зовні приміщення.

Для прикладу оцінимо кількість точок доступу, необхідний для організації бездротової мережі в лекторії. З огляду на те, що на сьогодні переважна більшість мобільних пристроїв використовують технологію 802.11n, будемо орієнтуватися на неї. Використовуємо наступні початкові дані:

- $N = 120$ - максимальна кількість користувачів, що одночасно працюють;
- $F = 2$ Мбіт/с - необхідна гарантована швидкість для одного користувача;
- $D_T = 0,65$ - частка планшетних комп'ютерів і смартфонів;
- $D_L = 0,35$ - частка ноутбуків;
- $D_{2,4GHz} = 0,6$ - частка пристроїв, що працюють в діапазоні 2,4 ГГц;
- $D_{5GHz} = 0,4$ - частка пристроїв, що працюють в діапазоні 5 ГГц.

Планшетні комп'ютери використовують 20 МГц канал в один потік, що забезпечує теоретичну швидкість роботи 70 Мбіт/с. Реальна швидкість при цьому буде приблизно в два рази менше і буде дорівнювати $F_T = 35$ Мбіт/с.

Ноутбуки використовують 20 МГц канал в два потоки, що забезпечує теоретичну швидкість роботи 144 Мбіт/с. Реальна швидкість при цьому буде приблизно в два рази менше і буде дорівнювати $F_L = 70$ Мбіт/с.

Тепер визначимо коефіцієнт ефірного часу для кожного з типів пристроїв.

$$A_T = F / F_T = 0,0571.$$

$$A_L = F / F_L = 0,0286.$$

Загальний коефіцієнт ефірного часу для всіх пристроїв кожного типу буде дорівнювати:

$$A_T^{all} = A_T \cdot N \cdot D_T = 4,4538.$$

$$A_L^{all} = A_L \cdot N \cdot D_L = 1,2012.$$

Загальний коефіцієнт ефірного часу з урахуванням службового трафіку буде дорівнювати:

$$A = (A_T^{all} + A_L^{all}) \cdot 1,25 = 7,06875.$$

Тобто можна обмежитись кількістю точок доступу $N_{2,4GHz} = 7$.

Необхідно враховувати, що ця оцінка хоч і має достатню точність, все ж є попередньою, і отже, при розміщенні точок доступу на план-схемі приміщення, а також при проведенні енергетичного розрахунку і складанні частотного плану, вона може бути скоригована.

Звичайні бездротові точки доступу Wi-Fi дозволяють підключення багатьох абонентів в кількості, передбаченій виробником обладнання. Як правило, за

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

максимальну кількість пристроїв, що підключаються відповідає внутрішня мікропрограма Wi-Fi точки, що називають «прошивка», в якій і вказано максимально можливу кількість абонентських пристроїв. Наприклад, бездротові точки MikroTik обмежені керуючої програмою у 2007 клієнтських пристроїв.

Слід чітко розуміти, що, незважаючи на можливість підключення великої кількості пристроїв, в більшості випадків, робити це не рекомендується. Ці обмеження обумовлені протоколом роботи Wi-Fi, що використовується. Велика частина пристроїв, що підключаються до роутера (планшети, смартфони, ноутбуки, тощо) працюють по одному з протоколів стандарту 802.11, і при цьому кожен з виробників використовує протокол зі своїми особливостями. З огляду на величезну різноманітність пристроїв, що підключаються, точка доступу Wi-Fi не може забезпечити максимальні швидкості доступу в мережу інтернет для кожного з них. Також не варто забувати, що зі збільшенням кількості підключень, точка доступу пропорційно ділить наявну «ширину» каналу на всі підключені пристрої.

Ще одним важливим фактором є те, що Wi-Fi точки доступу працюють в напівдуплексному режимі, що вимагає постійного узгодження вхідних і вихідних пакетів, даних (RTS / CTS), а в разі виникнення помилок їх повторну передачу. Це ще не враховуємо необхідність повторної передачі, обумовлену втратою пакетів через наявність природних перешкод проходження радіосигналу (стіни, перекриття, дерева та інші перешкоди).

Крім обмежень, що накладаються протоколом Wi-Fi на велику кількість підключених пристроїв може керувати і сама точка бездротового доступу. Дані обмеження можуть бути викликані:

- продуктивністю самої точки бездротового доступу, закладеної виробником обладнання;

- використанням в роутері процесором (обчислювальна потужність, розмір і швидкодія оперативної пам'яті, загальна топологія обчислювальної системи, тепловідведення);

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

- комунікаційні можливості бездротової точки (кількість використовуваних радіодіапазонів, чи використовується технологія МІМО, який використовується рівень модуляції);

- тип використовуваного трафіку і величина переданих пакетів.

Підводячи підсумки, слід зазначити, що оптимальною кількістю підключень слід вважати від 10 до 40 пристроїв, якщо ж при цьому потрібно зберегти високу швидкість доступу в мережу інтернет, то слід обмежитися 3-7 підключеними пристроями.

2.4 Вплив перешкод на зону покриття мережі 802.11

При розміщенні точок доступу дуже важливо визначити, з яких матеріалів зроблені стіни, перекриття, конструкційні елементи і меблі в приміщенні, і вже з урахуванням цього проводити розміщення обладнання і вибір антен, які будуть використовуватися разом з точками доступу.

Наприклад, однією з поширених помилок при розміщенні точок доступу, є установка точки з всенаправленою антеною біля металевої або залізобетонної стіни або конструкції. В цьому випадку металева поверхня буде відображати сигнал. Діаграма спрямованості антени зміниться ставши спрямованою. До того ж виникне потужне багатопроменеве поширення, оскільки половина випромінюваної потужності буде йти до металевої стіні / поверхні і, відбиваючись назад, створить інтерференцію своєму ж корисному випромінюванню.

Іншим прикладом може бути розміщення точки біля ємностей і труб з водою, яка інтенсивно поглинає високочастотне випромінювання (особливо в частотному спектрі 2,4 ГГц).

Основним методом вирішення є винесення точок доступу з внутрішніми антенами (або саме зовнішніх антен) за межі перешкод, забезпечуючи безперешкодне випромінювання з урахуванням діаграми спрямованості антен.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Ефективна відстань розповсюдження хвилі складає величину, до якої зменшиться радіус дії сигналу Wi-Fi роутера після проходження відповідної перешкоди в порівнянні з відкритим простором. Наприклад, якщо на відкритому просторі радіус дії Wi-Fi досягає 100 м, то після проходження першої міжкімнатної стіни він зменшиться до 15% від цієї величини, тобто до 15 м, а після другої - до 15% вже від цього значення (2,2 м).

Також необхідно враховувати, що рівень сигналу зменшується пропорційно квадрату відстані, тому швидкість швидко падає природним шляхом у міру віддалення від точки доступу.

Для прикладу розглянемо схему, зображену на рис. 3.1. Приміщення розбите перегородками на квадратні осередки зі стороною L . У центрі приміщення встановлена точка доступу. Необхідно визначити, які клітинки будуть охоплені покриттям мережі 802.11.

Припустимо, що сторона кожної комірки складає $L = 5$ м. Перегородки виготовлені з дерева. Природним загасанням сигналу з відстанню нехтуємо. Радіус покриття мережі на відкритому просторі приймемо рівним 100 м.

Спочатку визначимо область дії сигналу по чотирьох сторонах (верх-низ-право-ліво). Як було показано раніше, після проходження однієї дерев'яної стіни відстань зменшиться до 15 метрів. Після проходження другої - до 2,2 метрів. Таким чином, буде перекрито по дві комірки в кожную сторону.

Далі оцінимо область дії по діагоналі. Щоб потрапити в сусідню по діагоналі комірку, сигнал повинен пройти дві стіни. Таким чином, по діагоналі буде перекрита лише одна комірка в кожную сторону. На практиці необхідно буде враховувати і те, що сигнал в цьому випадку буде проходити не по нормалі до поверхні перегородки, а по дотичній, що збільшить загасання.

Знаючи зону покриття однієї точки, можна скласти попередній план розміщення точок доступу на всій території приміщення. При цьому варто враховувати, що комірки, частково перекриті сигналом, варто перекривати двома точками доступу.

При розміщенні точок доступу необхідно визначити частотний план, тобто задати робочі канали для кожної точки так, щоб робочі смуги частот сусідніх точок доступу не перетиналися. У діапазоні 5 ГГц всі канали можна вважати непересічними. В діапазоні 2,4 ГГц використовується два підходи. Перший заснований на стандартній частотній сітці. Сітка частот побудована з урахуванням ширини каналу 22 МГц. У ній є три непересічних канали: 1, 6 і 11. Однак, якщо врахувати те, що в технології 802.11g використовуються канали 20 МГц, стає можливим виділити чотири непересічних канали: 1, 5, 9 і 13.

Розрахунок втрат на трасі радіоканалу за моделлю Хата

Одним з відомих методів моделювання втрат в радіоканалі є метод кусочно-лінійної апроксимації загасання, поставлене у відповідність з логарифмом відстані. Зазвичай таку модель отримують на основі емпіричних вимірювань, а потім застосовують до інших схожих умов навколишнього середовища.

Існує велика кількість подібних параметричних моделей, частково адаптованих під той чи інший частотний діапазон і мають нормовані відхилення по точності, для спрощення розрахунків в далеких і ближніх радіополях. Такі моделі з достатнім рівнем точності дозволяють проводити моделювання трас і точок розміщення обладнання радіомереж. Дозволяють будувати горизонтальні і вертикальні епюри рівнів радіополя. Всі ці моделі використовують схожі підходи, відрізняючись переважно ваговими параметрами з урахуванням різних характеристик поля.

Більшість існуючих програмних продуктів, призначених для моделювання радіомереж, використовують ту чи іншу модель прогнозування загасання радіосигналу в залежності від модельованої ситуації. У даній роботі будуть розглянуті моделі Окамура, Хата і COST231. Ці моделі широко використовуються для мобільних бездротових мереж середнього та великого радіусу дії, таких як мобільний WiMAX та стільникові мережі.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо розрахунок втрат сигналу на трасі за моделлю Окамури. Модель Окамури є однією з найбільш поширених моделей для прогнозування радіосигналу в міських умовах. Ця модель часто застосовується для відстаней від 1 до 100 км і частотного діапазону від 150 до 1920 МГц, а також добре працювати в діапазоні до 3 ГГц. Окамура використовував вимірювання загасання сигналу при передачі від базової станції до мобільної. Вимірювання проводилися Окамурою в Токіо. Висота базових станцій при цих вимірюваннях були від 30 до 100 м, що перевищує звичайну висоту базових станцій, які використовуються в даний час. Формула Окамури для розрахунку середнього значення втрат поширення на трасі в дБ має вигляд:

$$L_{\text{сер}} = L_f + A_{\text{сер}}(f, d) - G(h_{\text{бс}}) - G(h_{\text{мбс}}) - G_{\text{ос}}, \quad (2.5)$$

де d - відстань між передавачем і приймачем; L_f - втрати у вільному просторі; $A_{\text{сер}}$ - середнє загасання по відношенню до загасання у вільному просторі; $G(h_{\text{бс}})$ - компонента що враховує висоту антени базової станції; $G(h_{\text{мбс}})$ - компонента, що враховує висоту антени мобільної станції; $G_{\text{ос}}$ - коефіцієнт, що враховує тип навколишнього середовища.

2.5 Особливості побудови мереж Wi-Fi

Wi-Fi мережа має багато переваг у порівнянні з традиційною провідною комп'ютерною мережею:

- швидкість і легкість розгортання,
- можливість підключення сторонніх абонентів мережі,
- мобільність персональних комп'ютерів клієнтів в межах офісу, тощо.

В той же час побудова бездротових мереж містить багато тонкощів, пов'язаних з умовами прийому та передачі радіосигналу, узгодженням архітектури та безпечності даних.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Не приймаючи до уваги подібність бездротового і провідного обладнання, їх необхідно по-різному обслуговувати. Дає про себе знати відмінність середовищ розповсюдження передачі даних. Wi-Fi мережі потребують діапазонів 2,4 ГГц - 2,5 ГГц, або 5 ГГц. Близькість залізобетонних стін і перегородок впливає на швидкість і якість зв'язку.

Якість не можна підвищити просто збільшуючи потужність точок доступу. Подібний підхід може навіть призвести до його погіршення, оскільки створює багато завад в тому діапазоні частот, який використовують і інші точки доступу. Технологія IEEE 802.11 надає поділюване середовище, в якому в певний момент часу можна використовувати лише один роутер. Використанням всеспрямованих антен, важко забезпечити якісне покриття рівномірним сигналом всього офісу.

При побудові бездротової мережі використовуються два типи мережі: розподілена і централізована. Для розподіленої мережі необхідно встановити роутери, тому що стандарт 802.11 об'єднує в одному пристрої функції мережевого контролера та радіотрансиверу. Основний недолік такої мережі - відсутність єдиного керуючого компонента. Області застосування такої технології обмежені.

У другому випадку, бездротова мережа поділена на два рівні: рівень управління і рівень підключення. Рівень управління реалізується на основі спеціалізованих контролерів доступу, які керують доступом з аутентифікацією і авторизацією користувачів, генерацією та зберіганням ключів шифрування, роумінгом абонентів, їх перемиканням на менш завантажені точки доступу, оптимізацією використання радіоканалів, тощо.

Очевидно, що контролер доступу є критично важливим елементом і його відмова призводить до порушення роботи всієї мережі. Тому в мережі необхідно передбачити резервування контролера, що робить проект більш дорогим.

Рівень підключення організовується на базі роутерів, які шифрують дані в радіоканалі і взаємодіють з контролером доступу. Для реальних точок доступу використовуються кабельні лінії, в тому числі мережі Ethernet з підтримкою живлення безпосередньо через мережу.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Управління мережею знижує експлуатаційні витрати. Через підтримку живлення безпосередньо через мережу, свіч забезпечує для них живлення, і виявляє збійні ділянки мережі.

Стандартна точка доступу передає сигнал на всі боки з однаковою силою, промені розходяться по приміщенню рівномірно. Антени спрямованої дії фокусують сигнал, в результаті він при рівній потужності здатний подолати істотно більші відстані, ніж при використанні не спрямованих антен. Однак спрямовані антени мають сенс тільки в тому випадку, якщо клієнтський ПК знаходиться в одному місці. Адже якщо абонент вийде за межі зони прийому, то відразу втратить сигнал.

Щоб вирішити цю проблему, використовуються системи формування променя, іменовані масивами Wi-Fi. Вони об'єднують в одному корпусі багато (від 6 до 24) різноспрямованих невеликих антен. Далі за допомогою програмного забезпечення в реальному часі визначається те поєднання антен, при якому сигнал, що приймається, досягає найвищої якості. При переміщенні клієнтського ПК або іншій зміні ситуації проводиться динамічна перебудова. Така технологія формування променя надає відразу дві переваги. По-перше, фокусування сигналу істотно збільшує дальність дії в порівнянні зі звичайною круговою антеною. Крім того, спрямована передача сигналів дозволяє усунути інтерференцію між комірками бездротової мережі, що позитивно позначається на пропускній спроможності.

Застосування масивів Wi-Fi доцільно практично в будь-якому середовищі, але особливо його плюси проявляються там, де клієнти часто переміщуються. Як приклад можна привести фірмову технологію від компанії Ruckus Wireless, яка оптимізована для застосування в аеропортах. Через розмаїття використовуваних електронних пристроїв в цих середовищах виникає особливо багато інтерференції, в той час як за допомогою Beamflex можна створювати дуже надійні і продуктивні мережі.

Система Wi-Fi від Ruckus Wireless призначена для організації централізованої і розподіленої інфраструктури Wi-Fi різного масштабу: від

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

середнього і малого бізнесу до міських мереж великої ємності. За рахунок просунутих рішень в області антенних систем і алгоритмів обробки сигналу, точки доступу Ruckus Wireless забезпечують значний вигравш в продуктивності, а також розширену зону радіопокриття в порівнянні з традиційними пристроями Wi-Fi. Система Ruckus Wireless включає в себе дві серії пристроїв:

ZoneFlex призначені для побудови централізованих і розподілених (з незалежними зонами обслуговування - BSS / ESS) мереж різного масштабу і топології, в тому числі, MESH;

MediaFlex слугує для побудови малих розподілених мереж рівня підприємства або домашніх мереж. Програмне забезпечення пристроїв серії MediaFlex оптимізовано для передачі відеопотоків MPEG-4.

Рішення для централізованої інфраструктури Ruckus Wireless складаються з наступних компонентів:

ZoneFlex - точки доступу стандарту IEEE 802.11a / b / g / n, що забезпечують саму інфраструктуру WI-FI.

ZoneDirector - контролер точок доступу, який реалізує централізоване управління інфраструктурою мережі, безшовний роумінг для мобільних абонентів і автоматичне балансування трафіку між точками доступу. Крім того, цей пристрій забезпечує автоматичну оптимізацію зони радіопокриття і придушення шумових завад, а також авторизацію абонентів і сценарії доступу абонентів до мережі.

Висновок до другого розділу

У другому розділі проведений розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi. Розрахований радіусу зони Френеля, дальність роботи бездротового каналу зв'язку. Проведено планування бездротової локальної мережі стандарту 802.11. Проаналізований вплив перешкод на зону покриття мережі стандарту 802.11. Розглянуті особливості побудови мереж Wi-Fi.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Зона Френеля - це область навколо лінії прямої видимості, уздовж якої поширюються радіохвилі після того, як залишають антену. Для організації стабільного радіоканалу вам буде потрібно чітка лінія видимості для забезпечення високого рівня сигналу. Це необхідна умова, але недостатня. Важливо знати в якому стані знаходиться зона Френеля. Як правило, блокування 20% зони Френеля призведе до наявності невеликих втрат сигналу в каналі. У тому випадку, якщо перешкода закриває 40% зони Френеля, то втрата сигналу стане значною.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Розподіл IP адрес у корпоративній мережі

Для корпоративної мережі можна використовувати IP-адреси, що не мають застосування інтернеті, наприклад:

192.168.0.0 – 192.168.255.255;

172.16.0.0 – 172.31.255.255;

10.0.0.0 – 10.255.255.255.

Розглянемо можливі адреси ідентифікаторів мережі та широкомовних адрес для двох підмереж:

Підмережа	Ідентифікатор мережі	Широкомовна адреса
192.168.0.0 /24	192.168.0.0	192.168.0.255
10.0.0.0 /8	10.0.0.0	10.255.255.255

Приклад розбиття на підмережі. Розглянемо локальну мережу класу С (IP адреса - 192.168.0.0, маска підмережі - 255.255.255.0) з префіксом /24, в якій використовується 253 адреси для користувачів. Використовуваний діапазон IP-адрес буде 192.168.0.1 - 192.168.0.254. Остання IP-адреса мережі (192.168.0.255) називається широкомовною (broadcast). Для розбиття цієї мережі на дві частини необхідно використовувати підмережі. Так, застосувавши маску підмережі 255.255.255.128 ми одержимо дві однакові підмережі з діапазонами 192.168.0.0 - 192.168.0.127 і 192.168.0.128 - 192.168.0.255.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ					
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі Пояснювальна записка			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Шаюк Д.О.									
Перевірив	Мясіщев О.А.									
Н. контр.	Бойко Ю.М.									
Затв.	Бойко Ю.М.									
					ХНУ, гр. ТР-17-1					

При цьому, IP-адреси 192.168.0.0 і 192.168.0.128 є адресами підмережі і не використовуються в адресації, а адреси 192.168.0.127 і 192.168.0.255 - ширококомовні адреси підмереж.

Маску підмережі можна представити в двійковому вигляді:

11111111.11111111.11111111.00000000 з значенням /25.

Головний офіс має локальну мережу з 6 хостами, іногороднє відділення №1 з 20 хостами і міське відділення №2 з 20-хостами, а також філіал №1 з LAN з 20 хостами і філіал №2, який пов'язаний з іногороднім відділенням №6 (7 хостов), міським відділенням №4 (20 хостов) і має власну LAN, що включає 20 персональних комп'ютерів і серверів.

Необхідно розбити цю мережу на логічні сегменти (підмережі), відповідні LAN підрозділів фірми, так, щоб максимально заощадити адресний простір з урахуванням перспективи розширення мережі філіалів і відділень. Для розрахунку максимальної кількості вузлів мережі прийняти коефіцієнт розширення рівний 15%. Для реалізації спроектованої структури підібрати необхідне мережеве устаткування (комутатори). Для відображення кожної з LAN в спроектованій конфігурації об'єднаної мережі використовувати не менше двох хостів. Для прикладу розглянемо локальну мережу з адресою мережі 192.168.0.0 і маскою підмережі 255.255.240.0. З урахуванням розширення 15% складемо таблицю по назвах мереж і кількості комп'ютерів в них:

Назва	Розмір
Головний офіс	6
Відділення 1	20
Відділення 2	20
Філіал 1	20
Відділення 1	6
Відділення 2	20
Філіал 2	20
Відділення 1	20
Відділення 2	20
Відділення 3	6

Загальна кількість: 158

Перевіряємо, чи вистачить діапазону початкової мережі для забезпечення потрібної кількості адрес. Для цього з максимально можливого префікса мережі відніmemo поточний ($32 - 20 = 12$) і розрахуємо кількість комп'ютерів в мережі $2^{12} - 2 = 4094$.

Далі можна виконати до розбиття на підмережі. Для цього будемо округляти вгору кількість комп'ютерів в кожній підмережі до найближчого степеня двійки (наприклад, $104 \rightarrow 128$, $9 \rightarrow 16$, тощо). Таким чином, одержимо максимально можливу кількість комп'ютерів в кожній підмережі. Тепер необхідно зіставити для кожної підмережі відповідну маску. Одержимо, наприклад, для головного офісу: $192.168.0.0/25$ ($128 = 2^7$, $32 - 7 = 25$). Тепер можна скласти підсумкову таблицю:

Ім'я підмережі	Розмір	Виділений розмір	Адреса мережі	Маска	Десяткова маска	Діапазон допустимих адрес
Головний офіс	4	6	192.168.0.0	/25	255.255.255.128	192.168.0.1 - 192.168.0.6
Відділення 1	20	20	192.168.2.16	/28	255.255.255.240	192.168.2.17 - 192.168.2.36
Відділення 2	20	20	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.212
Філіал 1	20	20	192.168.1.224	/27	255.255.255.224	192.168.1.225 - 192.168.1.244
Відділення 1	4	6	192.168.2.0	/28	255.255.255.240	192.168.2.1 - 192.168.2.6
Відділення 2	20	20	192.168.1.0	/26	255.255.255.192	192.168.1.1 - 192.168.1.20
Філіал 2	20	20	192.168.1.64	/26	255.255.255.192	192.168.1.65 - 192.168.1.84
Відділення 1	20	20	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.148
Відділення 2	20	20	192.168.0.128	/25	255.255.255.128	192.168.0.129 - 192.168.0.148
Відділення 3	4	6	192.168.0.149	/25	255.255.255.149	192.168.0.150 - 192.168.0.155

Кількість необхідних IP адрес: 158 Доступно адрес в початковій мережі: 4094 Доступно адрес в розбитій мережі: 200

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ		Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата			

Для перевірки правильності розбиття на підмережі необхідно скласти IP-адресу з діапазону з маскою підмережі в двійковому вигляді. В результаті повинна вийти адреса потрібної підмережі. Наприклад, візьмемо IP-адресу з підмережі головного офісу: 192.168.0.15. Його представлення в двійковому вигляді: 11000000.10101000.00000000.00001111. Маска підмережі 255.255.255.128 в двійковому вигляді виглядатиме як 11111111.11111111.11111111.10000000. Підсумуємо, вийде:

$$\begin{aligned} &11000000.10101000.00000000.00001111+ \\ &11111111.11111111.11111111.10000000 = \\ &1000000.10101000.00000000.00000000 \rightarrow 192.168.0.0 \end{aligned}$$

Тепер порівняємо з цією ж маскою підмережі адреси з іншого діапазону, наприклад 192.168.1.69 (діапазон підмережі другого філіалу):

$$\begin{aligned} &1000000.10101000.00000001.01000101 + \\ &1000000.10101000.00000001.01000101 = \\ &1000000.10101000.00000001.00000000 \rightarrow 192.168.1.0 \end{aligned}$$

Адреса мережі не співпадає з початковою, тобто вузол знаходиться в іншій підмережі.

3.2 Основи TCP/IP адрес і підмереж

Під час налаштування протоколу TCP / IP на комп'ютері з Windows параметри конфігурації TCP/IP вимагають:

- IP-адресу
- Маску підмережі
- Шлюз за замовчуванням

Щоб правильно налаштувати TCP/IP, необхідно розуміти, як мережі TCP/IP адресуються і діляться на мережі і підмережі.

Протокол TCP/IP дає можливість для взаємодії мереж різних розмірів і систем зв'язку різних типів. Мережі поділяються на три основні класи. Системні адміністратори можуть розділити власні локальні мережі на довільну кількість підмереж. Маска підмережі використовується для поділу IP-адреси на дві частини. Одна частина визначає хост (комп'ютер), а інша - мережу, до якої він належить.

Розглянемо IP-адреси: мережі та хости. IP-адреса - це 32-бітний номер. Він ідентифікує кожний комп'ютер, принтер або маршрутизатор в мережі TCP/IP.

IP-адреси виражаються в десятковому форматі з чотирма числами, розділеними крапками, наприклад 192.168.123.132. Для пояснення того, як маски підмережі використовуються для розрізнення між хостами, мережами і підмережами, необхідно перевести IP-адреси в двійковий формат.

Наприклад, десяткова IP-адреса 192.168.123.132 в двійковій формі є 32-бітовим номером 11000000.10101000.01111011.10000100. Розділи з восьми біт називаються октетами.

Мережа TCP/IP є об'єднанням багатьох мереж. Маршрутизатори, що передають пакети даних між мережами, не знають точного розташування хоста, для якого призначений пакет інформації. Маршрутизатор знає про те, в яку мережу входить хост, і використовує відомості, що зберігаються в таблиці маршрутів, щоб визначити, як передати пакет в мережу кінцевого хоста. Після доставки пакета в мережу призначення, він доставляється на відповідний хост.

Щоб цей процес працював, IP-адреса має дві частини. Перша частина IP-адреси використовується в якості мережевої адреси, остання частина - в якості адреси хоста. Наприклад, адресу 192.168.123.132 розділимо на дві частини, отримаємо: 192.168.123 – адреса мережі; 132 – хост або 0.0.0.132 - адреса хоста.

Розглянемо маску під мережі. Другий елемент, необхідний для роботи TCP/IP, - маска підмережі. Маска підмережі використовується протоколом TCP/IP, щоб визначити: знаходиться хост у локальній або віддаленій мережі.

В TCP/IP частини IP-адреси, що використовуються в якості адреси мережі і адреси хосту, не розділені. Адреси підмереж і адреси хостів в них на глобальному рівні визначити не можна. Ця інформація надається в іншому 32-бітовому номері,

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

званому маскою підмережі. У цьому прикладі маска підмережі 255.255.255.0. Число 255 у двійковій системі числення має вигляд 11111111. Таким чином, маска підмережі у двійковому форматі має вигляд:

11111111.11111111.11111111.00000000.

Вирівнявши IP-адресу і маску підмережі разом, можна розділити частину адреси між мережею та підмережею.

11000000.10101000.01111011.10000100 - IP-адреса (192.168.123.132)

11111111.11111111.11111111.00000000 маска підмережі (255.255.255.0).

Перші 24 біта (кількість бітів в масці підмережі) визначені як мережева адреса. Останні 8 бітів (кількість нулів в масці підмережі) визначені як адреса хоста. Він надає наступні адреси:

11000000.10101000.01111011.00000000 - Мережева адреса (192.168.123.0)

00000000.00000000.00000000.10000100 - адреса хоста (000.000.000.132)

Отже, в цьому прикладі з маскою підмережі 255.255.255.0 ви знаєте, що мережевий ідентифікатор - 192.168.123.0, а адреса хоста - 0.0.0.132. Коли пакет надходить в підмережу 192.168.123.0 (з локальної підмережі або віддаленої мережі) і має адресу призначення 192.168.123.132, комп'ютер отримає його з мережі і буде опрацьовувати.

Майже всі маски десяткової підмережі перетворюються в двійкові числа зліва і всі нулі справа. Деякі інші поширені маски підмережі:

255.255.255.192

255.255.255.224

11111111.11111111.11111111.11000000 0 11111111.11111111.11111111.11100000

3.3 Класи мереж

Інтернет-адреси виділяються організацією interNIC, яка адмініструє Інтернет. IP-адреси розділені на класи. Найбільш поширеними є класи А, В і С. Класи D і E існують, але не використовуються. Кожен клас адрес має власну

маску підмережі за замовчуванням. Клас IP-адреси визначають, аналізуючи його перший октет:

- Мережі класу А використовують маску підмережі 255.0.0.0 і мають 0-127 в якості першого октету. Адреса 10.52.36.11 є адресою класу А. Перший октет - 10.

- Мережі класу В використовують маску підмережі 255.255.0.0 і мають 128-191 в якості першого октету. Адреса 172.16.52.63 - це адреса класу В. Його перший октет - 172.

- Мережі класу С використовують маску підмережі 255.255.255.0 і мають 192-223 в якості першого октету. Адреса 192.168.123.132 - це адреса класу С. Його перший октет - 192.

У деяких випадках значення маски підмережі за замовчуванням не відповідають потребам організації з наступних причин:

- фізична топологія мережі
- кількість мереж (або хостів) не відповідає обмеженням маски підмережі за замовчуванням.

3.4 Організація підмереж

Мережа TCP/IP класу А, В або С може бути додатково розділена системним адміністратором на підмережі. Це необхідно при узгодженні логічної схеми адрес Інтернету (абстрактних IP-адрес і підмереж) з фізичними мережами.

Системний адміністратор, якому виділено блок IP-адрес, може адмініструвати мережі, які не організовані таким чином, щоб легко вмістити ці адреси. Наприклад, у вас є широка мережа з 150 хостами в трьох мережах (в різних містах), підключених за допомогою маршрутизатора TCP/IP. Кожна з цих трьох мереж має 50 хостів. Ви виділяєте мережу класу С 192.168.123.0. (ця адреса фактично знаходиться в діапазоні, який не виділяється в Інтернеті.) Це означає, що для 150 хостів можна використовувати адреси від 192.168.123.1 до 192.168.123.254.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Перша і остання адреса в будь-якій мережі або підмережі не можуть бути призначені окремому хосту. Для нашого випадку не можна використовувати адреси - 192.168.123.0 і 192.168.123.255. Нульова адреса хоста не припустима, оскільки вона використовується для вказівки мережі. 255-адреса (в двійковій нотації - 11111111) використовується для трансляції повідомлення на кожен хост в мережі.

Можна надати IP-адреси 254 хостів. Це можливо, якщо всі 150 комп'ютерів знаходяться в одній мережі. Однак 150 комп'ютерів знаходяться в трьох окремих фізичних мережах. Замість того щоб запитувати додаткові блоки адрес для кожної мережі, ви поділяєте мережу на підмережі, які дозволяють використовувати один блок адрес в декількох фізичних мережах.

У цьому випадку мережа ділиться на чотири підмережі за допомогою маски підмережі, яка робить адреси мережі більше, а діапазон можливих адрес хостів менше. Маска підмережі 255.255.255.192 надає чотири мережі по 62 хостів в кожній. Він працює, так як в двійковій формі числення: 255.255.255.192 те саме, що і 11111111.11111111.11111111.11000000. Перші дві цифри останнього октету стають мережевими адресами, тому ви отримуєте додаткові мережі 00000000 (0), 01000000 (64), 10000000 (128) і 11000000 (192). У цих чотирьох підмережах для адрес хостів можна використовувати останні шість двійкових цифр.

Використовуючи маску підмережі 255.255.255.192 мережа 192.168.123.0 стає чотирма мережами 192.168.123.0, 192.168.123.64, 192.168.123.128 і 192.168.123.192. Ці чотири мережі матимуть допустимі адреси хостів:

192.168.123.1-62; 192.168.123.65-126; 192.168.123.129-190; 192.168.123.193-254

Для нашого прикладу не можна використовувати адреси з останнім октетом: 0, 63, 64, 127, 128, 191, 192 або 255.

Щоб дізнатися, як це працює, подивіться на дві адреси: 192.168.123.71 і 192.168.123.133. Якщо ви використовували маску підмережі класу C за замовчуванням 255.255.255.0, обидві адреси знаходяться в мережі 192.168.123.0. Однак якщо ви використовуєте маску підмережі 255.255.255.192, вони

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

знаходяться в різних мережах; 192.168.123.71 знаходиться в мережі 192.168.123.64, 192.168.123.133 - в мережі 192.168.123.128.

3.5 Шлюзи за замовчуванням

Якщо комп'ютер мережі TCP/IP має взаємодіяти з хостом в іншій мережі, він зазвичай взаємодіє з пристроєм, який називається маршрутизатором. У термінах TCP/IP маршрутизатор, зазначений на хості, який пов'язує підмережу хостів з іншими мережами, називається шлюзом за замовчуванням. Розглянемо, яким чином TCP/IP визначає, чи слід відправляти пакети на шлюз для відправки до іншого комп'ютера або пристроя в мережі.

Коли хост намагається зв'язатися з іншим пристроєм за допомогою TCP/IP, він виконує порівняння з використанням певної підмережі і IP-адреси призначення і маски підмережі і власної IP-адреси. Результат цього порівняння повідомляється комп'ютеру, чи є призначення локальним або віддаленим.

Якщо в результаті цього процесу буде визначатися призначення локального хоста, комп'ютер відправить пакет в локальну мережу. Якщо результат порівняння визначає призначення як віддалений хост, комп'ютер перенаправляє пакета на шлюз за замовчуванням, визначений у його властивостях TCP/IP. Після цього маршрутизатор перенаправить пакет в правильну підмережу.

Проблеми з мережею TCP/IP часто викликані неправильно записаними параметрами трьох основних записів у властивостях TCP/IP комп'ютера.

Неправильна маска підмережі: якщо в мережі використовується маска підмережі, яка не є маскою за замовчуванням, а для клієнта як і раніше налаштована маска підмережі за замовчуванням для класу адрес, зв'язок не працюватиме з деякими найближчими мережами, але не з віддаленими мережами. Наприклад, якщо створити чотири підмережі (в прикладі підмереж), але використовувати неправильну маску підмережі 255.255.255.0 в конфігурації TCP/IP, хости не зможуть визначити, що деякі комп'ютери знаходяться у різних

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

підмережах. У цій ситуації пакети, призначені для хостів різних фізичних мереж, які є частиною одної і тої адреси класу С, не будуть відправлені в шлюз для доставки. Поширеним симптомом цієї проблеми є те, що комп'ютер може спілкуватися з хостами, які знаходяться в локальній мережі, і може спілкуватися з усіма віддаленими мережами, за винятком тих мереж, які знаходяться поблизу і мають одну і ту саму адресу класу А, В або С. Необхідно ввести правильну маску підмережі в конфігурації TCP/IP для хоста.

Неправильна IP-адреса: якщо комп'ютери з IP-адресами, що мають бути в різних підмережах локальної мережі, вони не зможуть взаємодіяти один з одним. Вони спробують відправити пакети один одному через маршрутизатор, який не може переслати їх правильно. Ознакою цієї проблеми є комп'ютер, який може взаємодіяти з хостами в віддалених мережах, але не може взаємодіяти з деякими або всіма комп'ютерами в локальній мережі. Щоб усунути цю проблему, переконайтеся, що всі комп'ютери в одній фізичній мережі мають IP-адреси потрібної підмережі. Якщо в одному мережевому сегменті вичерпується кількість IP-адрес, необхідно знов виконувати поділ на підмережі.

Неправильний шлюз за замовченням: комп'ютер, налаштований з неправильним шлюзом за замовчуванням, може взаємодіяти з хостами в своєму мережевому сегменті. Однак він не зможе зв'язатися з хостами у віддалених мережах. При наступних умовах хост може взаємодіяти з віддаленими мережами:

- одна фізична мережа має декілька маршрутизаторів;
- неправильний маршрутизатор налаштований як шлюз.

Ця проблема поширена, якщо в організації є маршрутизатор до внутрішньої мережі TCP/IP і інший маршрутизатор, підключений до Інтернету.

3.6 Налаштування програми D-Link Network Assistant

Розглянемо мережевий помічник D-Link.

Перша настройка для ваших пристроїв D-Link.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

D-Link Network Assistant розроблений, щоб допомогти користувачам налаштувати свої пристрої D-Link і управляти ними при першому розгортанні.

Особливості:

1. Вирішення конфліктів IP-адрес
2. Налаштування протоколу IP
3. Налаштування протоколу SNMP
4. Установка часу / часового поясу пристрою
5. Налаштування резервного копіювання / відновлення
6. Оновлення прошивки

Якщо комутатор DES-3810-28 не виявляється утилітою D-Link Network Assistant, необхідно підключитися до комутатора по telnet і ввести команду:

```
DGS-1100-24P / ME: admin # enable ddp
```

```
Command: enable ddp
```

```
Success
```

Потім необхідно зберегти настройки командою «save»:

```
DES-3810-28/ ME: admin # save
```

```
Command: save
```

```
Success
```

І після цього комутатор буде працювати з утилітою DNA.

У свою чергу, у серії комутаторів DES-3810-28 протокол DDP включений за замовчуванням, і якщо необхідно відключити роботу комутатора з утилітою DNA, то потрібно зайти в розділ Management D-Link Discovery Protocol і вибрати Disable.

Інформація про IPv4 допоможе вам виконати базову настройку за 3 кроки для інформації про IP, пароля доступу і SNMP. Виберіть «Статичний», щоб вручну ввести нову IP-адресу, мережеву маску і адреса шлюзу, або виберіть «DHCP» для автоматичного отримання налаштувань IP від DHCP-сервера. Натисніть кнопку Далі, щоб перейти на сторінку налаштувань SNMP. IP-адреса дозволена для адрес IPv4 і IPv6. Якщо ви не міняєте налаштування, натисніть кнопку «Вихід», щоб повернутися на головну сторінку. Або ви можете натиснути

«Ігнорувати майстер» в наступний раз, щоб пропустити встановлення майстра при завантаженні комутатора.

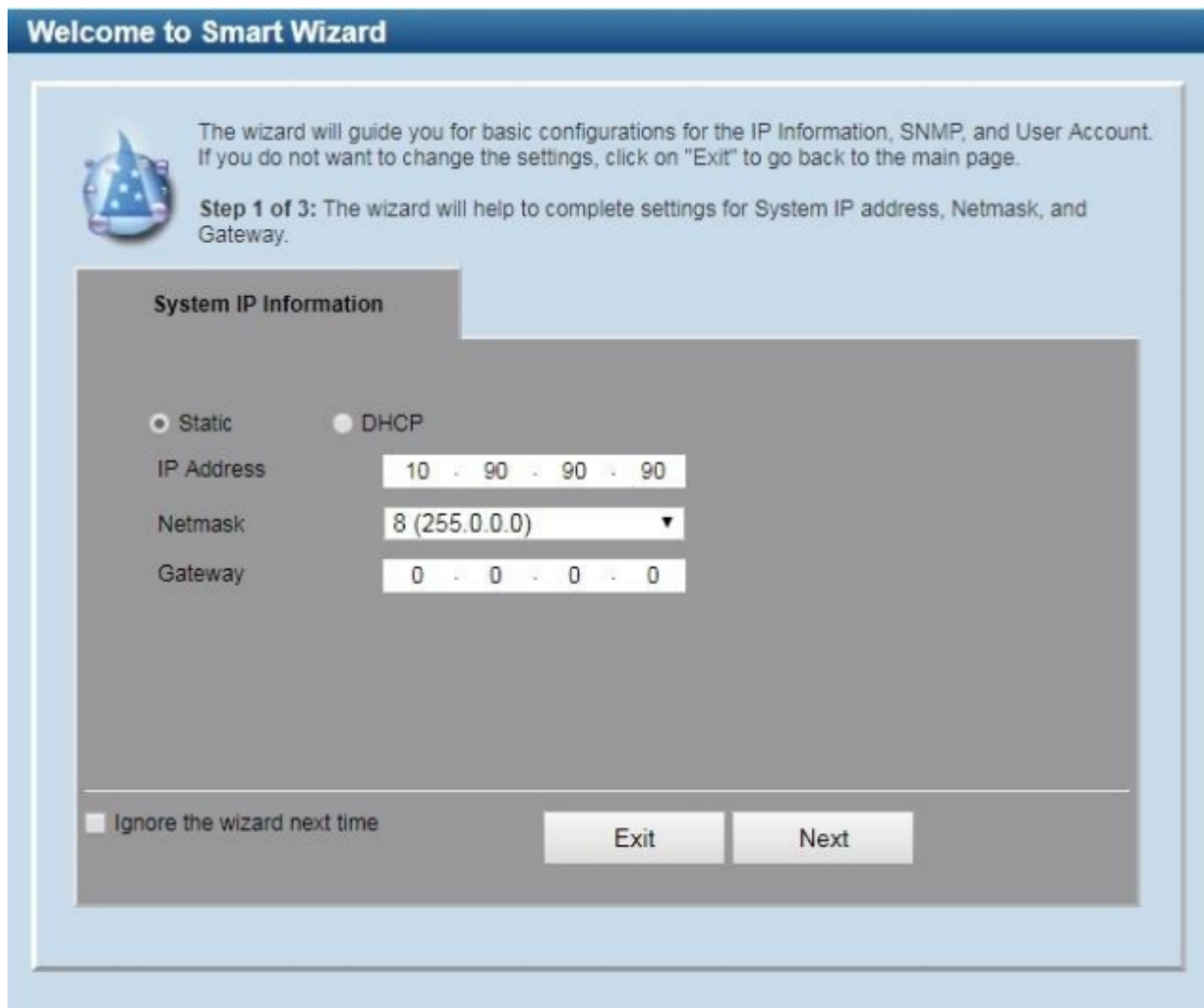


Рисунок 3.1 – Вікно майстра встановлення комутатора DES-3810-28

Налаштування SNMP. Сторінка налаштувань SNMP дозволяє користувачу швидко вмикати/вимикати функцію SNMP. За замовчуванням SNMP відключений. Натисніть «Включено», а потім натисніть «Далі», після чого відкриється сторінка налаштувань облікових записів користувачів.

Налаштування облікових записів користувачів. Сторінка налаштувань облікових записів користувачів дозволяє користувачу швидко вказати функцію

облікового запису користувача. Введіть ім'я користувача, привілеї, тип пароля і пароль. Натисніть Застосувати і зберегти, щоб зберегти конфігурацію.

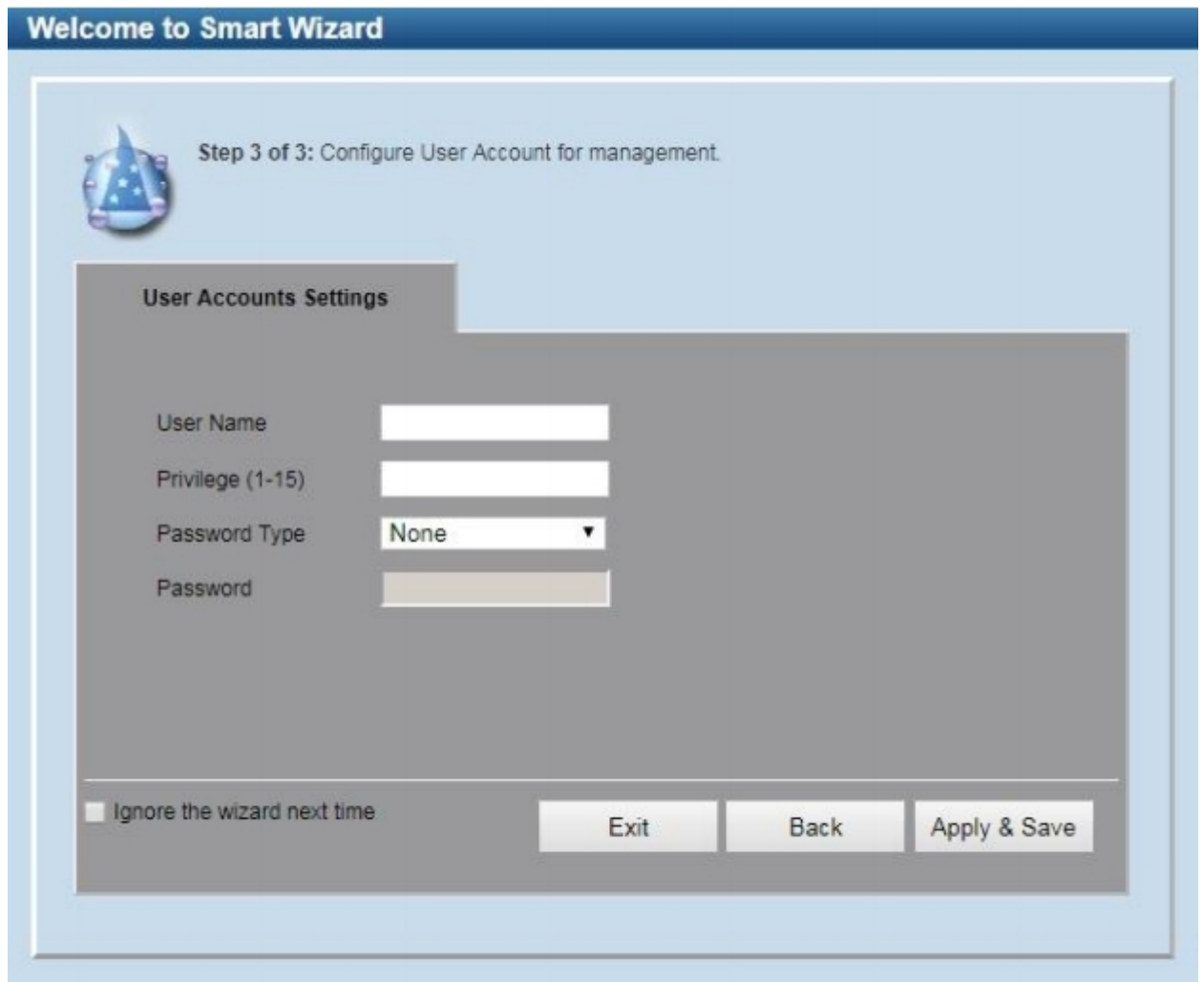


Рисунок 3.2 – Заключне вікно майстра встановлення комутатору DES-3810-28

Таким чином ми можемо налаштувати розподіл адрес програмованого комутатора DES-3810-28.

3.7 Моделювання Wi-Fi роутера у MATLAB

Код MATLAB для аналізу покриття маршрутизатора Wi-Fi в приміщенні.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Джерелом сигналу є маршрутизатор, потужність сигналу падає через відстань і наявність стін. Падіння потужності через відстань r розраховується за виразом:

$$dBm_e = dBm_0 - 10\gamma \lg \frac{r}{r_0}$$

Ви можете відняти від результату втрати потужності через стіни. Стіни мають різні властивості звукопоглинання, наприклад, залізні та скляні стіни і двері мають набагато більше завад, ніж проста цегляна стіна.

Використовувалися наступні коефіцієнти для маршрутизатора:

$$\gamma = 0,9;$$

$$dBm_0 = -40;$$

$$r = 1;$$

Коефіцієнт загасання через стіни використовувався $wallDrop = 3$;

Для аналізу рівня сигналу Wi-Fi необхідно задати координати маршрутизатора. Одиниця виміру колірної шкали - децибел.

Результати дослідження рівня сигналу Wi-Fi роутера, який розташований у куту кімнати приведений на рисунках 3.3 і 3.4

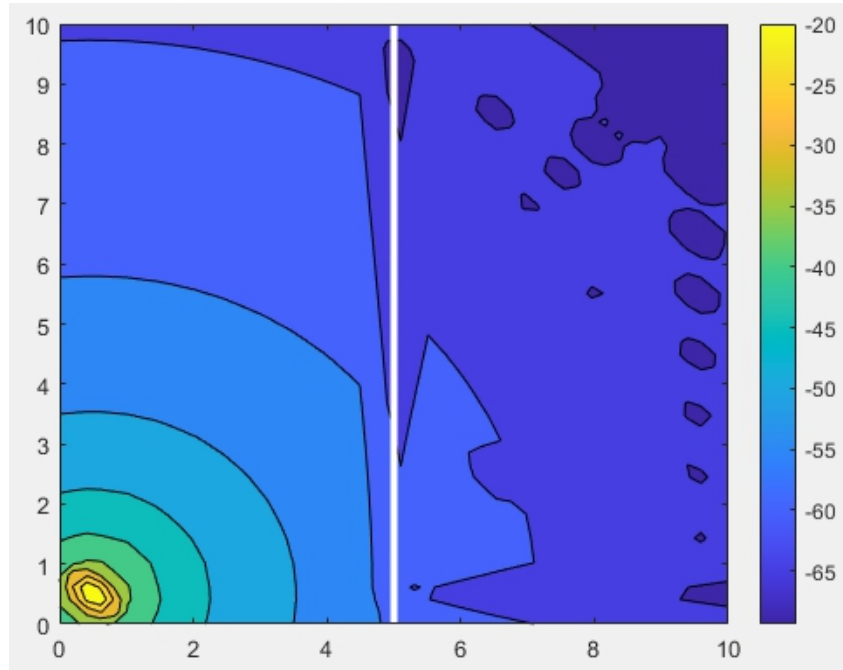


Рисунок 3.3 – Діаграма розподілу потужності Wi-Fi роутера

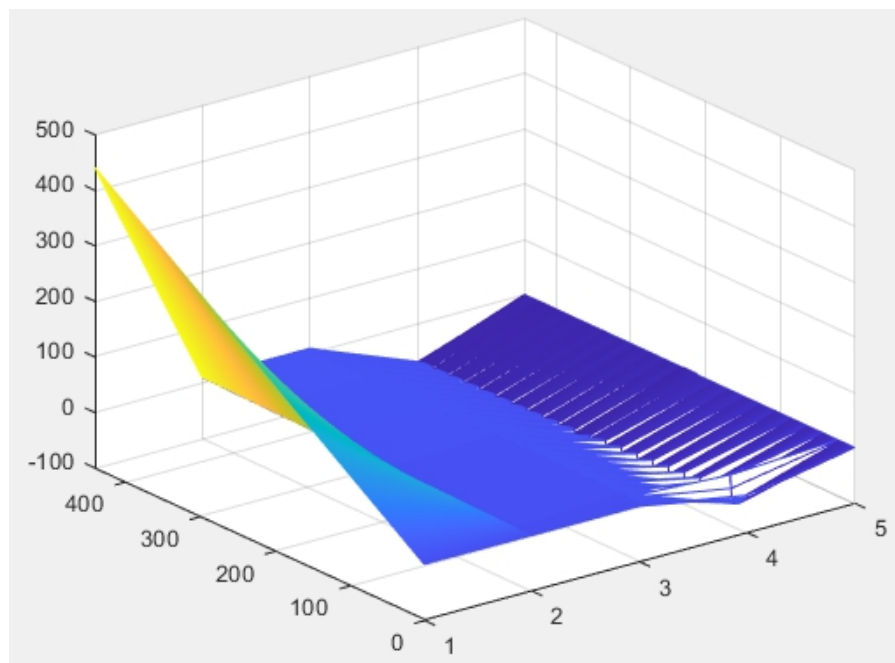


Рисунок 3.4 – Тривимірна модель розподілу потужності Wi-Fi роутера

Таким чином ми можемо зробити висновок, що Wi-Fi роутер забезпечує рівень сигналу -65 дБ на відстані 10 м при наявності тонкої стіни-перегородки між групами співробітників.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі виконано проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi. Проведений розподіл IP адрес у корпоративній мережі, розглянуті основи протоколу TCP/IP та формування адрес і підмереж, розглянуті використовувані класи мереж TCP/IP, організація під мереж, запис шлюзів за замовчуванням. Наведені результати моделювання залежності рівня сигналу Wi-Fi роутера від відстані у MATLAB та налаштування програми D-Link Network Assistant.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання кваліфікаційного проекту бакалаврського рівня освіти на тему: «Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi» були розглянуті особливості використання Wi-Fi роутерів і проектуванні локальних мереж. Зроблений вибір обладнання, що працює за бездротовими технологіями і включене до складу мережі, а також мережевого комутатора для створення корпоративної мережі. Проаналізовані труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах, що пов'язані з швидкими темпами зростання продуктивності телекомунікаційного обладнання.

2. Проведений розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi, визначені вимоги до обладнання для забезпечення потрібної швидкості передачі даних у користувачів. Проаналізований вплив перешкод на зону покриття бездротової мережі.

3. Проведене проектування корпоративної телекомунікаційної мережі, зроблений поділ на підмережі з відокремленням Wi-Fi точок доступу, привласнені діапазони IP адрес. Проведене моделювання залежності рівня сигналу Wi-Fi роутера від відстані у MATLAB та налаштування програми D-Link Network Assistant.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки щодо організації, проведення та підготовки звіту з переддипломної практики для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»/ уклад.: Підченко С.К., Огнєвий О.В., Таранчук А.А., Мішан В.В. / за заг. ред. С.К. Підченко. – Хмельницький: ХНУ, 2021. – 29с.
2. Компьютерные сети. 4-е изд. /Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.
3. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Учебник для вузов. 3-е изд. –СПб.: Питер, 2006.–957 с.
4. Росс Дж. Беспроводная компьютерная сеть WI-FI своими руками: установка, настройка, использование. М.: Наука, 2009. – 376 с.
- 5 Кашкаров А. Управление и настройка Wi-Fi в своем доме. М.: ДМК Пресс, 2015.. – 90 с.
6. Гайер Дж. Беспроводная сеть за 5 минут. От выбора оборудования до устранения любых неполадок /Дж. Гайер, Э. Гайер, Дж.Р. Кинг. - М.: НТ Пресс, 2012. – 176 с.
7. Боккуцци Дж. Обработка сигналов для беспроводной связи /Дж. Боккуцци. - М.: Техносфера, 2012. - 925 с.
8. Андреа Голдсмит Беспроводные коммуникации / ГолдсмитАндреа. - М.: Техносфера, 2011. - 521 с
9. Мерритт М. Безопасность беспроводных сетей / М. Мерритт. - М.: Книга по Требованию, 2016. - 282 с.
10. Колисниченко Д.С. Беспроводная сеть дома и в офисе /Д. Колисниченко. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 865 с.
11. Шахнович И.С. Современные технологии беспроводной связи / И. Шахнович. - М.: Техносфера, 2012. - 288 с.
12. Шубин В. И. Беспроводные сети передачи данных: моногр. / В.И. Шубин, О.С. Красильникова. - М.: Вузовская книга, 2013. - 104 с.

					КПТР.2017022.01.06 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Ім'я користувача:
Kafedra telekom_radiotechniki

ID перевірки:
1008225911

Дата перевірки:
08.06.2021 11:42:20 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
08.06.2021 11:43:33 EEST

ID користувача:
100005656

Назва документа: Шаюк Д.О._TP-17-1

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 12087 Кількість символів: 90856 Розмір файлу: 1.67 MB ID файлу: 1008299753

9.03% Схожість

Найбільша схожість: 3.52% з Інтернет-джерелом (<http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/79866CA0-2D72-4249-B53A-505...>)

9.03% Джерела з Інтернету

210

Сторінка 62

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Завідувачу кафедри телекомунікацій
та радіотехніки
д.т.н., професору Бойку Ю.М.
здобувача вищої освіти
Шаюка Д.О.
ФПКТС, гр. ТР-17-1

ЗАЯВА

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

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

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

25 травня 2021 р.
дата


підпис

РІШЕННЯ КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА РАДІОТЕХНІКИ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi

Автор: Шаюк Дмитро Олександрович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: д.т.н., професор Мясіщев Олександр Анатолійович

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

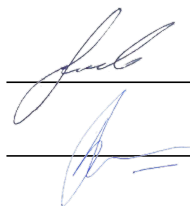
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	-
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське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

Підтвердження: Виявленні запозичення не є плагіатом так як розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження (є власні терміни, визначення тощо), складають 9,03% та мають посилання на приведений список літературних джерел.

«07» червня 2021 р.

Науковий керівник

Завідувач кафедру ТР



Мясіщев О.А.

Бойко Ю.М.

Відгук на кваліфікаційну роботу виконану за темою
«Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі
на базі технології Wi-Fi» студента гр. ТР-17-1 Шаюка Д.О.

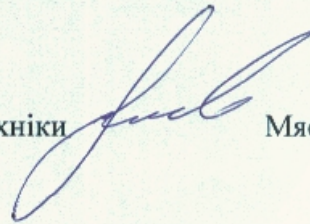
Бездротові мережі на базі технології Wi-Fi користуються все більшою популярністю. Користувачі оцінили зручність технології Wi-Fi і переводять все більшу кількість пристроїв на його використання. Сьогодні за цим стандартом працює багато пристроїв, тому тема роботи є актуальною.

У кваліфікаційному проєкті студента Шаюка Д.О. розглядаються питання побудови бездротових локальних мереж, необхідність проектування локальних мереж, проведено порівняння бездротових мереж з локальними мережами, проаналізовані труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах, зроблений вибір обладнання, встановленого у бездротовій мережі. Проведений розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi. Розрахований радіусу зони Френеля, дальність роботи бездротового каналу зв'язку. Проведено планування бездротової локальної мережі стандарту 802.11. Проаналізований вплив перешкод на зону покриття мережі стандарту 802.11. Розглянуті особливості побудови мереж Wi-Fi. Виконано проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi. Проведений розподіл IP адрес у корпоративній мережі, розглянуті основи протоколу TCP/IP та формування адрес і підмереж, розглянуті використовувані класи мереж TCP/IP, організація підмереж, запис шлюзів за замовчуванням. Наведені результати моделювання залежності рівня сигналу Wi-Fi роутера від відстані у MATLAB та налаштування програми D-Link Network Assistant.

В цілому під час роботи над кваліфікаційним проєктом студент Шаюк Д.О. проявив себе як грамотний спеціаліст в галузі телекомунікацій, показав вміння та навички і набуті компетентності в розрахунках, в плануванні мережі.

Кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області сучасних телекомунікацій, а студент Шаюк Д.О. заслуговує оцінки «відмінно».

Професор кафедри телекомунікацій та радіотехніки



Мясіщев О.А.

Рецензія

опонента на бакалаврську кваліфікаційну роботу виконану за темою:
«Проектування корпоративної телекомунікаційної мережі
на базі технології Wi-Fi» студента гр. ТР-17-1 Шаюка Д.О.

В кваліфікаційному проєкті студента Шаюка Д.О. проведено проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi. Розглядаються питання побудови бездротових локальних мереж, необхідність проектування локальних мереж, проведено порівняння бездротових мереж з локальними мережами, проаналізовані труднощі роботи мереж Wi-Fi в сучасних умовах, зроблений вибір обладнання, встановленого у бездротовій мережі. Проведений розрахунок локальної бездротової мережі Wi-Fi. Розрахований радіусу зони Френеля, дальність роботи бездротового каналу зв'язку. Проведено планування бездротової локальної мережі стандарту 802.11. Проаналізований вплив перешкод на зону покриття мережі стандарту 802.11. Розглянуті особливості побудови мереж Wi-Fi. Виконано проектування корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi. Проведений розподіл IP адрес у корпоративній мережі, розглянуті основи протоколу TCP/IP та формування адрес і підмереж, розглянуті використовувані класи мереж TCP/IP, організація підмереж, запис шлюзів за замовчуванням. Наведені результати моделювання залежності рівня сигналу Wi-Fi роутера від відстані у MATLAB та налаштування програми D-Link Network Assistant.

В процесі проектування корпоративної телекомунікаційної мережі виконано наступні етапи:

- вибір телекомунікаційного обладнання (використовувались вимоги до кількості робочих місць у офісах і відділеннях, максимальне навантаження на бездротову точку доступу, тощо);
- вибір топології мережі на основі технічного завдання на кваліфікаційний проєкт, видане керівником;
- розрахунки втрат сигналу у вільному просторі та приміщеннях;
- поділ мережі на підмережі і встановлення IP адрес хостів.

В цілому проєкт корпоративної телекомунікаційної мережі на базі технології Wi-Fi виконано на високому технічному рівні, має актуальність в області сучасних телекомунікацій, а студент Шаюк Д.О. заслуговує оцінки «відмінно».

Опонент: к.т.н., доцент
кафедри ТМІТ



Віктор СТЕЦЮК