

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Порівняння телекомунікаційних технологій при
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
проектуванні мережі доступу

Здобувача Плахотник А.В.
(прізвище, ініціали)

4 курсу 543а групи

Керівники: к.т.н.доцент Сахарова С.В
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Жирнова Т.М
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 10.06 2023 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма Порівняння телекомунікаційних технологій при проектуванні мережі доступу

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 15 » червня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Плахотника Андрія Вячеславовича

1. Тема роботи Порівняння телекомунікаційних технологій при проектуванні мережі доступу

Затверджена наказом університету від « 10 » серпня 2022 р., наказ № 440-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи

1. антену v150NX Ка 2. Технологія для розробки карти місцевості lucidchar 3. WEB-серв Apache 4. База даних MySQL 5. Файлові сервери Samba Server Серверні додтки Apache Tomcat

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Оцінка та обробка отриманої інформації. 3. Розробка системи.

4. Створення системи. 5. Підсумкові висновки. 6. Розрахунки з економічних питань.

7. Охорона праці.

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

Слайд 1. Формування вхідних даних до проектування мережі. Слайд 2. Розрахунки параметрів мережі доступу. Слайд 3. Структурна схема мережі доступу.

функціональна схема мережі доступу. Слайд 4. Принципи побудови мережі доступу із застосуванням технології супутникового зв'язку.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Басюркіна Н.Й., д.е.н., проф.</i>		
<i>Охорона праці</i>			
<i>Нормоконтроль</i>			

7. Дата видачі завдання 30.09.2022

Керівники

Світлана САХАРОВА

Тетяна ЖИРНОВА

Завдання прийняв до виконання

Андрій ПЛАХОТНИК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження об'єкту місцевості.</i>	<i>20.02.23</i>	
2.	<i>Дослідження технології супутників.</i>	<i>10.03.23</i>	
3.	<i>Постановка завдання.</i>	<i>10.03.23</i>	
4.	<i>Визначення вхідних даних.</i>	<i>20.03.23</i>	
5.	<i>Проектування.</i>	<i>15.04.23</i>	
6.	<i>Реалізація карти місцевості</i>	<i>15.04.23</i>	
7.	<i>Розрахунок ключових параметрів проектування супутникових систем зв'язку.</i>	<i>20.05.23</i>	
8.	<i>Економічні розрахунки.</i>	<i>3.06.23</i>	
9.	<i>Оформлення пояснювальної записки.</i>	<i>3.06.23</i>	
10.	<i>Підготовка інтерактивна презентація.</i>	<i>3.06.23</i>	

Керівники роботи

Світлана САХАРОВА

Тетяна ЖИРНОВА

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач - дипломник

Андрій ПЛАХОТНИК

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена порівнянню телекомунікаційних технологій при проектуванні мережі доступу. Забезпечення ефективного зв'язку та доступу до мережі є важливим аспектом у сучасному світі. У цьому дослідженні проведено аналіз різних технологій, що використовуються при створенні мереж доступу та порівняно їх переваги та недоліки.

У першому розділі роботи розглянуті особливості телекомунікаційних технологій, що застосовуються в мережах доступу, проведений огляд різних типів технологій та їх характеристик.

У другому розділі описані основні етапи проектування мережі доступу: сформовані вихідні дані для проектування мережі доступу

Третій розділ містить порівняльний аналіз телекомунікаційних технологій, включаючи провідні та бездротові рішення. Для кожної технології розглянуті її переваги, недоліки, швидкість передачі даних, покриття, стійкість до перешкод і сфери застосування.

У четвертому розділі дослідження мережі передачі даних побудованих за супутникової технології та переваги та недоліки

П'ятий розділ присвячений питанням оцінка науково-технічної ефективності розробки нової технології, нового обладнання та інших інновацій.

У результаті дослідження було зроблено порівняльний аналіз телекомунікаційних технологій при проектуванні мережі доступу. Робота надає вичерпну інформацію про різні технології, допомагає зрозуміти їх особливості та вибрати найбільш підходящий варіант для конкретного проекту мережі доступу.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the comparison of telecommunication technologies in the design of network access. Ensuring effective communication and network access is a concern in today's world. This study analyzes the various technologies used in the creation of an access network and degrades their advantages and disadvantages.

The first section of the work presents the features of telecommunication technologies used in access networks, an overview of various types of technologies and their characteristics.

The second section describes the main stages of designing an access network: generated initial data for designing an access network

The third section provides a comparative analysis of telecommunications technologies, including wired and wireless solutions. For each technology, its advantages, disadvantages, data transfer rate, coverage, resistance to interference and applications are noted.

The fourth chapter examines data transmission networks built for satellite technology and the advantages and disadvantages

The fifth section of the selected issues of assessment of the scientific and technical efficiency of the development of new technologies, new equipment and other innovations.

As a result of the study, a comparative analysis of telecommunication technologies was made when designing access to the network. The work provides comprehensive information about various technologies, defines their features and selects the most suitable option for a specific network access project.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1_ АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МЕРЕЖ ДОСТУПУ.....	9
1.1 Основні визначення та терміни, що використовуються в рамках дослідження.....	9
1.2 Обґрунтування необхідності побудови мереж доступу Україні.....	25
РОЗДІЛ 2_ ОСНОВНІ РОЗРАХУНКИ ТА СХЕМИ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ ДЛЯ ЗАДАНИХ УМОВ.....	27
2.1 Особливості територій для якої спроектована мережа доступу.....	27
2.2 Визначення секторів мережі доступу.....	30
РОЗДІЛ 3_ ДОСЛІДЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОСТУПУ.....	34
3.1 Обладнення.....	34
3.2 Розрахунок довжини ліній доступу локального сегменту.....	36
3.3 Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу.....	38
РОЗДІЛ 4_ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ.....	40
4.1 Дослідження мережі передачі даних побудованих за супутникової технології.....	40
4.2 Дослідження ефективності доступу до терміналу супутника променевого хопінгу в сценарії IoT.....	51
4.3 Основні схеми супутникових мереж.....	55
4.4 Методика побудови супутникової мережі.....	57

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Порівняння телекомунікаційних технологій при проектуванні мережі доступу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Андрій ПЛАХОТНИК</i>					6	
<i>Перевірів</i>						гр. 541, ОНТУ		
<i>Рецензент</i>								
<i>Нормоконтроль</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Сергій АРТЕМЕНКО</i>						

РОЗДІЛ 5_ ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВКЛЮЧАЄ В СЕБЕ ОЦІНКУ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ.....	64
РОЗДІЛ 6_ ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
ДОДАТКИ.....	79
Додаток А Карта місцевості.....	79
Додаток Б Графічни Матеріал.....	82

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Мета дипломної роботи: дослідити та порівняти різні телекомунікаційні технології, використовувані в проектуванні мереж доступу, з метою визначення їх переваг та недоліків у різних сценаріях застосування.

Об'єкт дослідження: телекомунікаційні технології в мережах доступу.

Предмет дослідження: архітектури та характеристики різних телекомунікаційних технологій, таких як DSL, кабельний Інтернет, оптоволоконний доступ (FTTx), бездротові мережі та інші.

Задачі дипломної роботи:

- аналіз концепції мереж доступу;
- основні розрахунки та схеми мережі доступу для заданих умов;
- дослідження супутникових технологій доступу;
- аналіз процесу побудови мереж доступу із використанням технологій супутникового зв'язку;
- оцінка науково-технічної ефективності включає в себе оцінку розробки нової технології, нового обладнання та інших інноваційних рішень.

Результати дослідження допоможуть зрозуміти особливості та переваги різних телекомунікаційних технологій для мереж доступу і нададуть підстави для обґрунтованого вибору найкращих рішень у конкретних проектах забезпечення доступу до мережі Інтернет.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

1.1 Основні визначення та терміни, що використовуються в рамках дослідження

Мережі доступу

Мережа доступу є типом телекомунікації мережа який підключає абонентів до їх безпосередніх постачальників послуг. Він контрастує з основна мережа, який підключає місцевих постачальників один до одного. Мережа доступу може бути додатково розділена між живильною установкою або мережею розподілу та краплинною установкою або крайовою мережею.

Процес спілкування з мережею починається з спроба доступу, в якій один або кілька користувачів взаємодіють із системою зв'язку, щоб увімкнути ініціювання передачі інформації користувача. Сама спроба доступу починається з видачі запит на доступ а джерело доступу. Спроба доступу закінчується або в успішному доступі, або в відмова доступу - невдалий доступ, який призводить до припинення спроби будь-яким способом, крім ініціювання користувач передача інформації між цільовим джерелом та пунктом призначення (мийка) протягом визначеного максимального часу доступу. Час доступу - затримка часу або затримка між запиту спроба доступу і успішний доступ завершено. В а телекомунікації система, значення часу доступу вимірюються лише при спробах доступу, що призводять до успішного доступу. Відмова доступу може бути наслідком відключення доступу, користувача блокування, неправильний доступ або відмова у доступі. Відмова в доступі (блокування системи) може включати:

- відмова доступу, спричинена видачею сигналу блокування системи система зв'язку що не має табірний сигнал особливість;

					КРБ.КІ.1.440-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- поломка доступу, викликана перевищенням максимуму час доступу та номінальна частка часу доступу до системи під час спроби доступу.

Розглядаючи програми та кінцеві системи на «кордоні» мережі, давайте далі проаналізуємо мережу доступу - мережу, яка фізично з'єднує кінцеву систему з першим маршрутизатором (також з відомим як «граничний маршрутизатор») на шляху від кінцевої системи до будь-якої іншої віддаленої кінцевої системи.

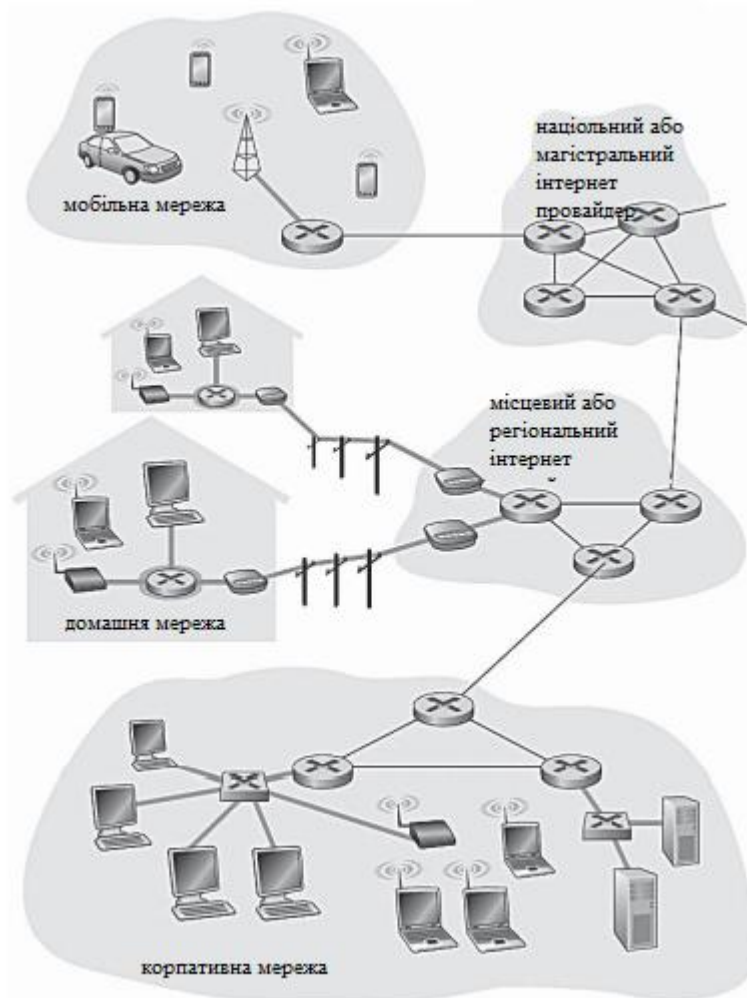


Рисунок 1.1 – Кілька типів мереж доступу

На рисунок. 1.1 показано кілька типів мереж доступу з жирними, зафарбованими лініями та середовищем (домашня, корпоративна та глобальна мережа бездротового мобільного зв'язку), в якій вони використовуються.

Інформаційних мереж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Інформаційна мережа - це структура, яка використовується для передачі різних форм і типів інформації. У базовій структурі він складається з гілок, які з'єднують певні вузли. Багато вчених та дослідників вирішили проблему визначення інформаційної мережі, залежно від функціональної організації та передачі даних, а також класифікації інформаційних мереж. Інформаційні мережі мають дуже широке застосування майже у всіх наукових дисциплінах. Проводиться велика кількість досліджень щодо застосування інформаційних мереж (, наприклад бісоціативна, глибока інформаційна мережа, неоднорідна інформаційна мережа, та космічна інформаційна мережа) у галузі медицини для легшого виявлення захворювань, розробки лікарських засобів тощо та інших потреб для підтримки зв'язку в режимі реального часу, масової передачі даних та обробки даних.

Мережева технологія

Ethernet - це традиційна технологія підключення пристроїв у дротовій локальній мережі (локальна мережа) або широкосмугова мережа (WAN). Це дозволяє пристроям спілкуватися один з одним через а протокол, що є набором правил або загальною мережевою мовою. Ethernet описує, як мережеві пристрої форматують та передають дані, щоб інші пристрої в тій же локальній мережі або мережі кампусу могли розпізнавати, отримувати та обробляти інформацію. Кабель Ethernet - це фізична, укладена електропроводка, над якою рухаються дані. Підключені пристрої, які використовують кабелі для доступу до географічно локалізованої мережі - замість бездротового з'єднання - ймовірно, використовують Ethernet. Від бізнесу до геймерів різноманітні кінцеві користувачі покладаються на переваги підключення Ethernet, які включають надійність та безпеку. Порівняно з бездротовою локальною мережею (WLAN) технологія, Ethernet, як правило, менш вразливий до перебоїв. Він також може запропонувати більшу ступінь безпеки та управління мережею, ніж бездротова технологія, оскільки пристрої повинні підключатися за допомогою фізичного кабелю. Це ускладнює стороннім особам

доступ до мережевих даних або пропускну здатність викрадення для несанкціонованих пристроїв.

Ethernet використовується для підключення пристроїв у мережі і досі є популярною формою підключення до мережі. Для локальних мереж, які використовуються конкретними організаціями - такими як офіси компаній, шкільні кампуси та лікарні - Ethernet використовується для його високої швидкості, безпеки та надійності.

Ethernet спочатку став популярним завдяки своєму недорогому ціннику порівняно з конкуруючою технологією того часу, як IBM кільце жетону. У міру розвитку мережевих технологій здатність Ethernet розвиватися та забезпечувати більш високий рівень продуктивності забезпечила його стійку популярність. Протягом своєї еволюції Ethernet також підтримував сумісність із відсталістю.

Персональна мережа (PAN- Personal Area Network)

Особиста мережа (PAN) з'єднує технологічні пристрої, як правило, в межах одного користувача, що становить приблизно 10 метрів. Цей тип мережі призначений для включення пристроїв у невеликому офісі чи домашньому офісі середовище для передачі та обміну ресурсами, даними та програмами або провідними, або бездротовими. PAN зазвичай складаються з ноутбуків, смартфонів, планшетів, носіння, принтерів та розважальних пристроїв. Ці пристрої, як правило, взаємопов'язані за допомогою певної форми бездротовий технології. Цей вид PAN також може бути підключений до Інтернету чи інших мереж без проводів.

Переваги та недоліки Ethernet

Ethernet має багато переваг для користувачів, тому він став таким популярним. Однак є і кілька недоліків.

Переваги Ethernet:

- відносно низька вартість;
- зворотна сумісність;
- загалом стійкий до шуму;

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Ethernet підключив декілька пристроїв до мережевих сегментів через концентратори - Пристрої рівня 1, відповідальні за транспортування мережевих даних - використовуючи ланцюг ромашок або топологію зірок. В даний час типова локальна мережа Ethernet використовує спеціальні марки кабелів із скрученою парою або волоконно-оптичних кабелів. Якщо два пристрої, які мають спільний концентратор, намагаються передавати дані одночасно, пакети можуть стикатися і створювати проблеми з підключенням. Щоб полегшити ці цифрові пробки, IEEE розробив протокол множинного доступу Carrier Sense з протоколом виявлення зіткнень (CSMA / CD). Цей протокол дозволяє пристроям перевірити, чи використовується даний рядок перед початком нових передач. Пізніше, Ethernet концентратори значною мірою поступилися місцем мережевим комутаторам. Оскільки концентратор не може розрізняти точки в сегменті мережі, він не може надсилати дані безпосередньо з точки А до точки В. Натомість, коли мережевий пристрій надсилає передачу через вхідний порт, концентратор копіює дані та розподіляє їх у всі доступні вихідні порти. На відміну від цього, комутатор інтелектуально надсилає будь-який заданий порт лише трафік, призначений для його пристроїв, а не копії будь-яких передач у сегменті мережі, тим самим покращуючи безпеку та ефективність.

Token ring — це канал передачі даних для локальної мережі (LAN), у якій усі пристрої з'єднані в кільцеву або зіркову топологію та передають один або кілька маркерів від хоста до хоста. Маркер — це кадр даних, що передаються між точками мережі. Лише хост, який містить маркер, може надсилати дані, і маркери звільняються після підтвердження отримання даних. IBM розробила технологію token ring у 1980-х як альтернативу Ethernet.

Також відома як IEEE (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки) 802.5 , мережа Token Ring з'єднує всі пристрої, включно з комп'ютерами, за циклічним або замкнутим циклом. У цьому сценарії слово маркер описує сегмент даних, що надсилаються через мережу.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

Мережі Token Ring запобігають зіткненню пакетів даних у сегменті мережі, оскільки лише власник маркера може надсилати дані, а кількість доступних маркерів також контролюється. Коли пристрій у мережі успішно декодує цей маркер, він отримує закодовані дані.

Пристрої в мережі Token Ring можуть спільно використовувати ту саму адресу керування доступом до медіа без конфлікту. Це неможливо в мережі Ethernet. Адміністратори також можуть переконатися, що конкретні вузли мають пріоритет над іншими, налаштувавши мережі Token Ring способами, недозволеними для некомутованого Ethernet. Топологія Token Ring колись широко використовувалася в локальних мережах у 1980-х і 1990-х роках. Однак він був майже повністю витіснений Ethernet через нижчу вартість Ethernet. У той час кабелі для мереж Token Ring коштували набагато дорожче, ніж кабелі Ethernet Cat3/Cat5e. Мережеві карти та порти Token Ring також були дорогими. Після розробки комутації Ethernet і повнодуплексних з'єднань Ethernet випередив технологію Token Ring, оскільки мінімізував практичне занепокоєння колізій. Множинний доступ із визначенням несучої з виявленням колізій (CSMA/CD), визначений у стандарті IEEE 802.3, є протоколом для доступу до передачі несучої в мережах Ethernet. У Ethernet будь-який пристрій може спробувати надіслати кадр у будь-який час. Кожен пристрій визначає, чи лінія неактивна і, отже, доступна для використання. Якщо він доступний, пристрій починає передавати свій перший кадр. Якщо інший пристрій намагається надіслати дані одночасно, вважається, що виникає колізія, і кадри відкидаються. CSMA/CD розроблено для запобігання таким зіткненням. Token ring, визначений стандартом IEEE 802.5, є оригінальним стандартом передачі маркерів (метод доступу) для екранованих мідних кабелів з витою парою. Підтримка мідних і оптоволоконних кабелів дозволила збільшити пропускну здатність з 4 мегабіт на секунду до 100 Мбіт/с. Його іноді називають IBM Token-Ring.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

допомогою кабелю Ethernet. LAN-сервер-клієнт складається з декількох кінцевих точок і серверів, підключених до комутатора локальної мережі. Перемикач спрямовує потоки зв'язку між декількома підключеними пристроями.

Переваги використання локальної мережі

Локальні мережі дозволяють пристроям підключатися, передавати та отримувати інформацію між ними. Переваги технологій локальної мережі включають наступне:

- забезпечити доступ до централізованих програм, що знаходяться на серверах;
- дозволяють усім пристроям зберігати важливі для бізнесу дані в централізованому місці;
- дозволити обмін ресурсами, включаючи принтери, додатки та інші спільні послуги;
- дозволити декільком пристроям в локальній мережі ділитися одним підключенням до Інтернету;
- захищати підключені до локальної мережі пристрої за допомогою мережевих засобів безпеки.

Столична мережа (MAN- Metropolitan Area Network)

Метрополітен-мережа (MAN) - це комп'ютерна мережа, яка більша за однобудівну локальну мережу (локальна мережа), але розташований в єдиній географічній області, меншій за широкосмугову мережу. Як правило, це кілька локальних мереж, пов'язаних між собою виділеними хребет з'єднання. Він також може стосуватися мережевої інфраструктури для громадського використання в муніципалітеті чи регіоні.

Мережі столичних районів для організацій

Столична мережа територій традиційно відноситься до приватної мережі передачі даних, яка використовується однією організацією в декількох будівлях або кількома організаціями, пов'язаними між собою в одній географічній близькості.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Він більший за локальну мережу в одній будівлі, але недостатньо великий, щоб вважати WAN. Розмір зазвичай коливається від 5 кілометрів до 50 км. Якщо всі будівлі знаходяться на одній частині суміжного майна, це також може вважатися мережа кампусів.

Як правило, MAN є досить малим, що виділені між точками або основою з'єднання даних встановлюються між будівлями або до розміщеного колокаційного центру (colo). Ці магістральні з'єднання можуть використовувати різноманітні технології зв'язку, включаючи Ethernet, орендовані темне волокно або приватне волокно, Wi-Fi у точці, бездротову локальну мережу (WLAN), міліметрова хвиля (ММ хвиля) радіо та мікрохвильові радіопосилання або приватні 5Г мережі. Суспільні маршрутизовані посилання в Інтернеті, такі як через віртуальну приватну мережу (VPN) або загальнодоступну хмару, не вважатимуться частиною MAN, але можуть бути включені до діаграми MAN для простоти. Добре розроблена система матиме зайві зв'язки між локаціями.

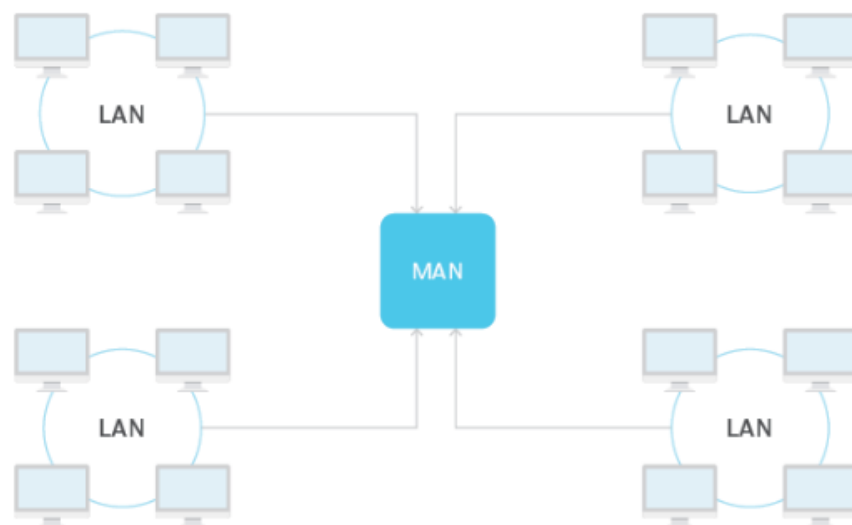


Рисунок 1.2 – Діаграму MAN

MAN може використовувати локальний обмінний оператор (LEC) для забезпечення зв'язків між локальними мережами і може підключитися до пункту обміну в Інтернеті для швидкісного зв'язку між MAN та загальнодоступним

Інтернетом. Він також може підключатися до інших постачальників за допомогою однорангової біржі або до хмарних постачальників.

Переваги та недоліки мережі метрополітену

Основна перевага MAN перед WAN - це висока пропускна здатність, що забезпечується спеціальними посиленнями столичної мережі. Це застосування MAN забезпечує більшу швидкість, від 1 гігабіту в секунду до 100 Гбіт / с, і меншу затримку, ніж це було б можливо в WAN. Оскільки організація підтримує контроль над з'єднанням, вона може застосовувати формування трафіку та підвищення безпеки.

Недоліки MAN над WAN включають потенційно більші витрати, більшу складність та додаткову логістику, необхідну для підтримки зв'язків. Добре розроблений MAN також матиме зайві з'єднання, що потребують щонайменше двох з'єднань на будівлю.

Глобальна мережа(WAN - Wide Area Network)

Широкопasmогова мережа (WAN) - це географічно розподілений приватний телекомунікаційний зв'язок мережа що з'єднує декілька локальних мереж (LAN). LAN - це група комп'ютерів та мережевих пристроїв, які всі підключені один до одного, як правило, з невеликої відносної географічної відстані. На підприємстві або бізнесі WAN може складатися з підключень до штаб-квартири компанії, філій, колокація засоби, хмарні послуги та інші об'єкти. Зазвичай, а маршрутизатора інший багатофункціональний пристрій використовується для підключення локальної мережі до WAN. Enterprise WAN дозволяють користувачам ділитися доступом до додатків, послуг та інших централізованих ресурсів. Це виключає необхідність встановлення одного і того ж сервера додатків, брандмауера чи інших ресурсів у кількох місцях, наприклад. WAN не обмежуються тим самим географічним розташуванням, як і LAN. LAN може бути встановлений у будь-якій кількості географічних районів і бути підключений до WAN —, тобто WAN не обмежується одним конкретним місцем.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Інфраструктура WAN може бути приватною власністю або орендована як послуга від сторонніх постачальників послуг, таких як телекомунікаційний оператор, постачальник послуг Інтернету, приватний оператор IP-мережі або кабельна компанія. Сама послуга може працювати над спеціалізованим приватним з'єднанням - часто підкріпленим а договір на рівні обслуговування - або через спільний, публічний носій, як Інтернет. Гібридні WAN використовувати комбінацію приватних та публічних мережевих послуг.

WAN, визначений програмним забезпеченням (SD-WAN) призначений для полегшення розгортання, роботи та управління гібридними архітектурами WAN. Використання комбінації віртуалізація, політики та мережа на рівні додатків перекриття, на місці Пристрої SD-WAN, програмні платформи або обладнання для приміщень для клієнтів (CPE) виконують дві функції:

1. Вони об'єднують кілька публічних та приватних WAN-посилань.
2. Вони автоматично вибирають найбільш оптимальний шлях для руху, виходячи з умов реального часу.

Переваги та недоліки WAN

Переваги WAN включають:

- Може охоплювати велику географічну територію;
- Централізована інфраструктура;
- Безпека;
- Збільшена пропускна здатність із застосуванням орендованих ліній на відміну від ширококутових з'єднань.

Недоліки WAN включають:

- Висока вартість налаштування;
- Можливість прогалин у безпеці;
- Потрібне антивірусне програмне забезпечення та брандмауери.

Мережеве обладнання

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		22

Мережевий комутатор підключає пристрої в мережі один до одного, дозволяючи їм спілкуватися, обмінюючись пакетами даних. Перемикачами можуть бути апаратні пристрої, які керують фізичними мережами або віртуальними пристроями на основі програмного забезпечення.

Вимикачі складають переважну більшість мережеві пристрої в сучасних мережах передачі даних. Вони забезпечують провідне з'єднання з настільними комп'ютерами, бездротовими точками доступу (APs), принтерами, промисловою технікою та деякими Інтернет речей пристрої, такі як системи введення карт. Вони підключають комп'ютери, на яких розміщуються віртуальні машини (VM) в центрах обробки даних, а також на фізичних серверах та значній частині інфраструктури зберігання даних. Перемикачі здійснюють величезну кількість трафіку в мережах провайдерів телекомунікацій.

Мережевий комутатор працює на рівні 2 взаємозв'язку відкритих систем (OSI) модель - шар зв'язку даних. У локальній мережі (локальна мережа) з використанням Ethernet, мережевий комутатор визначає, куди надсилати кожен вхідний кадр повідомлень, переглядаючи контроль доступу до медіа (MAC) адреса. Перемикачі підтримують таблиці, які відповідають кожній MAC-адресі порту, що отримує MAC-адресу.

Мережевий комутатор можна розгорнути такими способами:

- край або доступ перемикається. Ці комутатори керують трафіком або в'їжджаючи в мережу, або виходячи з неї. Такі пристрої, як комп'ютери та AP, підключаються до крайових комутаторів;
- агрегація або розподіл перемикаються. Ці комутатори розміщуються в межах додаткового середнього шару в мережевій топології. Edge перемикачі підключаються до них і надсилають трафік від комутатора до комутатора або надсилають його до основних комутаторів;
- основні вимикачі. Ці мережеві комутатори утворюють основу мережі. Основні комутатори підключають агрегацію або крайові комутатори,

користувачів або крайові мережі пристроїв до мереж центрів обробки даних та корпоративних локальних мереж до маршрутизаторів.

Якщо кадр переадресовано на MAC-адресу, невідому для інфраструктури комутації, він заливається на всі порти в комутаційному домені. Також затоплені рамки трансляції та багатоадресної передачі. Це відоме як затоплення BUM - трансляція, невідоме одноденне та багатоадресне затоплення. Ця можливість робить перемикач пристрою рівня 2 в моделі зв'язку OSI.

Типи мережевих комутаторів

Є кілька типи комутаторів у мережі:

- віртуальні вимикачі є лише програмними комутаторами, що вмикаються всередині хостингових середовищ VM;
- маршрутні вимикачі підключіть локальні мережі. Окрім того, що вони виконують комутацію рівня MAC на основі MAC, вони виконують функції маршрутизації на OSI Layer 3 (мережевий шар), спрямовуючи трафік на основі Інтернет-протокол (IP) адреса у кожному пакеті;
- керовані вимикачі нехай користувач регулює кожен порт на комутаторі. Це дозволяє контролювати та змінювати конфігурацію;
- некеровані комутатори дозволяють пристроям Ethernet автоматично передавати дані за допомогою автоперетворення, що визначає такі параметри, як швидкість передачі даних. Конфігурація виправлена і її неможливо редагувати;
- розумні вимикачі можна налаштувати для забезпечення більшого контролю над передачею даних, але вони мають більше обмежень порівняно з керованими комутаторами. Розумні вимикачі також відомі як частково керовані вимикачі.

Мережеві шари пристроїв

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Мережеві пристрої можна розділити шаром OSI, на якому вони працюють. Модель OSI концептуалізує мережі, що розділяють протоколи за шарами. Контроль зазвичай передається від одного шару до іншого. Деякі шари OSI такі:

- шар 1 - фізичний шар. Може передавати дані, але не може керувати трафіком, що проходить через нього. Прикладами є концентратори або кабелі Ethernet;
- шар 2 - рівень зв'язку даних. Використовує апаратні адреси для отримання та передачі даних. Мережевий комутатор - це приклад того, який тип пристрою знаходиться на рівні 2;
- шар 3 - мережевий шар. Виконує подібні функції з маршрутизатором і підтримує кілька видів фізичних мереж у різних портах. Приклади включають маршрутизатори та перемикачі рівня 3.

Інші шари включають шар 4 (транспортний шар), шар 5 (сесійний шар), шар 6 (презентаційний шар) та шар 7 (прикладний шар)

1.2 Обґрунтування необхідності побудови мереж доступу в Україні

Є багато причин, чому мережі доступу важливі в Україні. По-перше, мережі доступу забезпечують необхідний зв'язок для людей і підприємств в Україні. Без доступу до Інтернету багато людей не змогли б спілкуватися з близькими або вести бізнес.

По-друге, мережі доступу допомагають подолати цифровий розрив в Україні. Надаючи людям доступ до Інтернету, мережі доступу допомагають вирівняти умови гри та надають кожному можливість досягти успіху.

По-третє, мережі доступу можуть допомогти покращити економіку України. Надаючи людям доступ до Інтернету, підприємства можуть процвітати та створювати робочі місця. Нарешті, мережі доступу можуть допомогти покращити якість життя людей в Україні. Надаючи людям доступ до Інтернету, вони можуть мати доступ до інформації та ресурсів, які можуть покращити їх життя.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Також мережа доступу є першим і найважливішим кроком у наданні телекомунікаційних послуг кінцевим користувачам. Це сполучна ланка між клієнтом і постачальником послуг, а також основа, на якій будуються всі інші телекомунікаційні послуги. В Україні мережа доступу наразі розвинена недостатньо і не відповідає потребам телекомунікаційного ринку країни. Це пов'язано з низкою факторів, включаючи відсутність конкуренції на ринку доступу, брак інвестицій у сектор та високу вартість розгортання нової інфраструктури. Як наслідок, українська мережа доступу не здатна задовольнити зростаючий попит країни на телекомунікації. Це призвело до низки проблем, включаючи погане обслуговування клієнтів, високі ціни та відсутність конкуренції. Мережа доступу є важливою частиною телекомунікаційної інфраструктури, і її розвиток має важливе значення для розвитку телекомунікаційного сектора в Україні.

Висновок до першого розділу

Розглянуті особливості телекомунікаційних технологій, що застосовуються в мережах доступу, проведений огляд різних типів технологій та їх характеристик.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

РОЗДІЛ 2

ФОРМУВАННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ДО ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ

2.1 Особливості території для якої спроектована мережа доступу

За завданням необхідно запропонувати проектні рішення створення МД за наступних умов:

- населений пункт – селещи;
- всього населення – 25 тис. чол.;
- щільність населення (чол.) на кв. км – 1500;
- основний район обслуговування – спальний;
- відсоток обслуговування населення – 50%;
- модель структури мережі доступу – радіальна;
- кількість вузлів надання обслуговування (ВНО) – 6 шт.;

Загальна кількість людей, що обслуговується МД, становить 12500 чол.

Припустимо, що на території розташовано наступні будівлі:

- 1-поверхові – 20 шт. (приватний будинок);
- 2-поверхові – 10 шт. (по 2 під'їзди і по 4 кв. на кожному поверсі);
- 5-поверхові – 4 шт. (по 3 під'їзди і по 3 кв. на кожному поверсі);

Визначимо кількість квартир в будівлях:

- в 1 поверхових – 20 будинков ($S_1 = 40 \times 20 (m^2)$);
- в 2 поверхових – 640 кв. ($S_2 = 80 \times 30 (m^2)$);
- в 5 поверхових – 1280 кв. ($S_5 = 120 \times 40 (m^2)$);

Припустимо, що в кожній квартирі в середньому проживає по 3 людини.

На території також розміщені наступні будівлі:

- 1 магазинів ($S_{mag} = 30 \times 80 (m^2)$);

					КРБ.КІ.1.440-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- 1 Селищна рада ($S_{лік} = 50 \times 150 (м^2)$).
- 1 санаторий – 4 будівлі ($S_{лік} = 200 \times 150 (м^2)$).
- 1 школа – 4 будівлі ($S_{лік} = 200 \times 150 (м^2)$).

Також на території розміщено ліс та озеро.

Розрахунки параметрів вихідних даних

1. Згідно завдання основним районом обслуговування є ціле Селищ.

Загальна кількість населення – N

Кількість користувачів (мешканців) $N_{кмд} = N * q_{МД}$

$$25000 * 0,5 = 12500$$

2. Визначимо загальну площу території за формулою 2.1:

$$S_{мд} = N_{кмд} / \sigma_{нас}; (2.1)$$

$$12500 / 1500 = 8,33 (км^2)$$

Оберемо розміри території, що займає отриману площу. Приймаємо значення сторін території $A =$ км, $B =$ км

3. Припустимо що на території згідно зі статутом населеного пункту, користувачі проживатимуть в наступних типах будинків: двох поверхових житлових масивах, приватних одно та двоповерхових будинках.

4. Розрахуємо кількість сімей, тобто помешкань (квартир, будівель приватного сектору). Припустимо що в кожній будівлі в середньому проживає по 5 осіб.

$$\sum N_{буд.} = N_{кмд} / 5; (2.2)$$

$$12500 / 5 = 2500$$

5. Охарактеризуємо будівлі, що будуть використані для поселення користувачів на проєктованій МД:

- 2-х поверховий житловий масив – 2 під'їзди по 4 квартири на поверсі.
 $S_{2жм} = 20 \times 40 м^2$;
- 1-но поверхові приватні будинки. $S_{1-но пов. буд.} = 15 \times 10 м^2$.

6. Визначимо кількість будівель, відповідно до того скільки користувачів приєднаємо до мережі.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Кількість двоповерхових житлових масивів визначимо з урахуванням квартир на поверсі та кількості поверхів за формулою:

$$64 \cdot 10 = 640$$

Для графічного зображення нашої мережі нам знадобиться 10 двоповерхових житлових будинків. Число точок підключення 640.

Кількість одноповерхових будинків визначимо за формулою:

$$20 \cdot 1 = 20$$

Для графічного зображення нашої мережі нам знадобиться 20 одноповерхових будинків.

Таким чином, загальна кількість помешкань остаточно дорівнює 100

Кількість п'ятиповерхових будинків визначимо за формулою:

$$320 \cdot 4 = 1280$$

Для графічного зображення нашої мережі нам знадобиться 4 двоповерхових будинків.

7. Припустимо, що на території також розміщені об'єкти загального користування:

- Озеро (оз.=3000×4000 м2);
- Магазин – 1 шт. (маг.=40×30 м2), в магазинах працює по 5 осіб в кожному. Я зробив такий розподіл тому, що на сільській території магазини не великі і директора, двох продавців та 2 прибиральниці вистачить. НТП= 2
- Санаторий – 1 шт. (лік.=200×150 м2), так як територія лікарні є достатньо великою, враховуючи всіх фахівців медичної справи, технічний персонал та медсестер я визначив що в кожному корпусі лікарні працює 120 людей. НТП= 3
- Школа (шк...=200×400 м2), разом з учнями, викладачами, медпунктом та іншими частинами вона налічує 400 чоловік.
- НТП = 3

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- Сільська рада (сіл.рад.=320×200 м2), разом з головою, заступниками та допоміжним персоналом в раді працюють 60 людей.

НТП = 2

В даному пункті ми розглянули установи а також кількість робітників в них. Ці цифри показують всіх працюючих, тобто з урахуванням що кафе, магазини, міліція можуть працювати в дві зміни, то працюючі в них особи діляться в половину на одну зміну.

2.2Визначення секторів мережі доступу

Сектор – це частина території якій надається певна кількість однакових інфотелекомунікаційних послуг. Таким чином, сектор – це територія, на якій розміщені користувачі однієї групи, які потребують однаковий прелік ІКП.

Кількість секторів дорівнює кількості груп користувачів, що сформовані (групи А, В, С, Х), тобто 4.

При використанні однорівневої структури підключення користувачів до вузлів надання послуг, в кожному секторі встановлюється один вузол доступу.

Зобразимо місця розташування секторів на карті.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

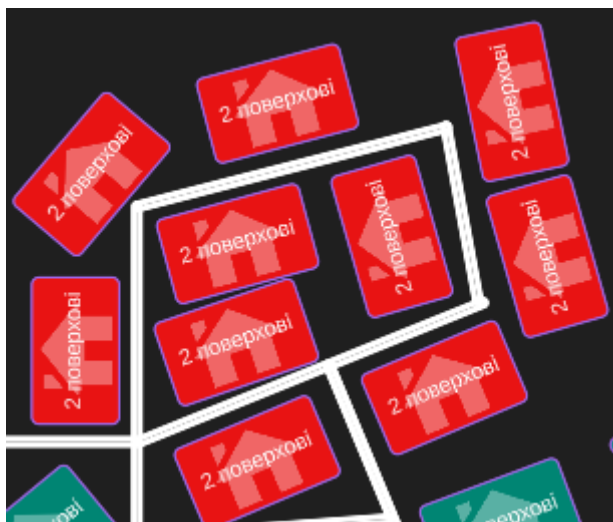


Рисунок 2.3 – Сектор групи квартирних користувачів В категорії

На рисунку 2.4 наведений сектор третьої групи «Квартирні користувачі С категорії».

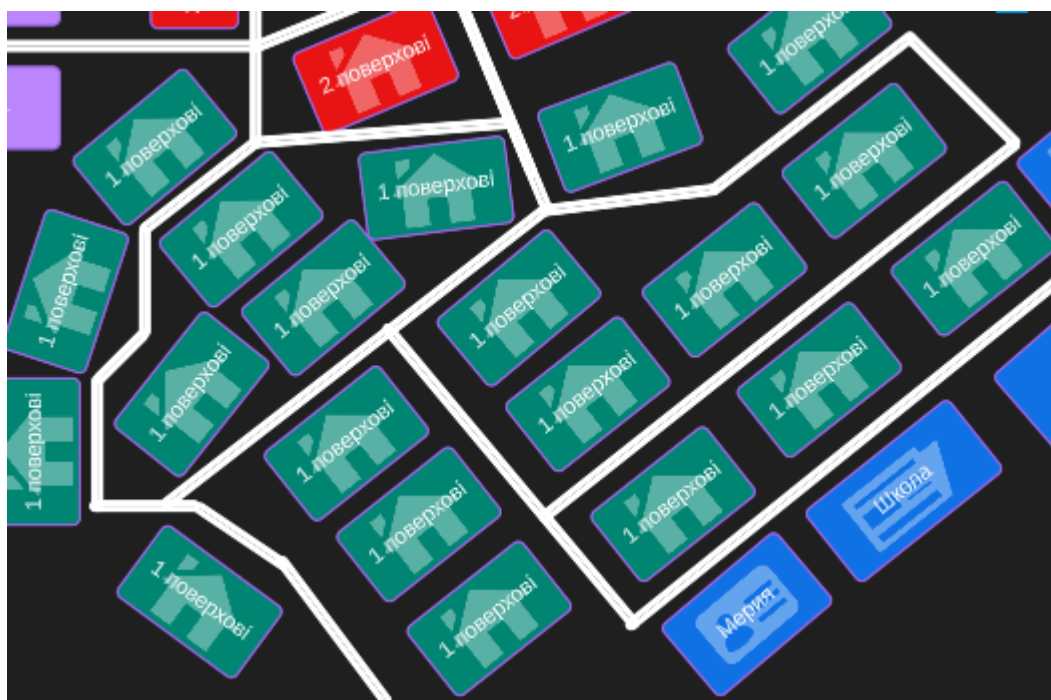


Рисунок 2.4 – Сектор групи квартирних користувачів С категорії

На рисунку 2.5 наведений сектор четвертої групи «Послуг та адміністративні заклади».

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

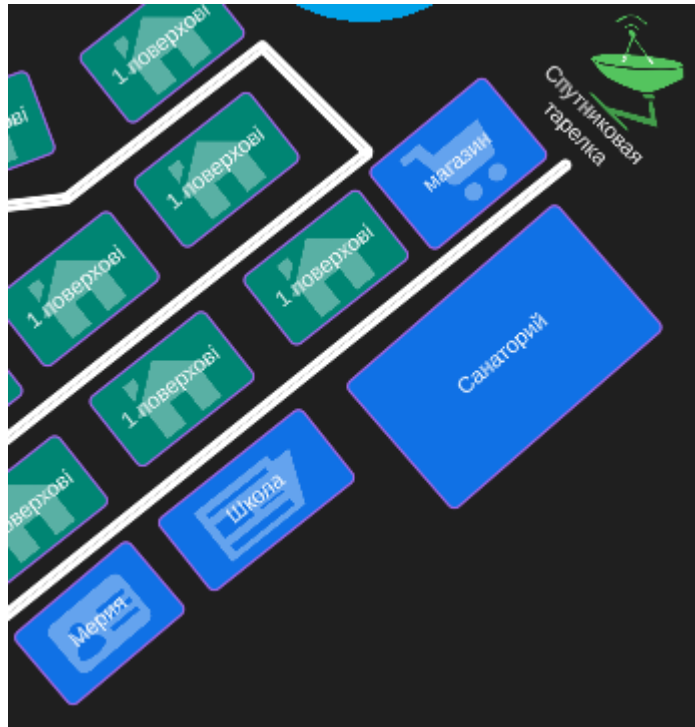


Рисунок 2.5 – Сектор групи Послуг та адміністративні заклади

Висновок до другого розділу

Проведений аналіз для формування вхідних даних для проектування мереж доступу.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ДО ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ

3.1 Обладнення

Вибір випав на супутник який буде знаходитися на висоті від 2000 до 35 000 км над поверхнею Землі що нам забезпечить не погану передачі даних. Супутники O3b Networks є спеціально розробленими КА з низькою орбітою розміщеними на висоті близько 8000 км від земної поверхні. Орбітальна конфігурація складається з 20 супутників, які розташовані на 4 різних орбітах з висотою орбіти 8063 км. Кожен супутник важить близько 700 кг та обладнаний передавачами та приймачами для передачі сигналів землі та назад. Швидкість передачі даних на супутники O3b Networks становить до 1,6 Гбіт / с. Для прийому сигналу від МЕО-супутників зазвичай використовують антени з діаметром більше 2 метрів, але менше, ніж для GEO-супутників. Використаємо антену v150NX Ka від компанії Intellian - це відомий виробник антен для прийому супутникового зв'язку, включаючи антени для прийому сигналу від МЕО-супутників. Компанія пропонує параболічні антени з різними діаметрами від 60 см до 1,5 м, які забезпечують високу якість і стабільність сигналу, незалежно від місця розташування користувача.



Рисунок 3.1 – Вигляд антени

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.1- Інформація про антену v150NX Ka

Вимір радіома	190x197 см (74,8 ” x77,6 ”)
Діаметр відбивача	150см (59,0 ”)
Вага антени	260 кг або 573 фунтів
Частота TX	27,5 ~ 30,0 ГГц Ka-діапазон
Частота RX	17,7 ~ 20,2 ГГц Ka-діапазон
посилення передачі	50,3 дБі @ 29,0 ГГц
RX посилення	47,0 дБі @ 19,0 ГГц
Г / Т	23,5 дБ / К

Далі для підключення супутникового модема під антену v150NX Ka вам знадобиться кабель з роз'ємом N-type на одному кінці, який приєднується до антени, та залежно від вашого модема, кабель з відповідним роз'ємом на іншому кінці, який приєднується до модему. Перед підключенням будь-якого обладнання завжди переконайтеся в його сумісності з іншими компонентами системи та дотримуйтеся вказівок виробника щодо налаштування та підключення.

3.2 Розрахунок довжини ліній доступу локального сегменту.

Вибір методу розрахунку середньої довжини лінії доступу локального сегменту залежить від розмірів сектора, де буде організована дана лінія доступу, заданої структури мережі доступу та варіанту підключення користувачів до ВНО.

Згідно з завданням на КП та прийнятими рішеннями у процесі проектування визначимо вихідні дані для розрахунку довжини лінії доступу..

Структура мережі доступу локального сегменту прямокутна (ортогональна), спосіб підключення до ВНО: усі точки доступу підключаються до ВНО тільки через один вузол доступу, тобто мережа доступу має однорівневу структуру.

Таким чином, при таких вхідних даних формула розрахунку буде наступною:

$$l_{\text{ЛД ЛС}} = \frac{a+b}{4} \quad (3.1)$$

де a, b – розміри сегменту, що розглядається. Так як територія мережі доступу поділена на сектори, то розрахунок довжини лінії доступу потрібно проводити для кожного сектору окремо.

Сумарна довжина усіх ліній доступу у секторі розраховується за наступною формулою:

$$\sum l_{\text{ЛД ЛС}} = N_{\text{ТД}} * l_{\text{ЛД ЛС}} \quad (3.2)$$

Проведу розрахунок середньої довжини ЛД для кожного сектору:

Сектор А: $a=480$ м, $b=160$ м;

Сектор В: $a=800$ м, $b=300$ м;

Сектор С: $a=800$ м, $b=400$ м;

Сектор Х: $a=480$ м, $b=530$ м;

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору А:

$$l_{\text{ЛДЛСС}} = \frac{480+160}{4} = 160 \text{ м}$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору В:

$$l_{\text{ЛДЛСВ}} = \frac{800+300}{4} = 275 \text{ м}$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору С:

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$l_{\text{ЛДЛСА}} = \frac{800+400}{4} = 300 \text{ м}$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору X:

$$l_{\text{ЛДЛСХ}} = \frac{480+530}{4} = 252 \text{ м}$$

Висновок: Так як отримані значення середньої довжини лінії доступу локального сегменту менше 1 км, то прийнятий спосіб підключення користувачів до ВНП по однорівневій структурі є вірним.

Метод розрахунку середньої довжини ЛД радіальної структури

Для розрахунку середньої довжини ліній доступу обрати фрагмент території радіальної структури, що знаходиться в межах певного ВД, який надає обслуговування одній групі користувачів ІКП, що характеризується радіальною прокладкою ЛД та частіше трапецієвидною формою сегменту, для якої будується МД, за умовами, що при створенні МД всі користувачі підключаються до ВНП не безпосередньо, а через ВД.

Для розрахунків використовується формула:

$$l = \frac{\int_0^R 2\pi\eta r^2 \alpha_k dr}{\pi\eta R^2} \quad (3.3)$$

де η – поверхнева щільність розподілення користувачів;

r – відстань від ВД до користувача МД;

R – радіус території, що розглядається;

α_k – коефіцієнти кривизни прокладки ЛД, значення якого змінюється в діапазоні від 1 до 1,2.

При визначенні середньої довжини ЛД сегмента, враховуються місця розташування усіх користувачів мережі, що розташовані на території обслуговування, при цьому значення r змінюється в межах від 0 до R .

В результаті перетворень вираз приймає вигляд:

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$l = \frac{2R\alpha_k}{3} \quad (3.4)$$

3.3 Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу

Пропускна спроможність вузла доступу залежить від кількості точок підключення, та пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту у секторі і визначаються за формулою :

$$\omega_{\text{ВД}} = \omega_{\text{ЛД ЛС}} * N_{\text{ТП ВД Р}} \quad (3.5)$$

де $\omega_{\text{ЛД ЛС}}$ – пропускна спроможність лінії доступу локального сегменту (розраховано у пункті 3.2);

$N_{\text{ТП ВД Р}}$ – розрахункове значення кількості точок підключення до конкретного вузла доступу

$$N_{\text{ТП ВД Р}} = (N_1 + N_2) * \gamma \quad (3.6)$$

N_1 – кількість точок підключення термінального обладнання користувачів всіх категорій, включених в цей ВД;

N_2 – кількість пунктів колективного доступу організованих у даному секторі;
 γ - коефіцієнт який враховує експлуатаційний запас на сегменті локального доступу (збільшення на 15%).

$$N_2 = (0,03 - 0,05) * N_1$$

Проведемо розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для кожного сектору:

Для сектора “А”

$$N_1 = 4992$$

$$N_2 = 0,03 * 4992 = 150$$

$$N_{\text{ТП ВД Р}} = (4992 + 150) * 1,15 = 5914$$

$$\omega_{\text{ЛД ЛС}} = 5636,9 \text{ Кбіт/с, згідно розділу 3.2}$$

Проводимо підстановку отриманих значень у формулу 3.2.

$$\omega_{\text{вд}} = 5636,9 * 5914 = \text{(Кбіт/с)} = \text{(Гбіт/с)}$$

Аналогічно розрахунок виконується для кожного сектора.

Розрахунок кількості точок підключення з врахуванням резерву іншим способом:

$$N_{\text{тп вд р}} = (4992 + 150) + (4992 + 150) * 0,15 = 5914$$

Висновок до третього розділу

Використання супутників O3b Networks, які знаходяться на низькій орбіті приблизно 8000 км від земної поверхні, разом з антеною v150NX Ka від компанії Intellian, що має параболічну форму з діаметром від 60 см до 1,5 метра, дозволить забезпечити надійну та стабільну передачу даних зі швидкістю до 1,6 Гбіт/с. Така комбінація супутникового зв'язку та антени дозволить отримувати якісний сигнал незалежно від місця розташування користувача та забезпечить ефективну передачу даних.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОСТУПУ

4.1 Дослідження мережи передачі даних побудованих за супутникової технології

Супутниковий інтернет — сучасна технологія підключення до мережі, яка передбачає використання геостаціонарних супутників. Саме вона дозволяє отримати доступ до всесвітньої мережі із найвіддаленіших куточків планети та забезпечити стабільне з'єднання там, куди не можна прокласти оптоволокну.

Технологія супутникового інтернету стрімко розвивається та є дуже перспективною. Адже саме вона допомагає забезпечити стабільним з'єднанням віддалені куточки планети та гарантувати доступ до всесвітньої мережі. Вже зараз десятки тисяч користувачів по всьому світу використовують супутниковий інтернет вдома, офісах та громадських закладах. Широке застосування супутникового інтернету в Україні можливе, хоча на даний час тарифи залишаються непропорційно високими.

Переваги супутникового інтернету

- покриття без обмежень. Супутниковий інтернет — оптимальний вибір для користувачів, які живуть у сільській місцевості, далеко від великих міст, офісів телефонних компаній та інтернет-провайдерів. Ця технологія дозволяє забезпечити стабільним зв'язком найбільш віддалені куточки планети;
- телефонні кабелі та лінії не потрібні. Для підключення використовується супутникова антена;
- незначні відключення мережі у порівнянні з іншими технологіями інтернету.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розрахунок ключових параметрів проектування супутникових систем зв'язку.

Існують два основних класи супутникових систем зв'язку в залежності від типу орбіти, на якій знаходиться супутник: системи на геостаціонарній орбіті (GEO) з висотою 36 000 км і 3 спутниками в GEO-групі, які покривають по 34% земної поверхні, з затримкою 600 мс для глобального зв'язку; та негеостаціонарні системи, які поділяються на середньовисотні MEO з висотою 5000-15000 км і 8-12 космічними апаратами, які покривають 25-28% земної поверхні і з затримкою від 250 до 400 мс, а також на низькоорбітальні LEO з висотою від 300 до 2000 км і 48-66 космічними апаратами, які покривають 3-7% земної поверхні і з затримкою від 170 до 300 мс для глобального зв'язку.

Маємо наступні вимоги до системи зв'язку на супутнику:

- Потрібна швидкість передачі даних 5 Мбіт/с;
- Середня ймовірність помилки на біт повинна бути менше 10^{-6} ;
- Орбіта супутника повинна бути круговою на висоті 300 км;
- Діаграма напрямленості передавальної антени повинна забезпечувати рівномірну щільність потоку потужності сигналу в кожній точці зони радіовидимості;
- Потрібен діапазон частот 7-8 ГГц (вибір за РС);
- Довжина фідерного тракту на борту повинна бути 1,5 м, а на землі - 4,5 м;
- Робочі кути місця системи повинні бути більше 10° ;
- Еквівалентна шумова температура приймального тракту повинна бути визначена самостійно.

Вибір типу модуляції

Значення параметра h^2 залежить від відстані між сигналами або кодовими комбінаціями ансамблю, надмірності та основи коду, як це відомо. Підвищення

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

надмірності та основи коду покращує значення h^2 , але супроводжується збільшенням смуги частот, яку займають сигнали.

У разі системи з обмеженою потужністю, де є достатня смуга пропускання, але обмежена потужність (наприклад, у космічному зв'язку), можливі такі компроміси: 1) зменшення P_B за рахунок смуги пропускання при фіксованому E_b/N_0 ; 2) зниження E_b/N_0 за рахунок смуги пропускання при фіксованій P_B .

Оскільки проектна швидкість невисока (5 Мб/с), а необхідне значення відношення сигнал/шум досягається за відносно малої потужності передавача, було проведено порівняння двох типів модуляції: квадратурно-амплітудного та квадратурно-фазового. Вибір був зроблений на користь квадратурно-фазової модуляції, оскільки вона вимагає менших показників відношення сигнал/шум за однакових ймовірностей помилки. Частотна модуляція не розглядалася, оскільки вона потребує більшої смуги частот.

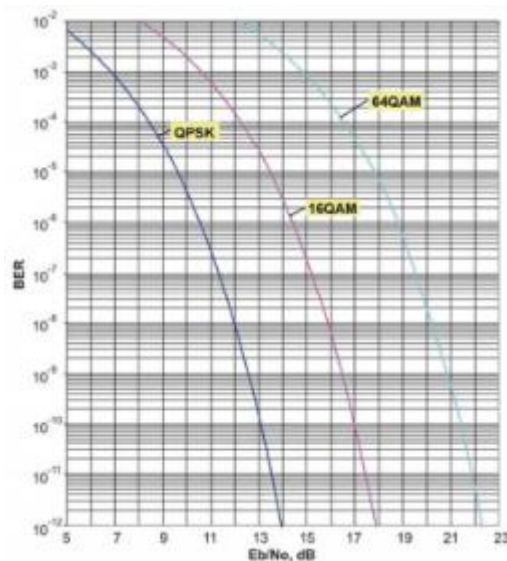


Рисунок 4.1 – Показано порівняння модуляції квадратурно-амплітудної та квадратурно-фазової

На основі подальшого порівняння видів квадратурно-фазової модуляції було встановлено, що найбільш оптимальним є диференціальна квадратурна фазова модуляція з кроком $\pi/4$ ($\pi/4$ -DQPSK), оскільки вона займає мінімальну ширину смуги ($T_{кс} = 2T_c$), що дорівнює 5 МГц, і вимагає мінімальних показників

відношення сигнал/шум. Враховуючи це, можна зробити висновок, що необхідне значення відношення сигнал/шум для передачі інформації з заданою якістю становить 11 дБ.

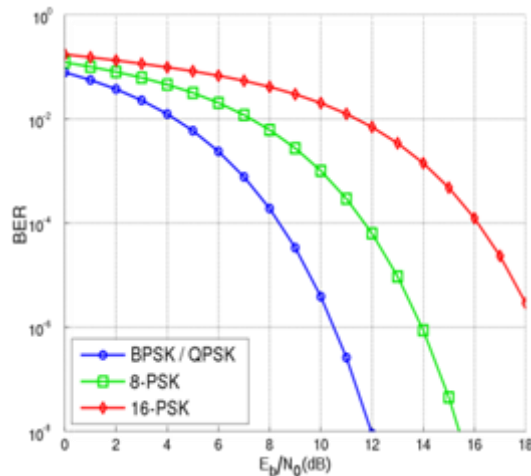


Рисунок 4.2 – Порівняння різних видів квадратурно-фазової модуляції

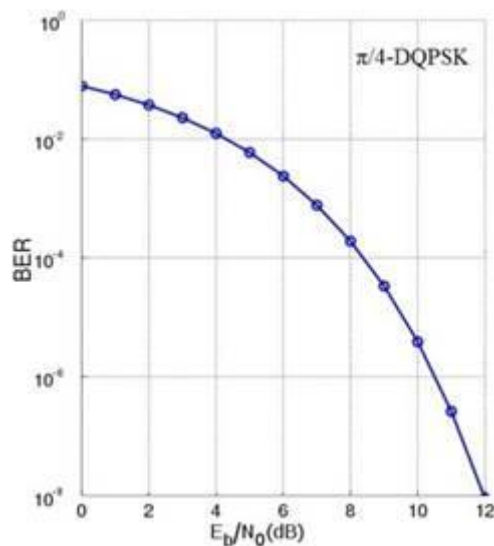


Рисунок 4.3 – Модуляція диференціальною квадратурною фазою (DQPSK)

Визначення необхідної смуги частот

Необхідна ширина полоси частот (НШП) - це ширина полоси частот, яка є достатньою для передачі повідомлень з необхідною швидкістю та якістю за певних умов для даного класу випромінювання.

Полоса частот по Найквісту, необхідна для передачі сигналу без міжсимвольної інтерференції, дорівнює:

де T - тривалість каналного імпульсу ($T_{кс}$)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Оскільки в нашому випадку для модуляції р/4-DQPSK $T_{кс} = 2T_c$, то необхідна ширина полоси частот дорівнює 5 МГц. Модуляція радіосистема кодування наземна.

Кодування

Оскільки проект передачі не вимагає великої швидкості та обраний вид модуляції забезпечує потрібну якість передачі інформації, то було вирішено відмовитися від кодування, оскільки це призведе до ускладнення та подорожчання проекту при його використанні.

Вибір конкретної смуги частот

Відповідно до Регламенту Зв'язку оберемо діапазон частот, у якому буде працювати розроблена система. Згідно з завданням, цей діапазон повинен бути в межах 7-8 ГГц. Оберемо діапазон, в який входить розрахована НШП, рівний 7,25-7,30 ГГц. Цей діапазон призначений для фіксованого, фіксованого супутникового (космос - Земля) та рухомого зв'язку.

Відповідно до Регламенту Зв'язку, це випромінювання матиме позначення: 5M00G1DDN.

Це означає: перші 4 символи відповідають НШП, тобто 5,0 МГц.

П'ятий символ - тип модуляції. G - фазова модуляція.

Шостий символ - характер сигналу, який модулює основну несучу, 1 - Один канал, що містить квантовану або цифрову інформацію без використання модулюючої піднесної.

Сьомий символ - тип передаваної інформації, D - передача даних, телеметрія, телеуправління

Восьмий символ - детальна інформація про сигнал, D - чотирипозиційний код, в якому кожна позиція представляє елемент сигналу (з одного або кількох бітів).

Дев'ятий символ - характер стиснення, N - без стиснення.

Згасання в антенно-фідерних пристроях (АФУ) можна розрахувати за такою формулою:

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$L = a * l \quad (4.1)$$

де L - загасання в децибелах (дБ), a - коефіцієнт загасання в дБ/м, l - довжина лінії фідера в метрах.

Для земної приймальної антени довжина фідерної лінії становить $l_3=4,5$ м, тому загасання в АФУ для цієї антени буде:

$$L_3 = 0,073 * 4,5 = 0,3285 \text{ дБ} \quad (4.2)$$

Для бортової антени, що передає, довжина фідерної лінії становить $l_6=1,5$ м, тому загасання в АФУ для цієї антени буде:

$$L_6 = 0,073 * 1,5 = 0,1095 \text{ дБ} \quad (4.3)$$

Таким чином, загасання в АФУ для земної приймальної антени становить 0,3285 дБ, а для бортової антени - 0,1095 дБ.

Розрахунок втрат в атмосфері при мінімальному куті місця

$$L_{\text{АФТ}} = 0,3285 + 0,1095 = 0,438 \text{ дБ} \quad (4.4)$$

У діапазоні частот, виділених для супутникових систем зв'язку, атмосфера впливає у вигляді послаблення (поглинання) радіохвиль в тропосфері та йоносфері, викривлення траєкторії променя через рефракцію, зміну форми та обертання площини поляризації радіохвиль і появу перешкод, зумовлених тепловим випромінюванням та шумами поглинання.

Встановлено, що в діапазонах частот вище 500 МГц основне поглинання здійснюється тропосферою, а саме газами тропосфери: киснем, водяними пари, а також дощем та іншими гідрометеорами.

Поглинання в спокійній (невзбудженій) атмосфері без гідрометеорів визначається величиною L_a . Це поглинання представляє собою, якби постійну складову втрат, які мають місце впродовж 100% часу. Для різних діапазонів частот та мінімальних кутів нахилу значення цього параметра буде різним.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

методики можна визначити затухання радіохвиль в дощі, яке не перевищує визначеного проценту часу року або найдещо місяця.

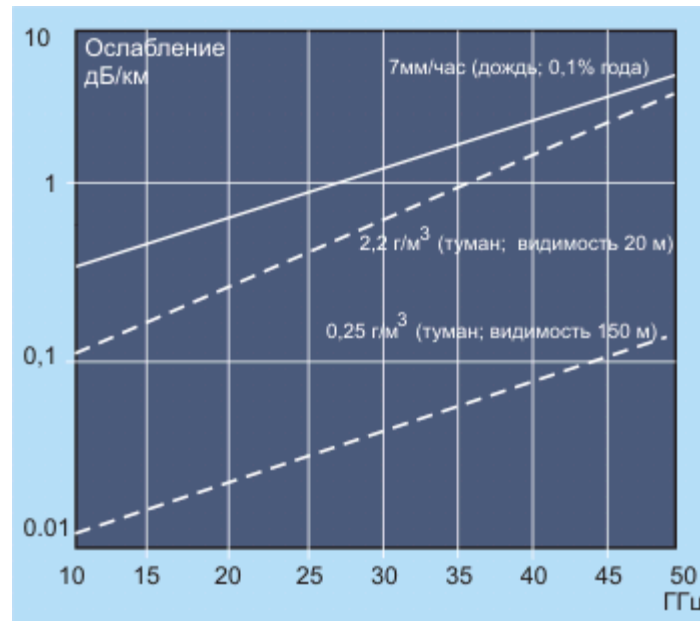


Рисунок 4.6 – Залежність поглинання радіохвиль в тумані та дощі від частоти
 З графіка залежності затухання в дощі L_d від частоти при ймовірності $T_d=0,1\%$, визначимо значення L_d для діапазону 7ГГц. L_d складає 0,4дБ.

Потері через неточність наведення антени L_n також мають випадковий характер. Ці втрати визначаються кутовими відхиленнями осі головного пелюстка діаграми напрямленості від істинного напрямку на ШЗ, а також шириною і формою цього пелюстка.

Припустимо, що похибка напрямлення діаграми напрямленості не перевищує ширини її діаграми напрямленості за рівнем половинної потужності, отже, втрати не перевищують 3дБ, тобто $L_n = 3$ дБ.

Додаткові втрати в атмосфері, обумовлені впливом розглянутих вище факторів, визначимо як:

$$L_{\text{доп}} = L_a + L_d + L_n, \text{ дБ}, \quad (4.5)$$

Отже, ми отримаємо величину додаткових втрат, що дорівнює:

$$L_{\text{доп}} = 3 + 0,4 + 3 = 6,4 \text{ дБ}.$$

Розрахунок сумарних втрат у тракці передачі

Загальні втрати в усьому тракті передачі інформації виключають втрати, пов'язані зі вільним поширенням радіохвиль у вакуумі, і включають в себе втрати в АФТ та додаткові втрати в атмосфері:

$$\eta_{\Sigma} = L_{\text{доп}} + L_{\text{афт}}, \text{ дБ} \quad (4.6)$$

Обчислені за цією формулою загальні втрати будуть дорівнювати:

$$\eta_{\Sigma} = 6,4 + 0,438 = 6,838, \text{ дБ}$$

Округлимо отримане значення до 7 дБ і переведемо дБ у рази, враховуючи, що ці втрати є від'ємними:

Розрахунок потужності шумів на вході приймальної системи

$$\eta_{\Sigma} = 10^{-0,1 \cdot 7} = 0,199$$

У діапазонах частот, де працюють супутникові системи, шуми, що створюються різними джерелами, мають адитивний характер. Тому загальна потужність може бути виражена досить повно формулою:

У цьому реченні наведені величини, що визначають мощність шуму на вході приймальної системи. Постійна Больцмана позначена як "k" і дорівнює $1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, T - це еквівалентна шумова температура, яка складається з внутрішнього та зовнішнього шуму, а Df - це еквівалентна шумова полоса приймача. Згідно з вказаними даними, Df = 5.0 МГц, а повна еквівалентна шумова температура приймальної системи, що складається з антени, хвильового тракту та самого приймача, перерахована до входу МШУ і дорівнює 273 К. Відповідно до цих даних, ми можемо розрахувати потужність шуму на вході приймальної системи, що складає $3.76 \cdot 10^{-15}$ Дж.

Розрахунок коефіцієнта посилення антени, дальності зв'язку:

Коефіцієнтом підсилення антени називається відношення квадрата напруженості електричного поля, створеного в даному напрямку, до квадрата напруженості поля, створеного уявним абсолютно ненаправленим випромінювачем.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Коефіцієнт підсилення передавальної антени показує, в скільки разів квадрат напрямленості поля, створеного антеною в даній точці прийому, перевищує квадрат напруженості поля, створеного в тій же точці еталонною антеною з ККД=1.

У нашій системі необхідно використовувати таке бортове передавальне антенне пристрій, яке забезпечить рівну щільність потоку потужності в будь-якій точці підсупутникової зони зв'язку в межах радіовидимості. Для розрахунку максимальної дальності зв'язку скористаємося формулою:

$$R_{CB} = \sqrt{R^2 \sin^2 a + 2 * R * H^2} - R * \sin a \quad (4.7)$$

За даними: R=6371 км (радіус Землі), H=300 км (висота кругової орбіти), б=10 градусів (мінімальний робочий кут місця). R_{CB}=2537 км.

Оскільки щільність потоку потужності на поверхні Землі визначається виразом:

$$\Phi = \frac{PG\eta}{4\pi R^2} \quad (4.8)$$

Коефіцієнт підсилення антени повинен бути пропорційним квадрату відстані до будь-якої підсупутникової точки. Така діаграма напрямку називається воронкою.

Запишемо відомий вираз коефіцієнта напрямленого дії антени:

$$D = \frac{4\pi}{\int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{Q=0}^{\pi} F^2(\varphi, Q) \sin Q \varphi dQ}$$

Q - Величина відхилення осі від зеніту; ц - азимут.

$$a(\theta) = \arccos\left(\frac{6371 + 300}{6371} * \sin(\theta)\right) = \arccos\left(\frac{6671 \sin(\theta)}{6371}\right)$$

$$\theta_{max} = \arcsin\left(\frac{6371 * \cos(a_{min})}{6371 + 300}\right) \theta_{max} * \frac{180}{\pi} = 66,295$$

$$D = \frac{1}{\int_0^{\theta_{max}} \left[\frac{\sqrt{(6371 * \sin(a(\theta p)))^2 + 26371 * 300 + 300^2} - 6371 * \sin(a(\theta p))}{\sqrt{(6371 * \sin(a_{min}))^2 + 26371 * 300 + 300^2} - 6371 * \sin(a_{min})} \right]^2 d\theta}$$

Відповідь: 0,5

При цьому діаграма напрямленості описується виразом:

DDD

$$= \frac{1}{\int_0^{\theta_{max}} \left[\frac{\sqrt{(6371 * \sin(a(\theta p)))^2 + 26371 * 300 + 300^2 - 6371 * \sin(a(\theta p))}}{\sqrt{(6371 * \sin(a_{min}))^2 + 26371 * 300 + 300^2 - 6371 * \sin(a_{min}))}} \right]^2 d\theta}$$

Відповідь: 2,5

Помноживши D і DDD , ми отримали вираз для коефіцієнта підсилення антени в залежності від кута $G = 0,5 * 2,5$. Отже, ми отримали $G = 1,25$.

Для подальших розрахунків нам знадобиться значення ефективної площі приймальної антени, тобто площі, яка максимально використовується при прийомі антенного потоку потужності.

$$S_{ef} = \frac{\pi^2 0,4^2_{прм}}{4} 0,5$$

$d_{прм}$ - діаметр приймальної антени, v - коефіцієнт використання поверхні антени.

Коефіцієнт використання поверхні антени дорівнює 0,4, діаметр приймальної антени візьмемо 0,5 м, тоді: $S_{ef} = 0,246$.

Розрахунок відносин сигнал/шум:

Для вирішення задачі оптимізації супутникових систем ми використовували основне рівняння радіозв'язку для одного відрізка передачі, де P - потужність передавального пристрою, G - коефіцієнт підсилення передавальної антени, R - максимальна дальність зв'язку. Ми вже обчислили всі величини, які входять до цього виразу в попередніх пунктах курсової роботи. Ми приймаємо потужність передавального пристрою рівною 20 Вт. Використовуючи розраховані значення, ми отримали значення співвідношення сигнал/шум:

$$h_2 = 38,515$$

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Переведемо в дБ:

$$h_2 = 15,856 \text{ дБ.}$$

Значення цього співвідношення сигнал/шум відповідає теоретичній умові (11 дБ), за якої передача інформації з заданим рівнем якості здійснюється успішно. Тому система з такими параметрами буде життєздатною.

Висновок:

Під час виконання цього проекту було проведено розрахунок основних параметрів проекту системи передачі, вибрано оптимальний метод модуляції. Було вирішено рівняння зв'язку з урахуванням можливих втрат. Також була проведена оптимізація розглянутої системи.

4.2 Дослідження ефективності доступу до терміналу супутника променевого хопінгу в сценарії IoT

В останні роки супутники з низькою орбітою стали важливим напрямком розвитку супутникових систем IoT. Кількість терміналів велика, і зіткнення даних часто трапляються в сценарії супутникового IoT з низьким орбітою. Сузір'я супутникового Інтернету стосується нещодавно розробленого супутникового сузір'я гігантського зв'язку, яке може надавати послуги передачі даних та реалізовувати функції передачі Інтернету.

Наприклад, у Китаї наземні мережі зв'язку охоплюють лише приблизно 20% його сухопутної площі. Низько орбітний супутниковий Інтернет речей (IoT) може використовуватися як доповнення та розширення наземного IoT та ефективно долати проблему недостатньої потужності покриття наземного IoT в океани, гори, пустелі та інші райони у випадках безперебійного глобального покриття. У разі стихійних лих та надзвичайних ситуацій на місцях супутник IoT все ще може працювати нормально, а також легко забезпечити безперебійне підключення до мережі до масштабних рухомих цілей (літаків, кораблі тощо). IoT супутників з

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

низькою орбітою є основним національним попитом і має широкий спектр перспектив застосування у сфері національної економіки та національної оборони . Тому IoT супутників з низькою орбітою приділяв велику увагу у всьому світі, а також є гарячою точкою в сучасних дослідженнях.

В даний час часто використовувані механізми передачі наземного IoT включають NB-IoT і LoRa. Однак обидва вони розроблені для наземних стільникових систем, а характеристики передачі даних відрізняються від характеристик супутникових сценаріїв IoT. Слід зазначити, що використання супутників з низькою орбітою для впровадження IoT сильно відрізняється від звичайного наземного IoT. Перш за все, покриття одного супутника досягає порядку тисяч кілометрів, що значно перевищує кілометр порядку покриття наземних базових станцій. У той же час, хоча кількість терміналів, що обслуговуються одним супутником, величезна, щільність з'єднання, що підтримується на одиницю площі, значно нижча, ніж у наземних базових станцій, що в основному підходить для сценаріїв застосування з низькою щільністю з'єднання в широких районах. З іншого боку, оскільки супутники з низькою орбітою знаходяться у швидкісному стані руху, швидке переміщення супутникових променів принесе велику доплерівську зміну, і зв'язок підключення до мережі між терміналом і кількістю терміналів обслуговування також буде швидко та динамічно змінюватися. Відстань зв'язку між супутниковими терміналами IoT також набагато вище, ніж між традиційними наземними терміналами IoT, а поліпшення втрат і затримок розповсюдження не сприяє розробці термінальних протоколів низького енергоспоживання та зв'язку. Нарешті, частота, енергоресурси та потужність обробки супутників обмежені такими факторами, як розмір, вага та енергопостачання, що унеможливорює встановлення широкоформатних антен та підтримку складних місій на борту обробки. а поліпшення втрат і затримок розповсюдження не сприяє розробці термінальних протоколів низького енергоспоживання та зв'язку. Нарешті, частота, енергоресурси та потужність

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

обробки супутників обмежені такими факторами, як розмір, вага та енергопостачання, що унеможлиблює встановлення широкоформатних антен та підтримку складних місій на борту обробки. а поліпшення втрат і затримок розповсюдження не сприяє розробці термінальних протоколів низького енергоспоживання та зв'язку. Нарешті, частота, енергоресурси та потужність обробки супутників обмежені такими факторами, як розмір, вага та енергопостачання, що унеможлиблює встановлення широкоформатних антен та підтримку складних місій на борту обробки.

В даний час існує десятки систем супутникового зв'язку з низьким орбітою, які будуються, будуються або плануються будувати по всьому світу, більшість з яких може надавати послуги IoT. Візьмемо, наприклад, систему Orbcomm, яка спеціально розроблена для двосторонньої передачі коротких даних. Він надає функції, включаючи віддалений збір даних, системний моніторинг, відстеження та позиціонування транспортних засобів, суден та мобільних споруд, передачу коротких повідомлень, надсилання та отримання електронних листів тощо. Ще одна відома супутникова система IoT - це система OneWeb, яка наразі має 110 супутників на орбіті. Система планує розгорнути загалом 48 000 супутників, початковий етап планується запуснути 648, на орбітальній висоті приблизно 1200 км. OneWeb може надавати такі послуги, як моніторинг нафтогазових трубопроводів та Інтернет транспортних засобів. В даний час найвідомішою в світі супутниковою системою IoT з низькою орбітою є система "Starlink"; оскільки Елон Маск запропонував план будівництва системи у 2015 році, було запущено 3399 супутників, 3168 з яких знаходяться на орбіті (2700, знаходяться в експлуатації). Starlink планує в майбутньому розгорнути 42 000 супутників з низькою орбітою, а існуючі супутники на орбіті вже можуть надавати світовим користувачам супутникові Інтернет-послуги з низькою затримкою, які можна розділити на чотири категорії: домашня, комерційна, RV та морська.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

Що стосується архітектури супутникового IoT з низькою орбітою, п'ятишарова архітектура просторової інформаційної мережі, яка інтегрує геостаціонарну орбіту (GEO), середня орбіта Землі (MEO), орбіта низької Землі (LEO), Станція платформи високої висоти (HAPS) і наземна мережа є основною ідеєю дизайну. Завдяки результатам досліджень наземної мережі 5G та передових технологій, створення супутникової / HAPS / наземної інтегрованої структури інформаційної мережі може надати глобальним користувачам широкосмуговий доступ, мобільний зв'язок, навігацію та послуги позиціонування. Деякі дослідники відокремлюють інформацію про бізнес та контроль на основі архітектури протоколів визначених програмним забезпеченням мереж та знайдіть частотні ресурси за допомогою зондування спектру та інших технологій, щоб покращити якість обслуговування мережі.Що стосується доступу до терміналу, система супутникового IoT з низькою орбітою включає різноманітні термінали з різноманітними послугами, і велика кількість терміналів використовує метод випадкового надсилання даних, що призводить до конфліктів даних та збільшення затримки. Вищенаведена ситуація означає, що супутник IoT з низьким орбітою повинен ретельно розглянути дизайн та вибір схем багаторазового доступу. Схема багатодоступного доступу до супутникової системи IoT з низькою орбітою повинна забезпечувати високу швидкість передачі для терміналів масового доступу, і в той же час, він повинен мати високий ступінь адаптивності, щоб гнучко адаптуватися до динамічних змін топології супутникової мережі з низьким орбітою. З іншого боку,традиційним системам супутникового зв'язку з однопроменевим зв'язком важко відповідати вимогам доступу до масивних терміналів через обмеження часу, особливості послуг, і низьке охоплення супутників з низькою орбітою до систем IoT. Використання багатопроменевої супутникової системи зв'язку для мультиплексних частотних ресурсів для поліпшення потужності терміналу системи та використання стрибків променя для планування ресурсів на вимогу, є основними засобами та точками досліджень для вирішення вищезазначених проблем за останні

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

роки.а використання стрибків променя для планування ресурсів на вимогу є основним засобом та точками дослідження для вирішення вищезазначених проблем в останні роки.а використання стрибків променя для планування ресурсів на вимогу є основним засобом та точками дослідження для вирішення вищезазначених проблем в останні роки.

4.3 Основні схеми супутникових мереж

Основні схеми супутникової мережі доступу можна розділи на дві категорії: з декілька супутниками або з одним супутником. Для кожної з цих категорій існують різні схеми, наприклад:

Схема з декількома супутниками є 3 схеми:

- Перша концепційна схема є кругова орбіта: коли супутники обертаються навколо Землі на однаковій висоті, та створюють мережу з повного охопленням площі земної поверхні;
- Друга концепційна схема є меандрівка: де супутники обертаються працюють на низькій орбіті, де змінюють напрямок руху на кожному оберті, що дозволяє зменшити час затримки сигналу та покращити якість встановлення зв'язку;
- Третя концепційна схема є констеляція: мережа з кількох супутників, які працюють та розташовані на різних орбітах та взаємодіють між собою для передачі сигналу.

Схема тільки з одним супутником:

- Перша концепційна схема є геостаціонарна орбіта: де супутник залишається на постійній висоті над однією точкою на екваторі, що дозволяє забезпечити постійний зв'язок з певною частиною земної поверхні.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- Друга концепційна схема є нічна зірка: супутник, що обертається на низькій орбіті та має великий розмір та яскравість, що дозволяє використовувати його як точку відліку для орієнтації в космосі та навігації на Землі.

Крім того, існують гібридні схеми: Ця схема комбінує переваги зіркової та кільцевої схем, забезпечуючи зв'язок з багатьма користувачами та резервні шляхи передачі даних.

Також є Меш схема: Ця схема передбачає використання багатьох супутників, які підключені один до одного в складних мережах, утворюючи мережу з мереж. Меш схема є досить складною в реалізації, проте дозволяє забезпечити надійний зв'язок та високу швидкість передачі даних.

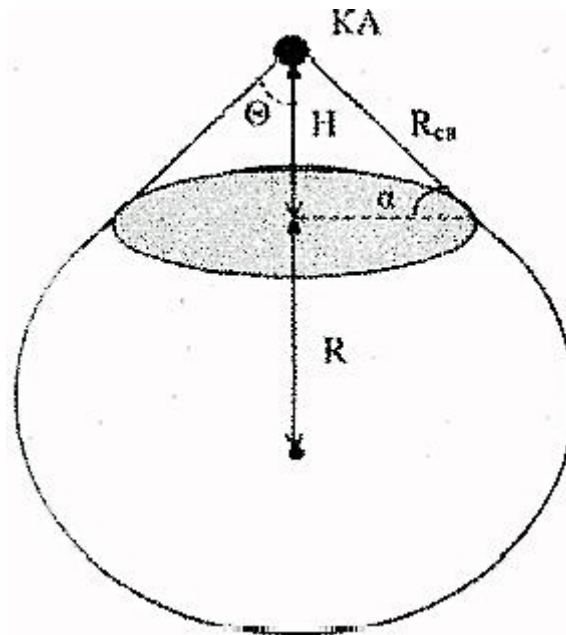


Рисунок 4.2 – Схема супутникової системи зв'язку

4.4 Методика побудови супутникової мережі

Методика побудови супутникової мережі доступу передбачає створення мережі супутників, які забезпечуватимуть доступ до Інтернету та інших мережевих послуг на великій території, включаючи віддалені та труднодоступні регіони.

Основні етапи побудови супутникової мережі доступу:

Треба визначити потреби нашої мережі: Перше нам потрібно визначити яку потребу ми хочемо зодольнити потреби через супутникові мережі доступу. Приклад ми хочемо здійснити доступ до інтернету в регіонах з обмеженими до інфраструктури зв'язку або забезпечити зв'язок у критичних ситуаціях. Далі переходимо до другого етапу

Друге вибір коректного супутникового сервісу після того, як ми визначили свої потреби, нам потрібно вибрати сервіс, який відповідає нашим потребам. Можна вибрати декілька варіантів - Ku- або Ka-діапазон чи сервіси з більш високою пропускною здатністю для забезпечення критичного зв'язку.

Третій спосіб розміщення ми можемо встановити супутникову станцію на землі термінам який встановлений стаціонарно або мобільний

Четвертий Встановіть обладнання після вибору сервісу та способу розгортання, встановіть необхідне обладнання для забезпечення зв'язку з супутником. Наприклад це може бути антени, модеми, маршрутизатори та інші компоненти. Далі налаштування мережі. Також забезпечити належний рівень безпеки, включаючи захист від несанкціонованого доступу та злому.

Обладнання для супутникової мережі.

Обладнання для супутникової мережі може бути різним залежно від схеми мережі, її масштабів та призначення. Однак, деякі основні компоненти можуть бути загальними для більшості супутникових мереж:

- Супутники: центральний елемент супутникової мережі, який забезпечує передачу даних між земними станціями та іншими супутниками;
- Земні станції: обладнання для приймання та відправки даних до супутників. Земні станції можуть бути розташовані у різних частинах світу та забезпечувати підключення до мережі з різних точок;

- Антени: обладнання для приймання та передачі сигналів між супутником та земною станцією. Антени можуть бути різних типів, таких як параболічні або плоскі;
- Пристрої для модуляції та демодуляції сигналів: ці пристрої використовуються для кодування та декодування сигналів, які передаються через супутник;
- Мережеве обладнання: комутатори, маршрутизатори та інші пристрої, які використовуються для управління трафіком мережі та забезпечення надійного з'єднання між земними станціями та супутниками;
- Контролери мережі: програмне забезпечення та обладнання, які використовуються для керування та моніторингу роботи мережі. Контролери можуть відстежувати роботу супутників, земних станцій та мережевого обладнання та забезпечувати їх оптимальну роботу.

Так, компоненти супутникової мережі можуть бути розташовані на землі, у повітрі та в космосі залежно від їхньої функції та мети.

Вибір спутника для будівництва інтернет-схеми залежить від декількох факторів, таких як потрібна пропускна здатність, географічне положення, кількість користувачів та бюджет. Ось декілька варіантів спутників, які можуть бути використані для будівництва інтернет-схеми:

ГЕО-спутники (геостаціонарні спутники) - це вид штучних супутників, які обертаються навколо земної орбіти на висоті близько 36 000 кілометрів, рухаючись з такою самою швидкістю, як і Земля. Основні характеристики ГЕО-спутників:

1. Покриття: ГЕО-спутники можуть покривати великі території, охоплюючи цілий континент або навіть півкулю. Однак, їхня зона покриття обмежена, і вона може бути перешкоджена гірськими масивами, хмарами і іншими перешкодами.

2. Затримка: Затримка сигналу на ГЕО-спутниках може бути великою, зазвичай в діапазоні від 500 мс до 1000 мс. Це може впливати на швидкість інтернет-з'єднання.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

3. Пропускна здатність: GEO-спутники мають високу пропускну здатність, що дозволяє передавати великі обсяги даних за короткий час. Однак, ця пропускна здатність обмежена тим, скільки частот може бути виділено для передачі даних.

4. Вартість: GEO-спутники є дорогими в експлуатації та розгортанні, і їх вартість може сягати мільйонів доларів.

5. Довговічність: GEO-спутники можуть працювати більше 15 років без заміни, що робить їх стійкими та надійними.

6. Геостаціонарність: Блокування положення GEO-спутника в одній точці відносно поверхні Землі дозволяє легко налаштовувати та управляти земними станціями.

МЕО-спутники (Medium Earth Orbit) розміщуються на вищих орбітах, ніж LEO-спутники, зазвичай на висоті від 8 000 до 20 000 км над земною поверхнею.

Основні характеристики МЕО-спутників:

1. Затримка сигналу: Затримка в МЕО-спутниковому зв'язку менша, ніж у GEO-спутникового зв'язку, але більша, ніж у LEO-спутникового зв'язку. Це означає, що час, необхідний для передачі сигналу від користувача до супутника та назад, становить близько 120 мс.

2. Дальність зв'язку: МЕО-спутники знаходяться на відстані від 8 000 до 20 000 км від Землі, що дозволяє їм забезпечувати зв'язок на більших відстанях, ніж LEO-спутники, але на менших відстанях, ніж GEO-спутники.

3. Кількість супутників: Зазвичай МЕО-спутники працюють у групах від 10 до 30 супутників, що забезпечує більш широку зону покриття.

4. Довговічність: МЕО-спутники можуть працювати від 7 до 15 років, залежно від типу та виробника.

5. Вартість: МЕО-спутники коштують менше, ніж GEO-спутники, але дорожче, ніж LEO-спутники.

МЕО-спутники використовуються для супутникового зв'язку, навігації та спостереження за Землею. Одним з найвідоміших проектів з використання МЕО-

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

спутників є система навігації Galileo Європейського Союзу. LEO-спутники (низькосупутникові супутники) - це вид штучних супутників, які обертаються навколо земної орбіти на висоті від 160 до 2000 кілометрів зі швидкістю більше 27 000 км/год. Основні характеристики LEO-спутників:

1. Покриття: LEO-спутники покривають менші території, ніж GEO-спутники, тому для повного покриття земної поверхні потрібен більший їх кількість. Але вони можуть працювати в будь-якій точці на землі без будь-яких перешкод, що дає можливість більш гнучким та ефективним покриттям.

2. Затримка: Затримка сигналу на LEO-спутниках набагато менша, ніж на GEO-спутниках, зазвичай в діапазоні від 2 до 50 мс. Це дозволяє досягти значно вищої швидкості інтернет-з'єднання.

3. Пропускна здатність: LEO-спутники мають меншу пропускну здатність, ніж GEO-спутники, оскільки кількість супутників у кластері обмежена. Проте, завдяки низькій затримці та великій кількості супутників в кластері, вони можуть передавати великі обсяги даних з високою швидкістю.

4. Вартість: LEO-спутники менш коштовні в експлуатації та розгортанні, ніж GEO-спутники, і вони можуть бути запуснені за менші кошти. Однак, через більшу кількість супутників, необхідних для покриття земної поверхні, вартість їх експлуатації може бути значною.

Так, довговічність LEO-спутників зазвичай складає близько 5-7 років, після чого вони можуть виходити з ладу і потребувати заміни. Однак, на даний момент існують компанії, які розробляють LEO-спутники з більш тривалим терміном експлуатації, наприклад, SpaceX заявляє, що їхня мережа Starlink складатиметься з супутників, які можуть працювати до 10 років.

Одним з факторів, що впливає на довговічність LEO-спутників, є те, що вони розміщуються на більш низьких орбітах, ніж GEO-спутники, тому вони піддаються більшій термічній і механічній навантаженню, що може призвести до зниження терміну їх роботи.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

супутникової мережі, що працює на міліметрових хвилях, можуть бути використані антени, розташовані в забудованих міських районах, оскільки вони мають високу напрямленість та точність.

3.Вимоги до мережі з точки зору надійності, швидкості та масштабування: Розташування компонентів супутникової мережі може залежати від вимог до мережі з точки зору її надійності, швидкості та масштабування. Наприклад, якщо мережа призначена для забезпечення критичного зв'язку, то компоненти мережі можуть бути розташовані на різних висотах в космосі, а також в різних географічних регіонах, щоб забезпечити високу надійність та покриття.

Також в додаток до вищезазначених факторів, розташування компонентів супутникової мережі може залежати від наступних чинників:

- Розмір мережі: Розташування компонентів мережі може залежати від її розміру. Для менших мереж можуть використовуватися земні станції та менші супутники, тоді як для більших мереж можуть використовуватися більші та більш потужні компоненти.
- Енергетичні вимоги: Розташування компонентів мережі може залежати від їхніх енергетичних вимог. Супутники можуть вимагати великої кількості енергії для роботи, тому їхнє розташування може залежати від наявності енергетичних джерел на борту супутника, а також від можливості його заряджання.
- Вартість: Розташування компонентів мережі може залежати від вартості їхнього розміщення та підтримки. Розташування компонентів на землі може бути дешевшим, ніж їх розташування в космосі, тому вибір може залежати від вартості та ефективності різних варіантів.
- Законодавчі обмеження: Розташування компонентів мережі може бути обмежене законодавчими вимогами щодо розміщення та використання супутникових технологій. Наприклад, у деяких країнах можуть бути

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

обмеження на використання певних смуг частот, а також вимоги щодо ліцензування та реєстрації супутників та іншого обладнання.

Так, правильний вибір розташування компонентів супутникової мережі є критичним для успішної реалізації мережі. Як вже зазначалося, це залежить від багатьох факторів, таких як мета мережі, використовувані технології та їхню доступність, а також вимоги до мережі з точки зору надійності, швидкості та масштабування.

Наприклад, якщо мережа призначена для забезпечення інтернет-зв'язку в регіонах з обмеженим доступом до Інтернету, то компоненти мережі повинні бути розташовані у таких місцях, як віддалені сільські райони або гірські регіони, де немає доступу до традиційних мережних інфраструктур. У такому випадку, компоненти мережі повинні бути розташовані на землі, на спеціально обладнаних транспортних засобах або на спеціальних мачтах.

Висновки до четвертого розділу

Отже, вибір розташування компонентів супутникової мережі повинен відповідати меті та вимогам мережі, а також забезпечувати максимальну ефективність та надійність зв'язку.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

науково-технічний ефект, мережі доступу за допомогою супутникових технологій полягає в забезпеченні широкого доступу до Інтернету та комунікаційних послуг у віддалених або недостатньо розвинених регіонах, де традиційна інфраструктура зв'язку обмежена або відсутня.

економічний ефект Мережа доступу за допомогою супутникових технологій має значний економічний вплив. Вона дозволяє розширити доступ до Інтернету в віддалених та недоступних районах, сприяючи розвитку економічного потенціалу таких регіонів. Крім того, це сприяє розвитку електронної комерції та онлайн-бізнесу, покращенню комунікаційної інфраструктури та підтримці аварійного відновлення зв'язку. Все це сприяє зростанню бізнесу, розширенню ринків збуту та підвищенню продуктивності, що відображається на загальному економічному розвитку країни;

соціальний ефект, мережі доступу за допомогою супутникових технологій включає в себе ряд переваг, які сприяють соціальному розвитку та покращують якість життя людей. Основні соціальні ефекти мережі доступу за допомогою супутникових технологій включають такі як (забезпечення всесвітнього доступу до інформації, покращення освіти, підтримка телемедицини, розвиток електронної комерції та підприємництва) .

					КРБ.КІ.1.440-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

маркетинговий ефект, має також маркетинговий ефект, що включає в себе ряд переваг для бізнесу та маркетингових комунікацій. Деякі з них включають такі (Покращений доступ до цифрового контенту, підтримка мобільного маркетингу, підтримка електронної торгівлі).

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника (O_{НТЕ}), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 одиниці:

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad (5.1)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 1).

Таблиця 5.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,80
		Відповідає світовому рівню	9	
		Нижче кращих світових аналогів	6 – 8	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 5	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	1
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	

3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	1
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,50
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K^{\Phi}_{НТЕ}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 5.1.

До числа специфічних показників відносять:

- **для нової техніки:** впровадження мережі доступу за допомогою супутникових технологій для нової техніки може мати позитивні впливи на її продуктивність, споживання інженерних ресурсів, потребу в робочих силах та експлуатаційні витрати на одиницю продукції. Осць як це може виглядати:
- **для нових матеріалів і речовин:** матеріали і речовини, використовувані в мережі доступу за допомогою супутникових технологій, мають важливу роль у забезпеченні надійного та ефективного зв'язку. Супутникові антени виготовляються з

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	7	7	8	7,67	4,34 (7,67 x 0,50)
2	Перспективність	5	4	4	4,33	8,33 (4,33 x 1)
3	Потенційний масштаб практичного використання	2	3	5	3,33	0,66 (3,33x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	4	3	5	4	0,4 (4 x 0,10)
В С Ь О Г О						8,73

$$НТЕ = 7,67 \cdot 0,50 + 4,33 \cdot 1 + 3,33 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 = 4,34 + 4,33 + 0,66 + 0,4 = 8,73$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,50 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0,20 + 10 \cdot 0,10$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{НТЕ}$):

$$K_{НТЕ} = \frac{НТЕ}{10} \cdot 100 \% .$$

На основі даних табл. 3.3 можна дійти до висновку, що $K_{НТЕ}$ відповідає 87,3 %, тобто:

$$K_{НТЕ} = \frac{8,73}{10} \cdot 100 = 87,3$$

В тому випадку, коли значення $K_{НТЕ}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;

- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Шкідливі та небезпечні фактори в роботі користувача ПК

Робота з персональним комп'ютером - це відтворення візуальної інформації на дисплеї, яка повинна швидко і точно сприйматися користувачем.

Основним фактором, що впливає на продуктивність праці людей, що працюють з комп'ютерами, є комфортні та безпечні умови праці.

Умови праці користувача, що працює з персональним комп'ютером, визначаються:

- особливостями організації робочого місця;
- умовами виробничого середовища (освітленням, мікрокліматом, шумом, електромагнітними і електростатичними полями, візуальними ергономічними параметрами дисплея і т. д.);
- характеристиками інформаційної взаємодії людини і персональних електронно-обчислювальних машин.

При виконанні робіт на персональному комп'ютері (ПК) відповідно до Держстандарту 12.0.003-74 "ССБТ. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація" можуть мати місце такі фактори:

- підвищена температура поверхонь ПК;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- виділення в повітря робочої зони ряду хімічних речовин;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищений або знижений рівень негативних і позитивних аероіонів;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання;
- підвищений рівень статичної електрики;

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня штучна освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- підвищена контрастність;
- пряма і відбита блескость;
- зорова напруга;
- монотонність трудового процесу;
- нервово-емоційні перевантаження.

Робота на ПК супроводжується постійним і значним напругою функцій зорового аналізатора. Однією з основних особливостей є інший принцип читання інформації, ніж при звичайному читанні. При звичайному читанні текст на папері, розташований горизонтально на столі, зчитується працівником з нахиленою головою при падінні світлового потоку на текст. При роботі на ПК оператор зчитує текст, майже не нахилиючи голову, очі дивляться прямо або майже прямо вперед, текст (джерело - люминесцирують речовина екрану) формується по інший бік екрану, тому користувач не зчитує відбитий текст, а дивиться безпосередньо на джерело світла, що змушує очі і орган зору в цілому працювати у невластивому йому стресовому режимі тривалий час.

Розлад органів зору різко збільшується при роботі більше чотирьох годин на день. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) запровадила поняття "комп'ютерний зоровий синдром" (КЗС), типовими симптомами якого є печіння в очах, почервоніння повік і кон'юнктиви, відчуття чужорідного тіла або піску під повіками, болі в області очних ямок і лоба, затуманення зору, уповільнена перефокусування з ближніх об'єктів на дальні.

Нервово-емоційне напруження при роботі на ПК виникає внаслідок дефіциту часу, великого об'єму і щільності інформації, особливостей діалогового режиму

спілкування людини і ПК, відповідальності за безпомилковість інформації. Тривала робота на дисплеї, особливо в діалоговому режимі, може призвести до нервово-емоційного перенапруження, порушення сну, погіршення стану, зниження концентрації уваги і працездатності, хронічного головного болю, підвищеної збудливості нервової системи, депресії.

6.2 Способи мінімізувати шкідливий вплив комп'ютера на організм людини

Зворотня сторона технічного прогресу — зв'язані з ним небезпеки. Як їх уникнути або хоча б мінімізувати? Як зменшити випромінювання від комп'ютера? Інформація про шкідливі його дії логічно повинна супроводжуватися рекомендаціями про способи захисту від випромінювання.

- Оскільки максимальний рівень радіації розташовується в його задній панелі, відстань від неї до спини іншого користувача не повинно бути менше 1,5 м.
- Слід максимально зменшити довжину проводів живлення.
- Монітор повинен розташовуватися в зручному для зору відстані, а системний блок — максимально віддалити від користувача.
- Щоб нівелювати випромінювання від стінок монітора, розташовуйте його в кутку кімнати.



Рисунок 6.1 —«Захисна плівка на екран»

Вологе прибирання приміщення та наявність іонізатора послужать додатковим захистом від електромагнітного випромінювання комп'ютера.

вплив на співробітників, запобігти погіршенню їх самопочуття та уникнути нещасних випадків.

Приступаючи до роботи з ПК, необхідно перевірити справність та цілісність корпусів і блоків обладнання. Напруга живлення ПК (220 В) є небезпечною для життя людини і загрожує ураженням струму від несправної техніки. Через це в конструкції блоків комп'ютера, між блочних з'єднувальних кабелів передбачена достатньо надійна фіксація та ізоляція від струмопровідних ділянок. Користувач практично має справу лише з декількома вимикачами живлення і, здавалось би, застрахований від ураження електричним струмом. Для уникнення можливого ураження потрібно дотримуватися деяких правил користування ПК.

Забороняється:

- працювати на комп'ютері у вологій одежі і з вологими руками;
- класти на апаратуру сторонні предмети;
- замінювати знімні елементи або вузли та проводити перемонтаж при ввімкненому ПК;
- знімати кришки, які закривають доступ до струмопровідних частин мережі первинного електроживлення при ввімкненому обладнанні;
- торкатися до екрана, проводів живлення і пристроїв заземлення, з'єднувальних кабелів;
- порушувати порядок ввімкнення й вимкнення апаратних блоків, намагатись самостійно усунути виявлену несправність в роботі апаратури;

В разі появи запаху горілого, незвичайних звуків або самовільного вимкнення апаратури треба негайно вимкнути комп'ютер. Робота на комп'ютері потребує постійної уваги, чітких дій і самоконтролю. Через це на комп'ютері не можна працювати при недостатньому освітленні, високому рівні шуму, не стабільному психічному стані.

Під час роботи на комп'ютері необхідно:

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

- уважно слідкувати за справністю основних блоків і пристроїв;
- суворо дотримуватись положень інструкції з експлуатації апаратури;
- працювати на клавіатурі чистими сухими руками, не натискувати на ті чи інші клавіші без потреби або навмання;
- під час перерви вимикати комп'ютер лише тоді, коли обробка поточної інформації завершена і вміст оперативної пам'яті занесені на диски.

Висновок:

Під час роботи з ПК на людину мають вплив безліч небезпечних чинників. Щоб попередити або зменшити цей вплив, потрібно дотримуватися правил використання ПК в умовах офісу. Це є дуже важливим питанням, тому що правильне використання комп'ютерної техніки дозволяє зменшити шкідливий вплив на співробітників, запобігти погіршенню їх самопочуття та уникнути нещасних випадків.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

16. «Вступ до систем широкосмугового зв'язку» Аббаса Джамаліпура
17. "DSL і кабельні модеми: широкосмуговий доступ до Інтернету" Вільяма Столлінгса
18. Тармо Анталайнен "Вступ до інженерії телекомунікаційних мереж".
19. «Мобільний зв'язок» Йохена Шиллера
20. «Принципи комунікаційних мереж і систем» Невіо Бенвенуто та Мікеле Зорзі
21. «Оптичні мережі: практична перспектива» Раджива Рамасвами та Кумара Н. Сівараджана
22. Мануель Рікардо та Пауло Сальвадор "Телетрафік наступного покоління та розширені дротові/бездротові мережі"
23. «Проектування, оптимізація та аналіз продуктивності мереж LTE, WiMAX і WLAN» Леонгарда Коровайчука
24. «Вступ до комунікаційних систем» Феррела Г. Стремлера
25. «Телекомунікаційні мережі» Шамі У. Ахмеда та Тармо Анталайнена
26. «Цифрова телефонія» Джона К. Беллами
27. «Технологія бездротової мережі: від принципів до успішного впровадження» Стів Реклі
28. «Широкосмугові комунікаційні мережі: послуги, технології та бізнес», Абдельфаттах Тлілі та Халід Самара

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після виконання дослідження було отримано наступні основні висновки:

- Проаналізовані супутникові технології
- Розроблена карта місцевості
- Зроблена мереже доступу за допомогою супутникові технології
- Розраховані ключових параметрів проектування супутникових систем зв'язку.

При проектуванні мереж доступу супутникові технології можуть бути використані для забезпечення зв'язку на віддалених або важкодоступних територіях. Основні переваги супутникового доступу включають глобальне покриття, високу мобільність і широку пропускну здатність.

Узагальнюючи, супутникові технології мають потенціал для забезпечення доступу до Інтернету в регіонах, де інші традиційні технології не доступні. Вони можуть забезпечити глобальне охоплення та високі швидкості передачі даних. Однак, їх обмеження щодо підключення та затримки сигналу потребують уваги та врахування при проектуванні мереж доступу.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.1.5</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78